



**ЎЗБЕКИСТОНДА ИҚЛИМ ҲАВВАРИШИ МУАММОЛАРИНИ  
ТАЪЛИМГА ИНТЕГРАЦИЯ ҚИЛИШ**

**мавзудаги халқаро илмий-амалий конференция  
МАТЕРИАЛЛАРИ**

**ИНТЕГРАЦИЯ ПРОБЛЕМ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА  
В ОБРАЗОВАНИЕ УЗБЕКИСТАНА**

**МАТЕРИАЛЫ  
международной научно-практической конференции**

**INTEGRATION OF CLIMATE CHANGE PROBLEMS INTO  
EDUCATION IN UZBEKISTAN**

**MATERIALS  
of the International scientific and practical conference**

ISBN 978-9910-9062-3-7



Тошкент, 23-24 май 2024 йил

Ўзбекистон Республикаси Олий таълим, фан ва инновациялар вазирлиги  
Ўзбекистон Республикаси Экология, атроф-муҳитни муҳофаза қилиш ва  
иқлим ўзгариши вазирлиги

Гидрометеорология хизмати агентлиги

Гидрометеорология илмий-тадқиқот институти

Ўзбекистон География жамияти

Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети

М.В. Ломоносов номидаги Москва давлат университети (Россия)

Россия Давлат Гидрометеорология университети (Россия)

Потсдам иқлим таъсири тадқиқотлари институти (Германия)

Фрибург университети (Швейцария)

Хороғ Ўрта Осиё университети (Тожикистон)

SATREPS BLUE. Ўзбекистон-Япония ҳамкорлик лойиҳаси



## ЎЗБЕКИСТОНДА ИҚЛИМ ЎЗГАРИШИ МУАММОЛАРИНИ ТАЪЛИМГА ИНТЕГРАЦИЯ ҚИЛИШ

халқаро илмий-амалий конференция

МАТЕРИАЛЛАРИ

Тошкент, 23-24 май 2024 йил

**Тахрир хайъати:**

**Ҳикматов Ф.Ҳ.**, – г.ф.д., профессор (масъул муҳаррир)  
**Холматжанов Б.М.** – г.ф.д., профессор (масъул муҳаррир)  
**Эгамбердиев Х.Т.** – г.ф.д., профессор (масъул муҳаррир)  
**Холбаев Г.Х.** – г.ф.н., доцент (масъул муҳаррир)  
**Рахмонов К.Р.** – г.ф.ф.д. (PhD), доцент  
**Аденбаев Б.Е.** – г.ф.д., доцент  
**Юнусов Ғ.Х.** – г.ф.д., доцент  
**Шарипов Ш.М.** – г.ф.д., доцент  
**Эгамбердиев А.** – г.ф.н., профессор  
**Алаутдинов М.** – ф.-м.ф.н., доцент  
**Абдиқулов Ф.И.** – г.ф.ф.д. (PhD)  
**Шермухаммедов У.А.** – г.ф.ф.д. (PhD)  
**Махмудов Қ.М., Ахмуратова Б.Х. Эшмирзаев Д.Р.**

**«Ўзбекистонда иқлим ўзгариши муаммоларини таълимга интеграция қилиш»**  
Халқаро илмий-амалий конференция материаллари. "ILM-ZIYO-ZAKOVAT", Тошкент,  
23-24 май 2024 йил. – Тошкент, 2024. – 302 б.

Тўпладан Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университетидан 2024 йил 23-24 майда «Ўзбекистонда иқлим ўзгариши муаммоларини таълимга интеграция қилиш» мавзuida ташкил этилган Халқаро илмий-амалий конференция материаллари жой олган. Конференция Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети (ЎЗМУ) томонидан Ўзбекистон Республикаси Олий таълим, фан ва инновациялар вазирлиги ҳамда манфаатдор ташкилотлар билан ҳамкорликда ўтказилди.

Тўплам ҳудудларда глобал иқлим ўзгариши, унинг дунё минтақалари ва Ўзбекистонда инсон фаолияти соҳаларига салбий таъсири оқибатларини баҳолаш ва мослашиш масалалари, иқлим ўзгариши шароитида сув объектларининг гидрологик режими, трансчегаравий сув ресурсларидан ҳамкорликда фойдаланиш муаммолари, иқлим ўзгаришининг табиий географик жараёнларга таъсири, геоэкологик, иқтисодий ва ижтимоий географик муаммолари ҳамда уларни карталаштириш, Ўзбекистонда иқлим ўзгариши ва унинг табиий ресурсларга таъсири муаммоларини ўқув адабиётларида ёритиш, мутахассис кадрлар тайёрлаш масалалари, иқлим ўзгариши муаммолари талабалар нигоҳида масалаларига бағишланган мақолалардан иборат.

Тўплам, метеорология, иқлимшунослик, гидрология, география соҳалари мутахассислари, докторантлар, магистрантлар, талабалар, шунингдек, гидрометеорология муаммолари билан қизиқувчилар учун мўлжалланган.

Мақолаларда келтирилган илмий далилларнинг ҳаққонийлиги ва мазмунига муаллифлар масъулдирлар.

ЎЗМУ илмий-техник Кенгаши мажлисида муҳокама қилиниб, нашрга тавсия этилган.  
(2024 йил 24 апрел, 4-баённома).

**Министерство Высшего образования, науки и инноваций  
Республики Узбекистан**  
**Министерство Экологии, охраны окружающей среды  
и изменения климата Республики Узбекистан**  
**Агентство Гидрометеорологической службы**  
**Научно-исследовательский гидрометеорологический институт**  
**Географическое общество Узбекистана**  
**Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека**  
**Московский Государственный университет имени М.В. Ломоносова (Россия)**  
**Российский Государственный Гидрометеорологический университет (Россия)**  
**Потсдамский институт изучения влияния климата (Германия)**  
**Фрибургский университет (Швейцария)**  
**Хорогский Центральноазиатский Университет (Таджикистан)**  
**SATREPS BLUE. Узбекско-японский проект сотрудничества**



## **МАТЕРИАЛЫ**

**международной научно-практической конференция**

# **ИНТЕГРАЦИЯ ПРОБЛЕМ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В ОБРАЗОВАНИЕ УЗБЕКИСТАНА**

**Ташкент, 23-24 мая 2024 года**

**Редакционная коллегия:**

**Хикматов Ф.Х.** – д.г.н., профессор (ответственный редактор)  
**Холматжанов Б.М.** – д.г.н., профессор (ответственный редактор)  
**Эгамбердиев Х.Т.** – д.г.н., профессор (ответственный редактор)  
**Холбаев Г.Х.** – к.г.н., доцент (ответственный редактор)  
**Рахмонов К.Р.** – д.ф.г.н. (PhD), доцент  
**Аденбаев Б.Е.** – д.г.н., доцент  
**Юнусов Г.Х.** – д.г.н., доцент  
**Шарипов Ш.М.** – д.г.н., доцент  
**Эгамбердиев А.** – к.г.н., профессор  
**Алаутдинов М.** – к.ф.-м.н., доцент  
**Абдикулов Ф.И.** – д.ф.г.н. (PhD)  
**Шермухаммедов У.А.** – д.ф.г.н. (PhD)  
**Махмудов Қ.М., Ахмуратова Б.Х. Эшмирзаев Д.Р.**

**Интеграция проблем изменения климата в образование Узбекистана.**  
Материалы международной научно-практической конференции."ILM-ZIYO-ZAKOVAT",  
Ташкент, 23-24 мая 2024 года. – Ташкент, 2024. – 302 с.

В сборнике представлены материалы международной научно-практической конференции, организованной в Национальном университете Узбекистана имени Мирзо Улугбека 23-24 мая 2024 года на тему «Интеграция проблем изменения климата в образование в Узбекистане». Конференция проведена Национальным университетом Узбекистана имени Мирзо Улугбека (НУУз) в сотрудничестве с Министерством высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан и заинтересованными организациями.

Сборник состоит из статей, посвященных вопросам исследования глобального изменения климата, оценки его негативного влияния на сферы человеческой деятельности в различных регионах мира и Узбекистане и адаптации, гидрологического режима водных объектов в условиях изменения климата, проблемам сотрудничества в использовании трансграничных водных ресурсов, влияния изменения климата на физико-географические процессы, геоэкологические, экономические и социально-географические проблемы и их картографирование, освещения проблем изменения климата и его влияния на природные ресурсы в учебной литературе, подготовки специалистов.

Сборник предназначен для специалистов в области метеорологии, климатологии, гидрологии, географии, докторантов, магистров, студентов, а также интересующимся гидрометеорологическими проблемами.

Авторы несут ответственность за достоверность научных фактов, представленных в статьях и содержание.

Обсуждено на заседании Научно-технического совета НУУз и рекомендовано к публикации (24 апреля 2024 года, Протокол № 4).

**Ministry of Higher Education, Science and Innovation  
of the Republic of Uzbekistan**  
**Ministry of Ecology, Environmental Protection  
and Climate change of the Republic of Uzbekistan**  
**Agency of Hydrometeorological Service**  
**Hydrometeorological Research Institute**  
**Geographical Society of Uzbekistan**  
**National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek**  
**M.V. Lomonosov Moscow State University (Russia)**  
**Russian State Hydrometeorological University (Russia)**  
**Potsdam Institute for Climate Impact Research (Germany)**  
**University of Friborg (Switzerland)**  
**University of Central Asia in Khorog (Tajikistan)**  
**SATREPS BLUE. Uzbek-Japan Cooperation Project**



## **INTEGRATION OF CLIMATE CHANGE PROBLEMS INTO EDUCATION IN UZBEKISTAN**

**MATERIALS**  
**of international scientific and practical conference**

**Tashkent, May 23-24, 2024**

**Editorial committee:**

**Khikmatov F.Kh.** – DSc in Geography, professor (executive editor)  
**Kholmatdjanov B.M.** – DSc in Geography, professor (executive editor)  
**Egamberdiev H.T.** – DSc in Geography, professor (executive editor)  
**Kholbaev G.Kh** - Candidate of geographical sciences, associate professor (executive editor)  
**Rakhmonov K.R.** – PhD in Geography, associate professor  
**Adenbaev B.E.** - DSc in Geography, associate professor  
**Yunusov G.Kh.** – DSc in Geography, associate professor  
**Sharipov Sh.M.** - DSc in Geography, associate professor  
**Egamberdiev A.** - Candidate of geographical sciences, professor  
**Alautdinov M.** Candidate of physical and mathematical sciences, associate professor  
**Abdiqulov F.I.** – PhD in Geography  
**Shermammedov U.A.** – PhD in Geography  
**Maxmudov Q.M., Axmuratova B.X. Eshmirzayev D.R.**

**Integration of climate change problems into education in Uzbekistan.** Materials of the international scientific and practical conference."ILM-ZIYO-ZAKOVAT", Tashkent, May 23-24 2024. – Tashkent, 2024. – 302 p.

The collection presents materials from an international scientific and practical conference organized at the National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek on May 23-24, 2024 on the topic “Integration of climate change problems into education in Uzbekistan.” The conference was held by the National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek (NUUz) in collaboration with the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan and interested organizations.

The collection consists of articles devoted to the study of global climate change, assessment of its negative impact on the spheres of human activity in various regions of the world and Uzbekistan and adaptation, the hydrological regime of water bodies in conditions of climate change, problems of cooperation in the use of transboundary water resources, the impact of climate change on physical and geographical processes, geo-ecological, economic and socio-geographical problems and their mapping, coverage of the problems of climate change and its impact on natural resources in educational literature, training of specialists.

The collection is intended for specialists in the field of meteorology, climatology, hydrology, geography, doctoral students, masters, students, as well as those interested in hydrometeorological problems.

The authors are responsible for the accuracy of the scientific facts presented in the articles and the content.

Discussed at a meeting of the Scientific and Technical Council of NUUz and recommended for publication (April 24, 2024, Minutes No 4).



Мирзо Улуғбек номидаги  
Ўзбекистон Миллий университети ректори,  
техника фанлари доктори, профессор  
Иномжон Уришевич Маджидовнинг  
КИРИШ СЎЗИ

Хурматли конференция иштирокчилари, азиз меҳмонлар,  
мухтарам устозлар, илмий ходимлар ва талабалар!

Аввало, Сизларни, яъни Россия, Грузия, Тожикистон, Австралия, Япониянинг олий таълим муассасалари ва илмий марказларидан ташриф буюрган барча илм аҳли – олимларни, соҳа мутахассисларини самимий кутлаб, университетимизга хуш келибсиз, дейишга ижозат бергайсиз! Шу билан бирга, бугунги «Ўзбекистонда иқлим ўзгариши муаммоларини таълимга интеграция қилиш» мавзuida ўтказилаётган халқаро илмий-амалий конференцияда фаол иштирокингиз учун Сизларга чуқур миннатдорчилик билдираман!

Хурматли анжуман иштирокчилари, ҳаммага маълумки, Дунё жамоатчилиги навбатдаги минг йиллик бўсағасида инсоният ҳаётига таҳдид солаётган, табиий, ижтимоий-иқтисодий ва ҳатто сиёсий ўзгаришларга сабаб бўлаётган глобал иқлим ўзгариши билан боғлиқ муаммоларга дуч келди. Чунки, иқлим ўзгариши нафақат сайёрамиз табиати ва ресурсларига, балки аҳолиси саломатлигига, ҳайвонот ва ўсимлик дунёсига, балки ҳар қандай мамлакатнинг иқтисодий ривожланишига бевосита таҳдид солаётган глобал муаммодир.

Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг 2023 йил 1 декабрда Бирлашган Миллатлар Ташкилотининг Иқлим ўзгариши бўйича конференциясида (COP28) сўзлаган нутқида «**Биринчидан**, Париж шартномаси доирасида Иқлим ўзгаришига мослашиш соҳасидаги Глобал ҳадли механизмни тезроқ келишиш тарафдоримиз... **Иккинчидан**, глобал миқёсда кам углеродли иқтисодиётга ўтиш адолатли, шаффоф ва инклюзив бўлиши зарур. Бунда ривожланаётган давлатларнинг манфаатлари албатта инобатга олиниши шарт... **Учинчидан**, биз Бирлашган Миллатлар Ташкилотининг резолюцияси асосида Оролбўйи ҳудудини экологик офат зонасидан “инновациялар, технологиялар ва янги имкониятлар минтақаси”га айлантирмоқчимиз... **Тўртинчидан**, иқлим ўзгаришига қарши курашда илм-фан ютуқларидан кенг фойдаланиш лозим... **Бешинчидан**, БМТ билан 2024 йили Ўзбекистонда "Иқлим миграцияси" конференциясини ўтказиш ниятидамиз...» деб таъкидлаган.

Дарҳақиқат, минтақадаги иқлим ўзгариши Ўзбекистон Республикасининг озиқ-овқат хавфсизлиги, аҳоли саломатлиги, иқтисодиёт тармоқлари, жумладан, қишлоқ хўжалиги, энергетикаси, саноати ривожланишига ўзининг салбий таъсирини кўрсатмоқда. Олимларимиз томонидан бу жараёнга мослашишга қаратилган тадқиқотлар БМТ шафеълигида ЮНЕСКО, ЖМТ, ЮНЕП, ИЎХЭГ каби халқаро ташкилотлар билан ҳамкорликда амалга оширилмоқда. Улардан бири Иқлим Ўзгариши бўйича БМТ Доиравий Конвенцияси бўлиб, унинг аъзолари бўлмиш дунёнинг 189 мамлакати қаторида Ўзбекистон ҳам бор.

Умид қиламанки, конференция иштирокчилари, иқлим ўзгариши ва унинг минтақалар табиий ресурсларга таъсири ҳамда таълимга интеграция қилиш муаммолари ечимларини излаш мақсадида ўзаро ҳамкорликни янада ривожлантирадилар, ўзларининг илмий асосланган таклиф ва тавсияларини ишлаб чиқадилар.

Сўзим ниҳоясида яна бир бор илмий анжуман иштирокчиларига миннатдорчилик билдирган ҳолда, конференция ишига муваффақиятлар тилайман!



## ВСТУПИТЕЛЬНОЕ СЛОВО

ректора Национального университета Узбекистана  
имени Мирзо Улугбека, доктора технических наук,  
профессора Иномжона Уришевича Маджидова

Уважаемые участники конференции, дорогие  
гости, дорогие наставники, научные работники и  
студенты!

Прежде всего, позвольте мне искренне поприветствовать Вас – ученых-специалистов высших учебных заведений и научных центров России, Грузии, Таджикистана, Австралии, Японии, добро пожаловать в наш университет! Вместе с тем, благодарю вас за активное участие в работе сегодняшней международной научно-практической конференции **«Интеграция проблем изменения климата в образование Узбекистана»!**

Уважаемые участники конференции, всем известно, что на пороге следующего тысячелетия мировое сообщество сталкивается с проблемами глобального изменения климата, которое угрожает жизни человечества и вызывает природные, социально-экономические и даже политические изменения. Поскольку изменение климата – это глобальная проблема, напрямую угрожающая не только природе и ресурсам нашей планеты, но и здоровью населения, животному и растительному миру, экономическому развитию любой страны.

В выступлении Президента Республики Узбекистан Шавката Мирзиёева на Конференции ООН по изменению климата (SOP28) 1 декабря 2023 года были выдвинуты следующие предложения: **«Первое.** Мы выступаем за скорейшее согласование Глобального рамочного механизма в области Адаптации к изменению климата в рамках Парижского соглашения.... **Второе.** Глобальный переход на низкоуглеродную экономику должен быть справедливым, прозрачным и инклюзивным... **Третье.** На основе резолюции Генеральной Ассамблеи Организации Объединённых Наций мы намерены превратить Приаралье из зоны экологического кризиса в «зону инноваций, технологий и новых возможностей»... **Четвёртое.** Необходимо широко использовать достижения науки в борьбе с изменением климата... **Пятое.** Совместно с Организацией Объединённых Наций планируем провести в 2024 году в Узбекистане конференцию на тему «Климатическая миграция»...

Действительно, изменение климата в регионе оказывает негативное влияние на продовольственную безопасность, здравоохранение, отрасли экономики, включая сельское хозяйство, энергетику и промышленное развитие Республики Узбекистан. Исследования наших ученых, направленные на адаптацию к этому процессу, проводятся под эгидой ООН в сотрудничестве с такими международными организациями, как ЮНЕСКО, ЮНЕП, МГЭИК. Одной из них является Рамочная конвенция ООН по изменению климата (РКИК ООН), которая включает Узбекистан в число 189 стран мира, являющихся ее членами.

Надеюсь, что участники конференции и в будущем будут развивать сотрудничество для решения проблем изменения климата и его влияния на природные ресурсы регионов, а также интеграции новых достижений науки в образование.

В заключение еще раз благодарю участников научной конференции, желаю успехов в работе конференции!



**GREETINGS**  
**of Inomjon Urishevich Majidov, Rector of**  
**National University of Uzbekistan**  
**named after Mirzo Ulugbek**  
**Doctor of Technical Sciences, Professor**

**Dear participants of the conference, dear**  
**guests, professors, teachers, researchers and students!**

First of all, let me sincerely welcome all of you, guests who visited our university, representatives of higher educational institutions and advanced scientific centers – scientists and specialists from Russia, Georgia, Tajikistan, Australia, Japan. At the same time, I would like to thank you for your active participation in this international scientific-practical conference on theme "Water Resources of Arid Regions under Climate Change: Problems and Solutions!"

Dear conference participants, it is well known that on the threshold of the next millennium the world community faced the challenges of global climate change, which threatens human life and causes natural, socio-economic and even political changes. Climate change is a global problem that directly threatens not only the nature and resources of our planet, but also the health of the population, flora and fauna, as well as the economic development of each country in the world.

In his speech at the Climate Change Conference (COP28) convened by the United Nations on December 1, 2023, President Shavkat Mirziyoyev of the Republic of Uzbekistan underscored our commitment to expedite the Global Mechanism for Climate Change Adaptation within the framework of the Paris Agreement. Secondly, the transition to a low-carbon global economy must be fair, equitable, and inclusive. The benefits of developing countries must be duly considered... Thirdly, we are committed to transforming the ecologically disaster-prone zone of the Aral Sea basin into an "innovations, technologies, and new opportunities hub" based on the resolution of the United Nations. Fourthly, maximizing the use of scientific and technological advances in the fight against climate change is imperative... Fifthly, we intend to host the "Climate Migration" conference in Uzbekistan in 2024 in collaboration with the United Nations..."Indeed, climate change in the region has a negative impact on the development of food security, human health, various sectors of the economy of the Republic of Uzbekistan, including agriculture, energy and industry. Research of our scientists on adaptation to this process have been conducting under the auspices of the UN in cooperation with international organizations such as UNESCO, WMO, UNEP, IPCC. One of them is the UN Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), to which Uzbekistan is one of 189 countries of the world.

I am pleased to inform that the results of scientific publications and projects of scientists of our university on climate change, environmental protection and biodiversity, in 2020 - 2022 were included in the Times Higher Education Impact Ranking among the 500 best universities in the world and ranked 101-400 in the ranking "Climate Change".

I hope that the participants of the conference will further develop cooperation to find solutions to pressing problems of water resources in arid regions under climate change, to develop their own science-based proposals and recommendations.

In conclusion, I would like to thank you all conference participants once again and wish all of you successfully participation in this scientific event!

---

---

**1-ШЎЪБА. ГЛОБАЛ ИҚЛИМ ЎЗГАРИШИ, УНИНГ ДУНЁ МИНТАҚАЛАРИ ВА  
ЎЗБЕКИСТОНДА ИНСОН ФАОЛИЯТИ СОҲАЛАРИГА САЛБИЙ ТАЪСИРИ  
ОҚИБАТЛАРИНИ БАҲОЛАШ ВА МОСЛАШИШ МАСАЛАЛАРИ**

**1-СЕКЦИЯ. ГЛОБАЛЬНОЕ ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА, ОЦЕНКА ЕГО  
НЕГАТИВНОГО ВЛИЯНИЯ НА СФЕРЫ ЧЕЛОВЕЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В  
РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНАХ МИРА И УЗБЕКИСТАНЕ И ВОПРОСЫ  
АДАПТАЦИИ**

**SECTION 1. ASSESSMENT OF GLOBAL CLIMATE CHANGE, ITS NEGATIVE  
IMPACT ON THE SPHERES OF HUMAN ACTIVITY IN THE REGIONS OF THE  
WORLD AND UZBEKISTAN, AND ADAPTATION ISSUES**

---

---

**ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДАТ НАЧАЛА И ОКОНЧАНИЯ  
ОТОПИТЕЛЬНОГО СЕЗОНА НА ТЕРРИТОРИИ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

Асыллова Д.Д., Мирсаева Н.А.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Россия, Казань, asylova.diana@mail.ru

*Аннотация.* Рассмотрена пространственно-временная изменчивость средних, самых ранних и поздних значений дат начала и окончания отопительного сезона на территории Удмуртской Республики. Так, в период 1977-2021 гг. средние значения дат начала отопительного сезона на всей территории примерно одинаковые и отличаются на 1-2 дня. На северо-западе отопительный сезон начинается раньше, чем при движении на более южные территории, а при движении с северо-запада на юго-восток даты окончания отопительного сезона уменьшаются.

*Ключевые слова:* отопительный сезон, даты перехода температуры воздуха через 8°C, Удмуртская Республика.

**THE MAIN FEATURES OF THE DATES OF THE BEGINNING AND END OF THE  
HEATING SEASON IN THE TERRITORY OF THE UDMURT REPUBLIC**

Asylova D.D., Mirsaeva N.A.

Kazan (Volga Region) Federal University, Russia, Kazan, asylova.diana@mail.ru

*Abstract.* The spatiotemporal variability of the average, earliest and latest dates of the beginning and end of the heating season on the territory of the Udmurt Republic is considered. So, in the period 1977-2021. The average dates for the start of the heating season throughout the entire territory are approximately the same and differ by 1-2 days. In the northwest, the heating season begins earlier than when moving to more southern territories, and when moving from northwest to southeast, the end dates of the heating season decrease.

*Keywords:* heating season, dates of air temperature transition through 8°C, Udmurt Republic.

Отопительный период начинается, если в течение пяти суток средняя суточная температура наружного воздуха составляет +8°C и ниже (осенью), и заканчивается, если в течение пяти суток средняя суточная температура наружного воздуха составляет +8°C и выше (весной).

Датам перехода среднесуточной температуры воздуха через отметку +8°C свойственна значительная межгодовая изменчивость [1]. В Российской Федерации, как и в других странах, все более актуальной становится проблема энергосбережения, а также уменьшения стоимости услуг, обеспечивающих комфортное пребывание людей в закрытых помещениях не только во время отдыха, но и, в большей мере, во время трудовой деятельности, которая все чаще осуществляется не на открытом воздухе, а в помещении [2].

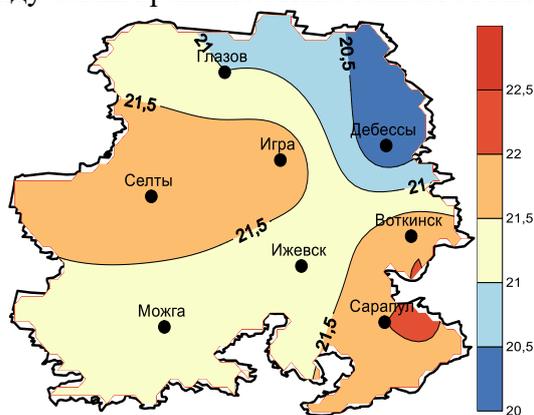
В качестве исходных данных использовались среднесуточные данные по температуре воздуха на территории Удмуртской республики (ст. Ижевск, Воткинск, Глазов, Дебесы, Игра, Можга, Сарапул, Селты) за период с 1977 по 2021 гг. Данные взяты из климатического архива ВНИИГМИ-МЦД. По данным определялись даты устойчивого

перехода температуры воздуха через  $+8^{\circ}\text{C}$  осенью и весной. На основании полученных дат перехода температуры воздуха через  $+8^{\circ}\text{C}$  определялись самые ранние и поздние даты наступления и завершения отопительного сезона.

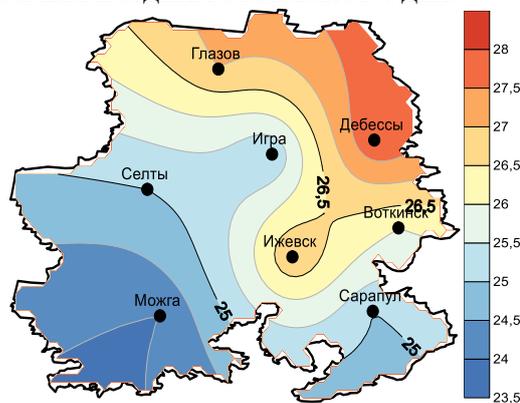
Все значения характеристик дат начала и окончания отопительного сезона имеют между собой незначительное отличие. Ранние даты начала отопительного сезона приходились на один и тот же месяц (сентябрь) и чаще всего они наблюдались в 2008 г. (станции Глазов, Игра, Селты, Воткинск и Ижевск). Поздние даты начала отопительного сезона в основном отмечались в 1999 г. (станции Глазов, Дебессы, Игра и Ижевск) и приходились на октябрь. Что касается конца периода, то его ранние даты наблюдались в апреле и чаще всего это пришлось на 2020 г. (станции Селты, Сарапул и Можга), а его поздние даты отмечались в мае и в основном приходились на 1984 г. (станции Игра, Селты, Воткинск и Сарапул). Если рассматривать средние даты начала отопительного сезона, то можно отметить, что все они пришлись на конец сентября и принимают значения с 20 по 22 числа. А если рассмотреть средние даты конца отопительного сезона, то можно сказать, что все они отмечаются в апреле и принимают значения с 24 по 28 числа.

Анализируя карту, которая представлена выше на рис. 1, можно заметить, что раньше всего отопительный сезон начинается на станции Дебессы (20 сентября). Позже всего отопительный сезон начинается на таких станциях как Игра, Селты, Воткинск и Сарапул (22 сентября). При рассмотрении всей территории Удмуртской Республики можно сделать такой вывод: средние значения дат начала отопительного сезона на всей территории примерно одинаковые и отличаются на 1-2 дня. Также можно сказать, что на северо-западе отопительный сезон начинается раньше, чем при движении на более южные территории.

На рис. 2 представлены средние значения дат окончания отопительного сезона в Удмуртии. Раньше всего отопительный сезон заканчивается на станции Можга (24 апреля). Позже всего отопительный сезон заканчивается на Дебессы (28 апреля). Из этого следует, что при движении с северо-запада на юго-восток даты окончания отопительного сезона уменьшаются. Как и с началом отопительного сезона, конец подачи отопления в жилые дома заканчивается примерно в одни и те же даты на всей территории Удмуртии. Различие между самым ранним отключением отопления и самым поздним составляет 4 дня.



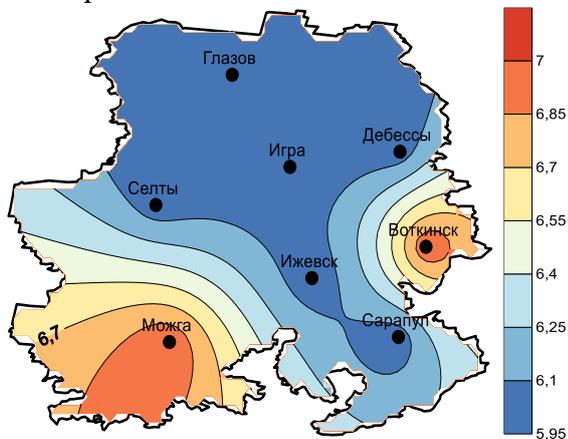
**Рис. 1. Карта-схема распределения средних значений дат начала отопительного сезона на территории Удмуртской Республики**



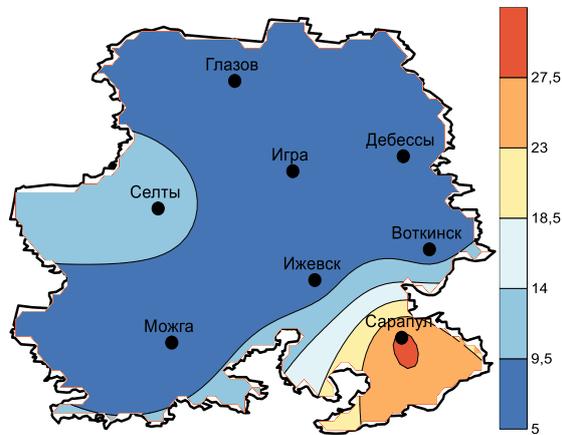
**Рис. 2. Карта-схема распределения средних значений дат окончания отопительного сезона на территории Удмуртской Республики**

Самые ранние даты начала отопительного сезона на всей территории Удмуртской Республики (рис. 3) наступили примерно в одни и те же даты. На таких станциях как Глазов, Селты, Игра, Дебессы, Ижевск и Сарапул при рассмотрении всего наблюдаемого периода (1977-2021 гг.) самое раннее наступление ОП отмечается 6 сентября. На станциях Можга и Воткинск дата самого раннего наступления отопительного сезона принимает значение 7 сентября. При анализе данной карты также можно заметить тенденцию, что отопительный сезон начинается раньше на более северных территориях, чем на южных.

Наступление самых поздних дат начала отопительного сезона (рис. 4) распределяется по территории Удмуртской Республики с северо-востока на юго-запад. Самая поздняя дата наступления начала подачи отопления наблюдалась на станции Сарапул (29 октября), также одна из поздних дат начала отопительного сезона отмечалась на станции Селты (12 октября). А на таких станциях как Глазов Игра, Дебессы, Воткинск, Ижевск и Можга самое позднее значение даты начала отопительного сезона отмечалось 6 октября.



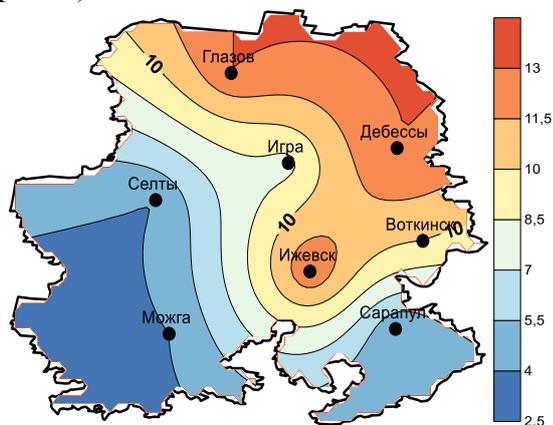
**Рис. 3. Карта-схема распределения ранних значений дат начала отопительного сезона на территории Удмуртской Республики**



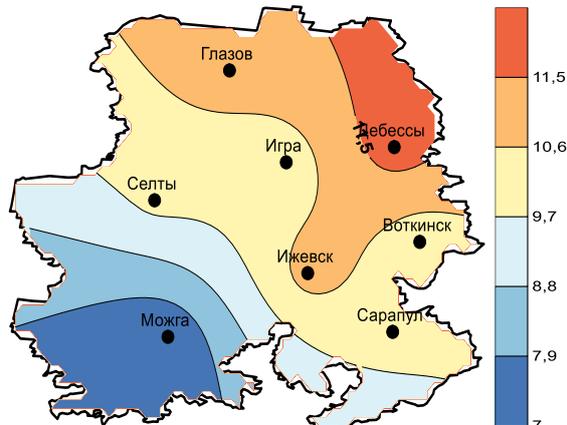
**Рис. 4. Карта-схема распределения поздних значений дат начала отопительного периода на территории Удмуртской Республики**

Одни из самых ранних значений дат окончания отопительного сезона наблюдались на юго-западе и юго-востоке Удмуртской Республике на таких станциях как Можга, Селты и Сарапул (4 апреля). Далее, двигаясь на северо-восток значения дат увеличиваются. Самая поздняя из ранних дат окончания подачи отопления отмечалась на станциях Дебессы, Ижевск и Глазов, дата которых принимает значение 13 апреля (рис. 5).

Самая поздняя дата окончания отопительного сезона наблюдались на северо-востоке на станции Дебессы (12 мая). Также одни из самых поздних дат отмечались на таких станциях как Глазов и Ижевск, значения дат которых принимают значение 11 мая. При продвижении на юго-запад значения дат уменьшаются, и самая ранняя из поздних дат окончания отопительного сезона наблюдается на станции Можга, принимая значение 7 мая (рис. 6).



**Рис. 5. Карта-схема распределения ранних значений дат окончания отопительного периода на территории Удмуртской Республики**



**Рис. 6. Карта-схема распределения поздних значений дат окончания отопительного периода на территории Удмуртской Республики**

В заключении отметим, что все средние характеристики отопительного сезона на станциях Удмуртской республики отличаются друг от друга на небольшие значения. Средние даты начала отопительного сезона изменяются в пределах от 20 до 22 сентября, а средние даты окончания отопительного сезона изменяются в пределах от 24 до 28 апреля.

### Список литературы

1. Важнова Н.А., Верещагин М.А. Долгосрочное прогнозирование сроков устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через 8°C для территории Приволжского федерального округа // Метеорология и гидрология, №1, 2017, с. 56-66.
2. Носырева О.В., Барашкова Н.К., Кижнер Л.И. Определение продолжительности отопительного сезона // Метеорология и гидрология, №9, 2019, с. 99-109.

## **IQLIM O'ZGARISHI DAVRIDA ABSOLYUT HAVO HARORATLARI TAHLILI**

Arziqulov M.M.

Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti, Toshkent, O'zbekiston,  
arziqulovmirzobek09@gmail.com

**Annotatsiya.** Maqolada Namangan, Qarshi va Urganch shaharlarida, bazaviy iqlimiy davr (1961-1990 yy) va so'ngi iqlimiy davr (1991-2020 yy) larda havoning o'rtacha oylik, absolyut maksimal va absolyut minimal harorati o'zgarishi tahlil qilingan. Hozirgi kunda global isish jarayoni kunning dolzarb muammosi bo'lib turibdi va bu global isish iqtisodiyotning barcha tarmoqlariga ta'sir o'tkazmoqda. Ayniqsa bu global isish jarayoni urbanizatsiyalashgan shaharlar iqlimida yaqqolroq namoyon bo'lmoqda. Ushbu muammo bizning hududda, xususan O'zbekistonning tanlangan shaharlari Namangan, Qarshi va Urganch shaharlarida ham mavjud ekanligini bizning tahlil natijalari ko'rsatdi.

**Kalit so'zlar:** havo harorati, absolyut maksimal va minimal harorat, trend chizig'i, bazaviy iqlimiy davr, so'ngi iqlimiy davr, shaharlar iqlimi.

## **АНАЛИЗ АБСОЛЮТНЫХ ТЕМПЕРАТУР ВОЗДУХА В ПЕРИОД ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА**

Арзикулов М.М.

Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, Ташкент, Узбекистан.  
arziqulovmirzobek09@gmail.com

**Аннотация.** В статье проанализированы изменения среднемесячной, абсолютной максимальной и абсолютной минимальной температуры воздуха в городах Наманган, Қарши и Ургенч в течение основного климатического периода (1961-1990 гг.) и позднего климатического периода (1991-2020 гг.). Сегодня глобальное потепление является актуальной проблемой дня, и это глобальное потепление затрагивает все отрасли экономики. Этот процесс глобального потепления особенно заметен в климате городов. Результаты анализа показали, что данная проблема существует в нашем регионе, в частности в отдельных городах Узбекистана Наманган, Қарши и Ургенч.

**Ключевые слова:** температура воздуха, абсолютная максимальная и минимальная температура, линия тренда, основной климатический период, последний климатический период, городской климат.

## **ANALYSIS OF ABSOLUTE AIR TEMPERATURES DURING CLIMATE CHANGE**

Arzikulov M.M.

National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Tashkent, Uzbekistan.  
arziqulovmirzobek09@gmail.com

**Abstract.** This article analyzes temperature changes in the cities of Namangan, Karshi and Urganch during the basic climate period (1961-1990 yy) and the closing climate period (1991-2020 yy). Today, global warming is an urgent problem of the day, and this global warming affects all sectors of the economy. This process of global warming is especially evident in the climate of urbanized cities. The results of our analysis show that this problem exists in our region, in particular in selected cities of Uzbekistan Namangan, Karshi and Urganch.

**Keywords:** Air temperature, absolut maximum and minimum temperature, trend line, basic climatic period, current climatic period, climate of cities.

Namangan, Qarshi va Urganch shaharlari O‘zbekistonning turli nuqtalarida: Namangan Respublikamiz sharqida, Qarshi janubida va Urganch g‘arbida joylashgan bo‘lib, shaharlarning qishi sovuq, yozi issiq va quruq, kam yog‘ingarchilik kuzatiladigan keskin kontinental iqlimga ega. Bu tanlangan shaharlarda yog‘inning asosiy qismi bahor va qish oylariga to‘g‘ri keladi. Yog‘inning bir qismi qor shaklida yog‘ib, qor qoplami ham past va tez erib ketadi. Bahor oylarida ba‘zan jala yog‘adi va bu selni vujudga keltirib, xo‘jalikka zarar keltiradi. Bu tanlangan shaharlarning dengiz sathidan balandligi turlicha bo‘lib Namangan 450 m, Qarshi 375 m va Urganch 100 m balandlikda joylashgan [3].

Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti 40°C va undan yuqori harorat inson salomatligi uchun xavfli deb qabul qilgan. Ilmiy tadqiqotlarimizda O‘zbekiston iqlim sharoitidan kelib chiqib 42°C harorat qiymatini qabul qildik [5].

Namangan shahrida absolyut maksimal havo haroratining 40°C va undan yuqori qiymatlari bazaviy iqlimiy davrda 18 kun kuzatilgan bo‘lsa, so‘ngi iqlimiy davrda 26 kun kuzatilgan. Absolyut minimal haroratning -15°C va undan past haroratlar bazaviy iqlimiy davrda 17 kun kuzatilgan bo‘lsa, so‘ngi iqlimiy davrda 3 kun kuzatilgan. Iqlim o‘zgarishi davrida inson salomatligi uchun havfli bo‘lgan havo haroratlarining 42°C va undan yuqori, -15°C va undan past harorat qiymatlarining kuzatuv natijalari 1-jadvalda keltirilgan.

Grafik tahlillari asosida Namangan shahrida bazaviy iqlimiy davrga nisbatan so‘ngi iqlimiy davrda o‘rtacha oylik havo haroratining 1,1°C ga ko‘tarilgan. Fasllar kesimida bahor faslida 0,5°C, yozda 1,0°C, kuzda 1,2°C, qishda 1,6°C, ga ko‘tarilgani aniqlandi. O‘rtacha havo haroratining yuqori o‘zgarishlari yanvar, fevral va mart oylarida kuzatilmoqda. Namangan shahrida bazaviy iqlimiy davr va so‘ngi iqlimiy davrlarda ham haroratning ko‘tarilayotganini ko‘rishimiz mumkin [1, 2].

Namangan shahrida absolyut maksimal harorat bazaviy iqlimiy davrda 1966-yil iyunda 41,7°C, so‘ngi iqlimiy davrda 2007-yil iyunda 42,5°C kuzatilgan. Namangan shahrida absolyut minimal harorat bazaviy iqlimiy davrda 1969-yil yanvarda -25,8°C, so‘ngi iqlimiy davrda 2014-yil fevralda -20,5°C kuzatilgan. (1-jadval).

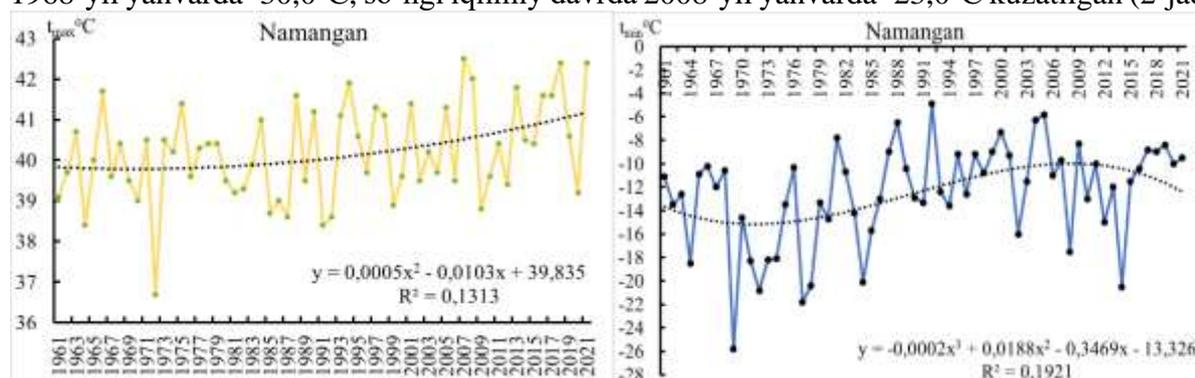
**1-jadval**

**Namangan shahrida absolyut maksimal va minimal havo harorati va kuzatilgan vaqti (1961-2021 yy.)**

Bazaviy iqlimiy davr (BID)				So‘ngi iqlimiy davr (SID)			
Absolyut maksimal		Absolyut minimal		Absolyut maksimal		Absolyut minimal	
Yil/oy	Harorat (°C)	Yil/oy	Harorat (°C)	Yil/oy	Harorat (°C)	Yil/oy	Harorat (°C)
-	-	1964.01	-18,5	2007.06	42,5	2002.12	-16,0
-	-	1969.01	-25,8	2008.06	42,0	2008.01	-17,5
-	-	1969.02	-21,0	2008.09	42,0	2012.12	-15,1
-	-	1971.01	-18,3	2017.07	42,4	2014.02	-20,5
-	-	1971.02	-15,5	2021.08	42,4	-	-
-	-	1972.01	-20,1	2021.09	42,4	-	-
-	-	1972.02	-20,8	-	-	-	-
-	-	1973.01	-18,2	-	-	-	-
-	-	1974.01	-17,5	-	-	-	-
-	-	1974.02	-18,1	-	-	-	-
-	-	1977.01	-21,8	-	-	-	-
-	-	1977.02	-18,5	-	-	-	-
-	-	1978.02	-20,4	-	-	-	-
-	-	1984.02	-18,0	-	-	-	-
-	-	1984.12	-20,1	-	-	-	-
-	-	1985.01	-15,7	-	-	-	-

Qarshi shahrida bazaviy iqlimiy davrga nisbatan so'ngi iqlimiy davrda havo haroratining o'rtacha harorat qiymatlari 0,8°C ga ko'tarilgan. Fasllar kesimida bahor faslida 0,7°C, yozda 0,23°C, kuzda 0,8°C, qishda 1,4°C, ga ko'tarilgani aniqlandi. O'rtacha oylik havo haroratining yuqori o'zgarishlari yanvar, fevral va mart oylarida kuzatilmoqda [1, 4].

Qarshi shahrida absolyut maksimal havo haroratining 40°C va undan yuqori qiymatlari bazaviy iqlimiy davrda 85 kun kuzatilgan bo'lsa, so'ngi iqlimiy davrda 97 kun kuzatilgan. Absolyut minimal haroratning -15°C va undan past haroratlari bazaviy iqlimiy davrda 18 kun kuzatilgan bo'lsa, so'ngi iqlimiy davrda 8 kun kuzatilgan. Qarshi shahrida absolyut maksimal harorat rekordi bazaviy iqlimiy davrda 1983-yil iyulda 45,5°C, so'ngi iqlimiy davrda 1997-yil iyulda 46,8°C kuzatilgan. Qarshi shahrida absolyut minimal harorat bazaviy iqlimiy davrda 1968-yil yanvarda -30,0°C, so'ngi iqlimiy davrda 2008-yil yanvarda -23,0°C kuzatilgan (2-jadval).



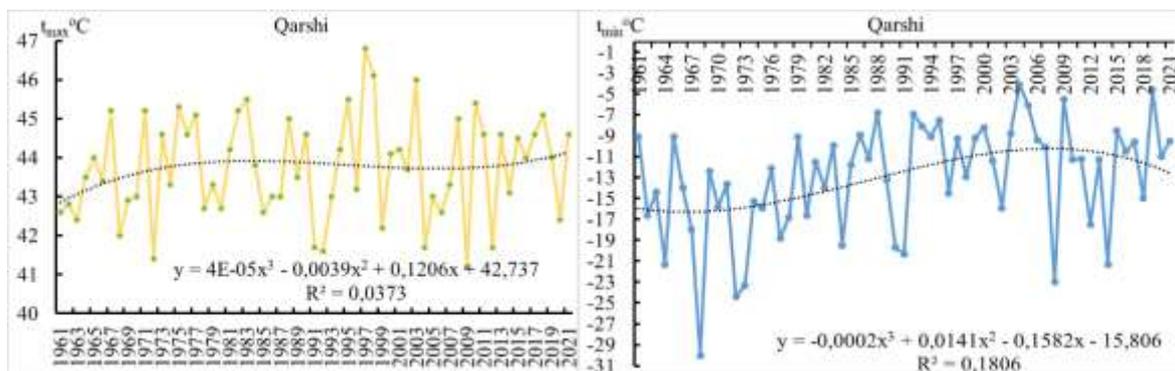
**1-rasm. Namangan shahrida havo haroratining absolyut maksimal va minimal qiymatlarining 1961-2021 yillardagi tebranishi**

*2-jadval*

**Qarshi shahrida absolyut maksimal va minimal havo haroratlari va kuzatilgan vaqti (1961-2021 yy.)**

Bazaviy iqlimiy davr (BID)				So'ngi iqlimiy davr (SID)			
Absolyut maksimal		Absolyut minimal		Absolyut maksimal		Absolyut minimal	
Yil/oy	Harorat (°C)	Yil/oy	Harorat (°C)	Yil/oy	Harorat (°C)	Yil/oy	Harorat (°C)
1967.06	45,2	1962.01	-16,6	1995.07	45,5	1991.01	-20,3
1971.07	45,2	1964.01	-21,3	1997.07	46,8	2002.12	-15,9
1975.07	45,3	1964.02	-15,3	1998.07	46,1	2008.01	-23,0
1977.06	45,1	1967.12	-18,0	2003.07	46,0	2008.02	-18,0
1982.08	45,2	1968.01	-30,0	2008.08	45,0	2008.03	-15,1
1983.07	45,5	1968.02	-19,9	2010.07	45,4	2012.02	-15,5
1988.06	45,0	1970.12	-15,8	2018.07	45,1	2012.12	-17,5
-	-	1972.01	-24,4	2021.07	45,7	2014.02	-21,3
-	-	1972.02	-22,5	-	-	2018.01	-15,0
-	-	1972.12	-16,1	-	-	-	-
-	-	1973.01	-23,3	-	-	-	-
-	-	1974.12	-15,3	-	-	-	-
-	-	1975.01	-15,9	-	-	-	-
-	-	1977.01	-18,8	-	-	-	-
-	-	1978.02	-16,8	-	-	-	-
-	-	1980.01	-15,9	-	-	-	-
-	-	1980.02	-16,6	-	-	-	-
-	-	1984.02	-18,7	-	-	-	-
-	-	1984.12	-19,5	-	-	-	-
-	-	1990.12	-19,7	-	-	-	-

Urganch shahrida bazaviy iqlimiy davrga nisbatan so'ngi iqlimiy davrda havo haroratining o'rtacha oylik qiymatlari 0,5°C ga ko'tarilgan. Fasllar kesimida bahor faslida 0,7°C, yozda 0,13°C, kuzda 0,13°C, qishda 1,0°C ga ko'tarilgani aniqlandi. O'rtacha oylik havo haroratining yuqori o'zgarishlari yanvar, fevral va mart oylarida kuzatilmoqda [1].



**2-rasm. Qarshi shahrida havo haroratining absolyut maksimal va minimal qiymatlarining 1961-2021 yillardagi tebranishi**

Urganch shahrida absolyut maksimal havo haroratining 40°C va undan yuqori qiymatlari bazaviy iqlimiy davrda 51 kun kuzatilgan bo'lsa, so'ngi iqlimiy davrda 63 kun kuzatilgan. Absolyut minimal haroratning -15°C va undan past haroratlar bazaviy iqlimiy davrda 38 kun kuzatilgan bo'lsa, so'ngi iqlimiy davrda 37 kun kuzatilgan. Urganch shahrida absolyut maksimal harorat rekordi bazaviy iqlimiy davrda 1981-yil iyulda 45,1°C, so'ngi iqlimiy davrda 2018-yil iyulda 45,5°C kuzatilgan. Urganch shahrida absolyut minimal haroratlar bazaviy iqlimiy davrda 1964-yil yanvarda -25,3°C, so'ngi iqlimiy davrda 2008-yil yanvarda -25,5°C kuzatilgan.

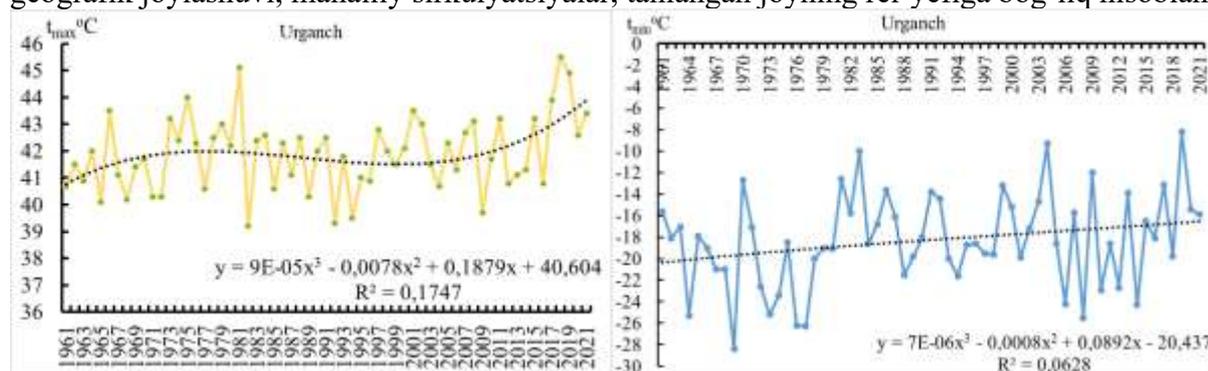
*3-jadval*

**Urganch shahrida absolyut maksimal va minimal havo haroratlari va kuzatilgan vaqti (1961-2021 yy.)**

Bazaviy iqlimiy davr (BID)				So'ngi iqlimiy davr (SID)			
Absolyut maksimal		Absolyut minimal		Absolyut maksimal		Absolyut minimal	
Yil/oy	Harorat (°C)	Yil/oy	Harorat (°C)	Yil/oy	Harorat (°C)	Yil/oy	Harorat (°C)
1964.07	42,0	1964.01	-25,3	1991.07	42,5	1993.02	-20,0
1966.06	43,5	1967.01	-21,0	1997.07	42,8	1994.02	-21,6
1973.07	43,2	1973.01	-25,2	1998.06	42,0	2006.01	-24,4
1974.06	42,4	1973.02	-23,8	2000.07	42,1	2008.01	-25,5
1975.07	44,0	1974.01	-23,4	2001.06	43,5	2010.02	-22,9
1976.07	42,3	1974.02	-21,0	2002.08	43,0	2012.01	-20,4
1978.07	42,5	1976.02	-20,8	2005.07	42,3	2012.12	-22,7
1979.07	43,0	1976.12	-26,2	2007.06	42,7	2014.02	-24,3
1980.07	42,2	1977.01	-26,3	2008.07	43,1	-	-
1981.07	45,1	1978.02	-20,1	2008.08	42,5	-	-
1983.07	42,4	1988.02	-24,3	2011.08	43,2	-	-
1984.07	42,6	-	-	2015.07	43,2	-	-
1986.07	42,3	-	-	2017.07	43,9	-	-
1988.06	42,5	-	-	2018.07	45,5	-	-
1990.07	42,0	-	-	2019.07	44,9	-	-
-	-	-	-	2020.06	42,6	-	-
-	-	-	-	2020.07	42,0	-	-
				2021.05	43,1		
				2021.06	42,8		
				2021.07	43,4		

Asosiy iqlim kattaliklari hisoblangan havo haroratining bazaviy iqlimiy davrga nisbatan so'ngi iqlimiy davrda Namanganda 1,1°C, Qarshida 0,8°C, Urganchda 0,5°C o'sishi kuzatilgan. Absolyut maksimal havo haroratining bazaviy iqlimiy davrdagi rekordlari so'ngi iqlimiy davrda Namanganda 41,7°C dan - 42,5°C ga, Qarshida 45,5°C dan - 46,8°C ga va Urganchda 45,1°C dan - 45,5°C ga yangilandi. Absolyut minimal havo haroratining bazaviy iqlimiy davrdagi rekordlari so'ngi iqlimiy davrda Namanganda -25,8°C dan - 20,5°C ga, Qarshida -30,0°C dan - -23,0°C ga va Urganchda -25,3°C dan - -25,5°C ga pasaygan. Bundan tashqari yuqori haroratli kunlar soni ortgan bo'lsa past haroratli kunlar soni kamaygan. Havo haroratining yuqori qiymatlarda o'sishiga

bizning tadqiqot obektlar hududining shahar hududi ekanligi, antropogen landshafti, shaharning geografik joylashuvi, mahalliy sirkulyatsiyalar, tanlangan joyning rel'yefiga bog'liq hisoblanadi.



**3-rasm: Urganch shahrida havo haroratining absolyut maksimal va minimal qiymatlarining 1961-2021 yillardagi tebranishi**

### Adabiyotlar ro'yxati

1. Arziqulov M.M. O'zbekistonning tanlangan shaharlarida iqlim o'zgarishi tahlili (Namangan, Qarshi va Urganch shaharlari misolida). Magistrlik dissertatsiyasi Toshkent-2023. – B. 24-30.
2. Shermuxamedov U.A, Arziqulov M.M. So'ngi iqlimiy davrda Namangan shahrida harorat o'zgarishi tahlili. Ilmiy tadqiqotlar sammiti. Respublika ko'p tarmoqli ilmiy sammit materiallari to'plami 2- tom. 22-fevral, 2022-yil. Toshkent-2022. B. 112-116.
3. Айзенштат Б.А., Бабиченко В.Н., Лиухина Г.Н. Климат Намангана. Среднеазиатский региональный Научно-исследовательский институт им. В. А Бугаева 1984. С 7-9.
4. Arziqulov M. Air temperature analysis in the cities Namangan, Qarshi and Urgench. "O'zbekiston Milliy universitetining ilm-fan rivoji va jamiyat taraqqiyotida tutgan o'rni" xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya (O'zMU 105 yil). 2023 yil. B. 63-66.
5. www.euro.who.int

### ЖИЗЗАХ ВИЛОЯТИДА ҚУРҒОҚЧИЛИК ШАРОИТЛАРИНИ SPI ИНДЕКСИ АСОСИДА БАҲОЛАШ

Ахмуратова Б.Х.<sup>1</sup>, Бегматов С.У.<sup>2</sup>, Ярашев Д.У.<sup>2</sup>, Холматжанов Б.М.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон миллий университети, b.ahmuratova@nuu.uz

<sup>2</sup> Гидрометеорология илмий-тадқиқот институти, Тошкент, Ўзбекистон

**Аннотация.** Мақолада Жиззах вилоятида қурғоқчилик шароитларининг тақсимоти 1 ва 3 ойлик SPI индекси асосида баҳоланган. Натижалар вилоятда меъёрга яқин намланиш шароитлари 65-70 % ҳолатларда қайд этилишини кўрсатди. 1 ойлик экстремал қурғоқчиликнинг такрорланиш эҳтимоллиги тоғли Бахмал метеорология станциясида 2,8 %, суғориладиган ҳудудда жойлашган Дўстлик метеорологик станциясида 2,5 % ни ташкил этиб, ўртача 3,2 ва 3 ойда бир марта такрорланиш эҳтимоллигига тенг. 3 ойлик SPI индекси бўйича экстремал қурғоқчиликнинг такрорланувчанлик эҳтимоллиги мос равишда 30 йилда ва 15 йилда 1 мартага тенг бўлиб, бу кўрсаткичлар 1,7 % ва 0,8 % ни ташкил этади.

**Калит сўзлар:** қурғоқчилик, SPI, ERA5, Жиззах вилояти.

### ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ЗАСУШЛИВОСТИ В ДЖИЗАКСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ ИНДЕКСА SPI

Ахмуратова Б.Х.<sup>1</sup>, Бегматов С.У.<sup>2</sup>, Ярашев Д.У.<sup>2</sup>, Холматжанов Б.М.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улуғбека, b.ahmuratova@nuu.uz

<sup>2</sup> Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, Ташкент, Узбекистан

**Аннотация.** В статье оценена повторяемость условий засухи в Джизакской области на основе 1- и 3-месячных индексов SPI. Результаты показали, что на территории области примерно в 65-70% случаях устанавливаются условия увлажнения, близкие к норме. Вероятность повторения 1-месячной экстремальной засухи составляет 2,8% на горной метеостанции Бахмал и 2,5% на

метеостанции Дуслик, расположенной на орошаемой территории, что соответствует одному случаю в каждые 3,2 и 3 месяца. По 3-месячному индексу SPI, вероятность повторения экстремальной засухи равно соответственно одному разу в 30 и 15 лет, что составляет 1,7% и 0,8% соответственно.

**Ключевые слова:** засуха, SPI, ERA5, Джизакская область.

## ASSESSMENT OF DROUGHT CONDITIONS IN DJIZAK REGION BASED ON SPI INDEX

Akhmuratova B.Kh.<sup>1</sup>, Begmatov S.U.<sup>2</sup>, Yarashev D.U.<sup>2</sup>, Kholmatjanov B.M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek,

<sup>2</sup> Hydrometeorological Research Institute, Tashkent, Uzbekistan, b.axmuratova@nuu.uz

**Abstract.** The article evaluates the frequency of drought conditions in the Jizzakh region using 1 and 3-month SPI indices. Results indicate that approximately 65-70% of the time, moisture conditions are close to normal. The probability of a 1-month extreme drought recurrence is 2.8% at the Bakhmal mountain weather station and 2.5% at the Dustlik weather station. According to the 3-month SPI, the probability of extreme drought recurrence is once in 30 and 15 years, which is 1.7% and 0.8%, respectively.

**Keywords:** drought, SPI, ERA5, Jizzakh region.

Қурғоқчилик ҳодисаси бошқа хавфли гидрометеорологик ҳодисалар орасида ўзининг узоқ вақт давом этиши ва катта майдонларни қамраб олиши билан ажаралиб туради. Шу сабабли қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришида самарали фаолият олиб бориш қурғоқчилик мониторингини амалга ошириш ва қурғоқчиликни эрта прогнозлаш муҳим аҳамият касб этади. Ҳозирги вақтда жаҳон амалиётида йигирмадан ортиқ метеорологик қурғоқчилик индекслари қўлланилмоқда [7]. Жаҳон метеорология ташкилоти 2009 йилда қўлланилиши содда бўлган SPI (Standardized Precipitation Index) индексини қурғоқчиликдан эрта огоҳлантириш учун ҳаракат қилаётган мамлакатларга қулай восита сифатида тавсия этган [6]. Мазкур индекс 1993 йилда Т.В.МакКее томонидан киритилган бўлиб, қурғоқчилик мониторинг тизимини ташкил қилиш SPI индекси асосида амалга оширилиши мақсадга мувофиқ [2, 3].

Юқоридаги ҳолатларни эътиборга олиб, тадқиқот ишининг мақсади Жиззах вилоятида қурғоқчиликнинг шаклланишини SPI индексини ERA5 маълумотлари асосида ҳисоблаш, 1 ва 3 ойлик қурғоқчиликнинг такрорланувчанлиги, давомийлиги ва жадаллигини баҳолаш ҳамда уларни карталаштириш ишнинг вазифаси ҳисобланади.

Тадқиқот ишининг объектини сифатида Жиззах вилояти ҳудуди танланган. Вилоят ҳудудида метеорологик қурғоқчиликнинг тақсимотини SPI индекси асосида аниқлаш ишнинг предметини ташкил этади.

SPI индексининг муайян қийматлар диапазонида 1-жадвалда келтирилган қурғоқчилик даражалари мос келади. Ихтиёрий вақт масштаби учун қурғоқчилик мезони куйидагича аниқланади. SPI қиймати манфий бўлганда қурғоқчилик ҳодисаси шаклланди деб қабул қилинади ва  $SPI \leq -1,0$  бўлганда қурғоқчилик муайян жадалликка эришади.

**1-жадвал**

**SPI индекси бўйича намланиш таснифи**

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

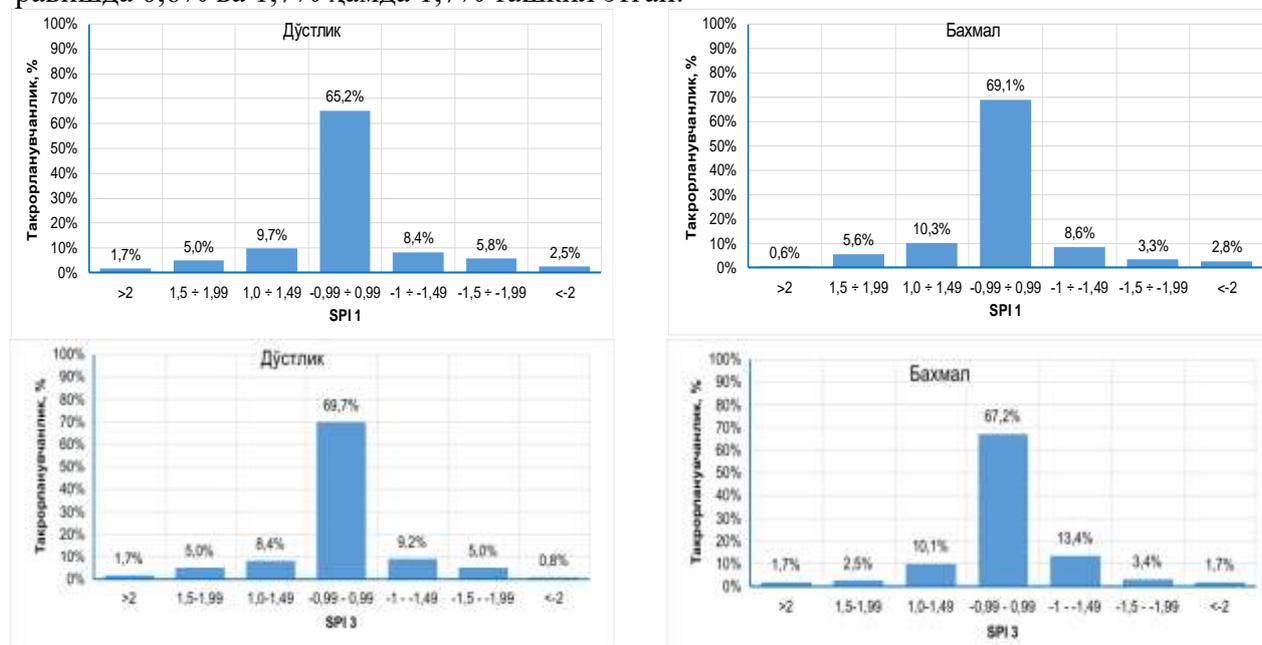
Тупроқ намлиги ёғинларнинг нисбатан қисқа вақт давомидаги аномалияларига таъсирчан. Ер ости сувларининг ҳолати, дарёларнинг сув оқими ва сув омборларининг

гидрологик режими ёғинларнинг узок муддатли аномалияларини акс эттиради. Шу сабабли 1 ва 2 ойлик SPI қийматлари метеорологик қурғоқчилик, 1-6 ойлик SPI қийматлари тупроқ қурғоқчилиги, 6 дан 24 ойликкача ва ундан каттароқ вақт оралиғи учун ҳисобланган SPI қийматлари эса гидрологик қурғоқчиликни таҳлил қилиш учун қўлланилиши мумкин [6].

Тадқиқотни бажаришда Европа ўрта муддатли об-ҳаво прогнозлари маркази (ECMWF) ERA5 реанализ базасининг 1991-2020 йиллар учун ёғинлар миқдори маълумотларидан фойдаланилди [5].

SPI индекси R-Studio дастурий таъминоти кутубхонасига кирувчи spi 1.1 [1] ва АҚШ Небраска Университети Қурғоқчилик оқибатларини юмшатиш марказининг SPIgenerator [4] дастурлари воситасида ҳисобланди ва натижаларнинг мувофиқлиги текширилди.

Жиззах вилоятининг тоғли худудида жойлашган Бахмал ва суғориладиган худудида жойлашган Дўстлик метеорологик станциялари координаталарига мос келувчи ERA5 маълумотлари асосида ҳисобланган 1 ва 3 ойлик SPI индекси қийматларининг таҳлили қурғоқчилик даражаларининг нормал тақсимотга эга эканлигини кўрсатди (1-расм). Тадқиқ этилаётган даврда 65-70 % оралиғидаги ҳолларда қиёслаш бажарилган 2 та станцияда меъёрга яқин намланиш даражаси қайд этилган. Экстремал қурғоқчилик ҳолатларининг такрорланувчанлиги бу станцияларнинг иккаласида 1 ойлик SPI индекси бўйича 2,8 % ва 2,5 %, 3 ойлик SPI индекси бўйича 1,7 % ва 0,8 % ни, экстремал намланиш шароитлари мос равишда 0,6% ва 1,7% ҳамда 1,7% ташкил этган.



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

Юқорида таъкидланганидек, SPI нинг манфий қийматларида қурғоқчилик ҳодисаси содир бўлди деб ҳисобланади. Шу сабабли, 1-расмда марказдан ўнгга жойлашган тақсимот қурғоқчилик шароитларига мос келади. Давомийлигидан қатъий назар ERA5 маълумотлари асосида ҳисобланган турли жадалликдаги қурғоқчилик ҳодисасининг такрорланиш эҳтимолликлари аниқланди (2-жадвал). 1-расмда келтирилган тақсимотга мувофиқ 1 ойлик SPI индекси бўйича қурғоқчиликнинг кучсиз жадаллиги Дўстликда 111 та (3,2 ойда 1 марта), Бахмалда 122 та (3 ойда 1 марта) ҳолатларда қайд этилган. Қурғоқчиликнинг экстремал жадаллиги бўйича Дўстлик станциясида 3,3 йилда 1 марта ва Бахмалда 3 йилда 1 марта такрорланиш эҳтимоллигига мос келади. Қурғоқчиликнинг мўътадил ва кучли жадалликлари бу станцияларда 11,6 ойдан 30 ойда 1 мартагача такрорланувчанликка эга. 3 ойлик SPI индекси бўйича турли жадалликдаги қурғоқчилик ҳодисасининг такрорланиш эҳтимолликлари қурғоқчиликнинг кучсиз жадаллиги Дўстликда 3,5 йилда 1 марта (43 та ҳолат) ва

Бахмалда 3 йилда 1 марта (36 та ҳолат) қайд этилган (2-жадвал). Мўътадил жадалликдаги қурғоқчиликнинг такрорланиш эҳтимоллиги Дўстликда 11 ойда 1 мартадан, Бахмалда 16 ойда 1 мартагача, кучли қурғоқчилик эҳтимоллиги эса, янада кам, Дўстликда 5 йилда 1 мартадан Бахмалда 2,5 йилда 1 мартагача қийматларни ташкил этган. Экстремал жадалликдаги қурғоқчиликнинг такрорланиш эҳтимоллиги ҳам паст кўрсаткичга эга бўлиб, улар мос равишда 30 йилда ва 15 йилда 1 марта такрорланиш эҳтимоллигига эга.

2-жадвал

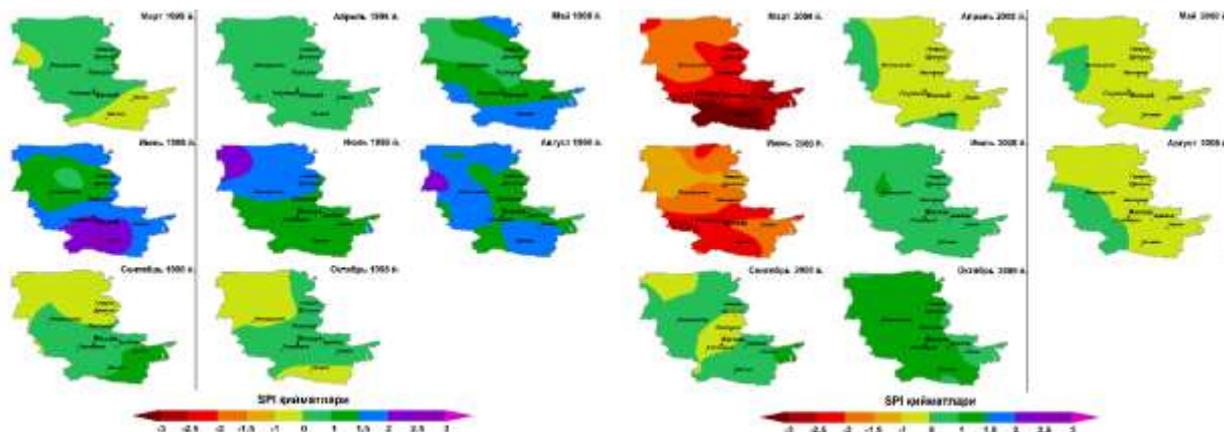
**Вилоятнинг суғориладиган ва тоғли ҳудудда SPI 1 ва SPI 3 индекслари бўйича қурғоқчиликнинг такрорланиш эҳтимоллиги (1991-2020 йй.)**

<b>SPI 1</b>	<b>Қурғоқчилик даражаси</b>	<b>30 йил давомидаги ҳолатлар сони</b>	<b>Такрорланиш эҳтимоллиги</b>
<b>Дўстлик</b>			
0 ÷ -0,99	Кучсиз	111	3,2 ойда 1 марта
-1 ÷ -1,49	Мўътадил	30	1 йилда 1 марта
-1,5 ÷ -1,99	Кучли	21	17,1 ойда 1 марта
<-2	Экстремал	9	3,3 йилда 1 марта
<b>Бахмал</b>			
0 ÷ -0,99	Кучсиз	122	3 ойда 1 марта
-1 ÷ -1,49	Мўътадил	31	11,6 ойда 1 марта
-1,5 ÷ -1,99	Кучли	12	30 ойда 1 марта
<-2	Экстремал	10	3 йилда 1 марта
<b>SPI 3</b>	<b>Қурғоқчилик даражаси</b>	<b>30 йил давомидаги ҳолатлар сони</b>	<b>Такрорланиш эҳтимоллиги</b>
<b>Дўстлик</b>			
0 ÷ -0,99	Кучсиз	43	3,5 йилда 1 марта
-1 ÷ -1,49	Мўътадил	11	11 ойда 1 марта
-1,5 ÷ -1,99	Кучли	6	5 йилда 1 марта
<-2	Экстремал	1	30 йилда 1 марта
<b>Бахмал</b>			
0 ÷ -0,99	Кучсиз	36	3 йилда 1 марта
-1 ÷ -1,49	Мўътадил	16	16 ойда 1 марта
-1,5 ÷ -1,99	Кучли	4	2,5 йилда 1 марта
<-2	Экстремал	2	15 йилда 1 марта

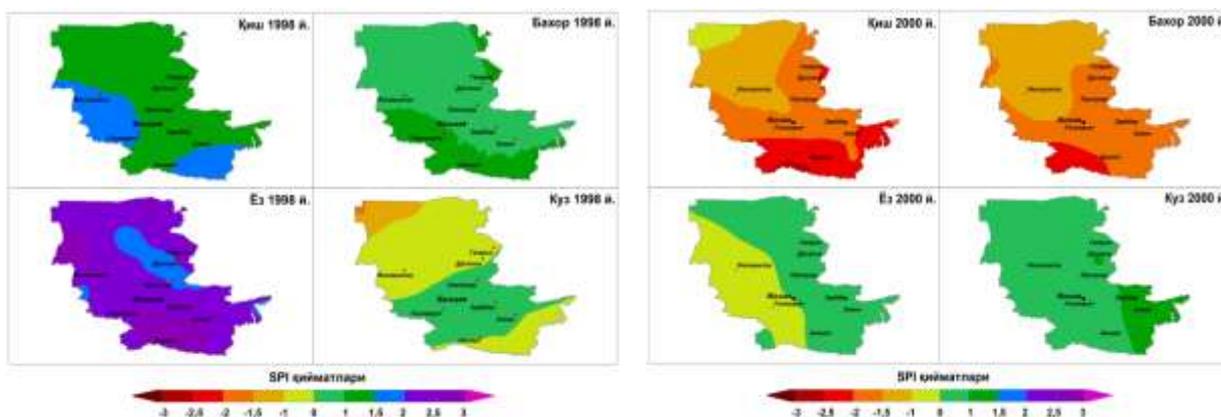
2- ва 3-расмларда 1 ва 3 ойлик SPI индексининг тақсимот карта-схемалари келтирилган. SPI 1 индекси бўйича нам 1998 йил ва қурғоқчил 2008 йиллар танлаб олинган бўлиб, унга кўра, 1998 йил Дўстликда меъёрга яқин ва мўътадил намланиш кузатилган (-1,0÷2,0). Фақатгина июнь ойида намланиш кўрсаткичи йил ичидаги энг катта кўрсаткичга эга бўлган. Бахмалда айни йилда кузатилган қийматлар нисбатан юқорироқ (-1,0÷3,0) бўлиб, йил бўйича асосан меъёрга яқин ва мўътадил намланиш кузатилган. Май ойида кучли ва июнь ойида экстремал намланиш қайд этилган.

Дўстликда 2008 йил март ва июнь ойларида экстремал ва кучли қурғоқчилик ҳодисалари рўй берган, қолган ойларда меъёрга яқин намланиш кузатилган. Бахмалда март ва июнь ойларида экстремал қурғоқчилик ҳодисалари кузатилган. Қолган ойларда эса меъёрга яқин ва мўътадил намланиш қайд этилган.

SPI 3 индекси бўйича 1998 йилда иккала станция ҳудудидида ҳам қурғоқчилик ҳодисаси кузатилмаган ва юқори намланиш шароити ёз мавсумига тўғри келган. Жиззах вилоятида 2000 йилда қиш ва баҳор мавсумлари қурғоқчилик билан тавсифланади. Ёз ва куз мавсумларида меъёрга яқин намланиш намланиш қайд этилган.



**2-расм. Жиззах вилоятида SPI 1 индексининг тақсимоти  
а) нам 1998 йил, б) қурғоқчил 2008 йил**



**3-расм. Жиззах вилоятида SPI 3 индексининг тақсимоти  
а) нам 1998 йил, б) қурғоқчил 2000 йил**

### Адабиётлар рўйхати

1. CRAN Package Check Results for Package spi. URL: [https://cran-archive.r-project.org/web/checks/2021/2021-02-15\\_check\\_results\\_spi.html](https://cran-archive.r-project.org/web/checks/2021/2021-02-15_check_results_spi.html)
2. McKee T.B., Doesken N.J., Kleist J. The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Scales / Proceedings of the 8<sup>th</sup> Conference on Applied Climatology, 17-22 January 1993, Anaheim, CA. Boston, MA, American Meteorological Society.
3. Haye M., Svoboda M., Wall N., Widhalm M. The Lincoln Declaration On Drought Indices: Universal Meteorological Drought Index Recommended // Bulletin of American Meteorological Society, 2011. 92(4):485-488. <https://doi.org/10.1175/2010BAMS3103.1>.
4. National Drought Mitigation Center (2018). SPI Generator [software]. University of Nebraska–Lincoln. URL: <https://drought.unl.edu/Monitoring/SPI/SPIProgram.aspx>
5. Welcome to the Climate Data Store. URL: <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/home/>
6. World Meteorological Organization (WMO): Standardized Precipitation Index User Guide. WMO-No. 1090. 2012. – 18 p.
7. World Meteorological Organization (WMO) and Global Water Partnership (GWP): Handbook of Drought Indicators and Indices (M. Svoboda and B.A. Fuchs). Integrated Drought Management Programme (IDMP), Integrated Drought Management Tools and Guidelines Series 2. Geneva. WMO-No 1173. 2016– 45 p.

## ОСНОВНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ХОЛОДНОГО ПЕРИОДА ГОДА В ЦЕНТРАЛЬНОМ ПРЕДКАВКАЗЬЕ

Бадахова Г.Х.<sup>1</sup>, Волкова В.И.<sup>1</sup>, Каплан Г.Л.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь, Россия, badahovag@mail.ru

<sup>2</sup> Компания «СторХ», г. Нетания, Израиль

**Аннотация.** Анализируются основные климатические характеристики холодного периода года на территории Центрального Предкавказья в условиях современного климата – средние и экстремальные значения температуры воздуха, число дней с температурой выше/ниже определенного уровня, количество атмосферных осадков, число дней со снежным покровом. Сравнение этих характеристик с их средними значениями за два многолетних периода XX века показывает, что имеет место повышение температуры воздуха, увеличение количества осадков, увеличение числа дней с осадками вообще и с жидкими осадками, в частности, а также уменьшение числа дней со снежным покровом в холодный период года во всех ландшафтах региона.

**Ключевые слова:** климат, холодный период, температура, осадки, снежный покров.

## MAIN CLIMATIC CHARACTERISTICS OF THE COLD PERIOD OF THE YEAR IN THE CENTRAL CISCAUCASUS

Badakhova G.Kh.<sup>1</sup>, Volkova V.I.<sup>1</sup>, Kaplan G.L.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> North Caucasian Federal University, Stavropol, Russia, badahovag@mail.ru

<sup>2</sup> «СторХ» Company, Netanya, Israel

**Abstract.** The main climatic characteristics of the cold period of the year in the territory of the Central Ciscaucasia under modern climate conditions are analyzed - average and extreme air temperatures, the number of days with temperatures above/below a certain level, the amount of precipitation, the number of days with snow cover. Comparison of these characteristics with their average values for two long-term periods of the twentieth century shows that there is an increase in air temperature, an increase in precipitation, an increase in the number of days with precipitation in general and with liquid precipitation in particular, as well as a decrease in the number of days with snow cover in cold weather. period of the year in all landscapes of the region.

**Keywords:** climate, cold period, temperature, precipitation, snow cover.

Анализ характеристик холодного периода года осуществляется по метеостанциям, представляющим все ландшафты Центрального Предкавказья: Дивное – полупустыню, Буденновск – сухую степь, Красногвардейское – разнотравно-злаковую степь, Александровское – типичную лесостепь, Минеральные Воды – предгорную лесостепь, Кисловодск – среднегорную лесостепь [1, 13].

**Температура воздуха.** Средняя температура холодного периода (ХП) положительна на всей территории региона и составляет примерно 1°C (табл. 1). Средние минимальные температуры воздуха в ХП также различаются незначительно и в среднем по региону составляют -2°C. Средние максимальные температуры варьируют от 5 до 7°C. Естественно, наиболее теплыми месяцами ХП являются март (4.2°C) и ноябрь (средняя температура 4,0°C).

Таблица 1

Температурные характеристики холодного периода года

Метеостанция	Температура воздуха, °С				
	средняя	ср. мин.	ср. макс.	абс. мин.	абс. макс.
Дивное	0,9	-2,0	4,8	-27,4	25,7
Буденновск	1,1	-2,1	5,2	-33,3	25,2
Красногвардейское	1,8	-1,5	6,3	-34,6	30,5
Александровское	0,9	-2,1	5,1	-30,0	26,0
Минеральные Воды	1,0	-2,6	6,0	-31,1	30,3
Кисловодск	0,9	-3,5	7,0	-24,3	26,8

На долю дней с ночным понижением температуры до  $-10^{\circ}\text{C}$  и ниже, приходится лишь 8-10 % общей продолжительности ХП, дни с температурой  $-15^{\circ}\text{C}$  отмечаются в 2-3 раза реже. До  $-20^{\circ}\text{C}$  столбик термометра опускается не каждый год, а дней с минимальной температурой воздуха  $-25^{\circ}\text{C}$  и ниже за два полных 10-летия нового века было всего лишь 28, в девяти годах таких морозов не было вообще. Морозы  $-30^{\circ}\text{C}$  и ниже, относящиеся к опасным явлениям погоды [9], отмечались только четырежды: 9 января 2002 г. (Красногвардейское), 7-8 февраля 2012 г. (Буденновск, Зеленокумск, Александровское и Минеральные Воды) и 9 января 2015 г. (Красногвардейское) [2].

Теплые дни в течение ХП бывают достаточно часто: более чем в 20 % дней дневные температуры превышают  $10^{\circ}\text{C}$ . Даже в январе за 20 лет каждой метеостанцией зафиксировано от одного до четырех таких дней. По-настоящему теплых дней, с дневным прогревом воздуха до  $20^{\circ}\text{C}$  и выше больше всего отмечается в Кисловодске: 76 дней за 20 ХП нового века. До  $25^{\circ}\text{C}$  воздух прогревался только в ноябре и марте, в 6 годах из 20. Самыми жаркими днями за эти 20 ХП оказались 24 и 25 марта 2008 г. На восьми метеостанциях края в один из этих дней были зафиксированы температуры  $30^{\circ}\text{C}$  и выше (табл. 2).

Средняя температура зимы в степной зоне составляет  $-1,2^{\circ}\text{C}$ , а в лесостепной – также отрицательна, но близка к  $0^{\circ}\text{C}$ . Средние минимальные температуры зимы варьируют от  $-3,4$  в Красногвардейском до  $-4,2^{\circ}\text{C}$  в Буденновске. Самым холодным является январь (средняя минимальная температура  $-4,7^{\circ}\text{C}$ ), наименее холодным – декабрь ( $-2,6^{\circ}\text{C}$ ). В дневные часы воздух, как правило, прогревается до положительных температур, и средние максимальные температуры составляют  $1,3^{\circ}$  в январе,  $3,1^{\circ}$  в феврале и  $3,3^{\circ}\text{C}$  в декабре. За зиму дней без оттепели отмечается от 16 в Кисловодске до 28 в Дивном.

**Таблица 2**

**Число дней с температурой воздуха выше/ниже определенного уровня**

Метеостанция	Дней с Т мин.			Дней с Т макс.		
	$\leq -10^{\circ}$	$\leq -15^{\circ}$	$\leq -20^{\circ}$	$\geq 10^{\circ}$	$\geq 15^{\circ}$	$\geq 20^{\circ}$
Дивное	15	10	2	31	9	1
Буденновск	14	8	3	34	10	2
Красногвардейское	13	6	2	43	12	3
Александровское	12	5	2	34	12	2
Минеральные Воды	15	6	2	38	13	3
Кисловодск	12	4	0,25	45	17	4

**Атмосферные осадки и снежный покров.** В степной зоне в среднем за ХП выпадает 160 мм осадков, около 35 % от годового количества (табл. 3). Меньше всего осадков в феврале: в среднем по зоне – 26 мм. В январе осадков немного больше – 30 мм. В декабре средняя месячная сумма осадков 34 мм, в ноябре – 36 мм, в марте – 37 мм. В процентном отношении внутри периода распределение осадков таково: на февраль приходится 16 % суммы осадков ХП, на январь – 18, на декабрь – 21, на ноябрь – 22, а на март – 23 %.

Число дней со снежным покровом невелико. В отдельные годы снежный покров отмечается менее двух недель. Устойчивый снежный покров образуется не ежегодно: в Дивном он устанавливается в 53 %, а в Красногвардейском лишь в 40 % зим.

**Таблица 3**

**Осадки и снежный покров в холодный период года**

Метеостанция	Сумма осадков, мм			Число дней со снежным покровом		
	среднее	макс.	мин.	среднее	макс.	мин.
Дивное	123,0	186,4	59,8	40	82	14
Буденновск	149,0	223,8	84,2	51	87	24
Красногвардейское	189,8	305,4	122,0	32	58	12
Александровское	163,0	239,5	89,5	55	83	18
Минеральные Воды	130,7	215,4	87,3	48	85	19
Кисловодск	132,8	184,3	77,9	66	103	33

**Изменение температуры воздуха и количества осадков.** Отмеченное во всем мире глобальное потепление не обошло Ставрополье стороной. Средняя годовая температура по краю возросла на 1,3° по сравнению с периодом 1961-2000 гг. [4] и на 1,6° по сравнению с периодом до 1961 г. [10]. При этом средняя температура ХП в степных, равнинных и предгорных лесостепных ландшафтах возросла в среднем на 1,4° по сравнению с периодом 1961-2000 гг. [4] и на 2,4° по сравнению с периодом до 1961 г. [10] (табл. 4). И только в среднегорье температурные изменения были вдвое меньше. Средняя зимняя температура повсеместно возросла на 1,4° по сравнению с периодом 1961-2000 гг. [4] и на 2,6° по сравнению с периодом до 1961 г. [10]. В среднегорье эти изменения составили 1,0° и 1,7° соответственно.

И после 2020 г. потепление продолжается. Так, зима 2023-2024 гг. стала одной из самых теплых: средняя зимняя температура воздуха +1,3°С, декабря +2,7°С, января -1,7°С, февраля +2,9°С. Максимальные значения составили в декабре 23,3°С, в январе 15,6°С, в феврале 21,4°С.

Таким образом, сравнение значений годовой температуры, температуры ХП и зимней температуры, осредненных по трем многолетним периодам, показывает, что потепление климата Центрального Предкавказья в основном является результатом повышения температур ХП, при этом наибольшее потепление отмечено в ноябре и декабре. Эти изменения обусловили более благоприятные условия закаливания озимых в период осенней вегетации и возможности повышения их урожайности [3, 6, 7, 8, 12].

**Таблица 4**

**Средняя температура воздуха холодного и зимнего периодов года**

Метеостанция	Температура ХП, °С			Зимняя температура, °С		
	1921-1960	1961-2000	2001- 2020	1921-1960	1961-2000	2001- 2020
Дивное	-1 ,5	-0 ,4	0 ,9	-3 ,9	-2 ,7	-1 ,3
Буденновск	-1 ,0	-0 ,2	1 ,1	-4 ,2	-2 ,5	-1 ,3
Красногвардейское	-0 ,5	0 ,4	1 ,8	-2 ,9	-1 ,7	-0 ,3
Александровское	-1 ,5	-0 ,4	0 ,9	-3 ,6	-2 ,5	-1 ,3
Минеральные Воды	-1 ,4	-0 ,4	1 ,0	-3 ,8	-2 ,6	-1 ,2
Кисловодск	-0 ,8	-0 ,2	0 ,9	-2 ,6	-1 ,9	-0 ,9

На холодный период года приходятся наиболее неустойчивые переходные периоды: от осени к зиме и от зимы к весне. Причем переход от зимы к весне, происходящий обычно в феврале – марте, значительно более неустойчив. Тем не менее, в целом за многолетние периоды по всем станциям отмечается потепление и февраля, и марта [2]. Естественно, результатом повышения температуры воздуха в феврале и в марте явился переход даты наступления весны на более ранние сроки. Основной причиной этого явились изменения в сроках весенней перестройки атмосферной циркуляции [5].

Годовое количество осадков на территории края в 2001-2020 гг. оказалось на 45 мм больше, чем до 1961 г. (это +10 %) и лишь на 7 мм больше, чем в 1961-2000 гг., что статистически незначимо. При этом количество осадков холодного периода года увеличилось на 126 мм и 27 мм соответственно [4, 11]. Значительно увеличилось число дней с осадками в течение ХП. Так, в Минеральных Водах в первой половине XX века в течение ХП отмечалось 20 дней с жидкими и 21 день с твердыми осадками, а в 2011-2020 гг. - 50 и 27 дней соответственно. При этом в связи с повышением зимних температур и сокращением продолжительности метеорологической зимы все осадки все чаще выпадают в виде дождя, а не снега, даже зимой. В результате значительно сократилось число дней со снежным покровом.

**Список литературы**

1. Атаев З.В., Братков В.В. Современные климатические изменения полупустынных ландшафтов Северного Кавказа // Юг России: экология, развитие. № 3, 2010. – С. 16-20.

2. Бадахова Г.Х., Каплан Г.Л. Изменение режима температуры и осадков в Ставропольском крае за последние 30 лет / «Международный обмен научными знаниями, инновациями, технологиями»: Сб. статей по мат. межд. научно-практ. конф. Иркутск: Апекс, 2018. – С. 5-9.
3. Бадахова Г.Х., Каплан Г.Л., Шальнев В.А. Совместная статистическая оценка трендов изменения климата и урожайности в регионе // Обозрение прикладной и промышленной математики. – М.: Научное изд-во ТВП, т. 8, вып. 2, 2001. – С. 528-529.
4. Бадахова Г.Х., Кнутас А.В. Ставропольский край: современные климатические условия. Ставрополь: Краевые сети связи, 2007. – 272 с.
5. Бакулина Е.А., Угрюмов А.И. Весенние перестройки циркуляции в стратосфере в 1958-2003 годах // Ученые записки РГГМУ. 2008. № 6. – С. 38-44.
6. Вережкина С.И., Бадахова Г.Х., Каплан Г.Л. Динамика изменения агрометеорологических условий закаливания озимых культур в Ставропольском крае за последние 20 лет / Труды СГАУ, Вып.74. Ставрополь, 2010. – С. 129-134.
7. Дробышев А.Д. Потепление климата и отклики на него природы и общества. Туапсе, 2010. – С. 123-127.
8. Каплан Г.Л., Бадахова Г.Х., Вережкина С.И. Влияние регионального изменения климата на урожайность озимых культур в Ставропольском крае // Материалы межд. научно-практ. конф. «Рациональное использование природных ресурсов и экологическое состояние в современной Европе». Ставрополь, 2009. – С. 246-249.
9. Порядок действий организаций и учреждений Росгидромета при возникновении опасных природных явлений. – С-Пб.: Гидрометеиздат, 2000. – С. 21-23.
10. Справочник по климату СССР. Вып. 13. Ч. 2. Температура воздуха и почвы. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 492 с.
11. Справочник по климату СССР. Вып. 13. Ч. 4. Влажность воздуха, атмосферные осадки, снежный покров. Л.: Гидрометеиздат, 1968. – 356 с.
12. Чирков Ю.И. Агрометеорология. Л.: Гидрометеиздат, 1986. – С. 211-212.
13. Шальнев В.А. Эволюция ландшафтов Северного Кавказа. Ставрополь: Изд-во СГУ, 2007. – 310 с.

## **КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА ТЕРРИТОРИИ КОЛУМБИИ В КОНЦЕ XX – НАЧАЛЕ XXI ВЕКА**

Варгас Сандоваль Акбар Роземберг

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия, vargas.sandoval@stud.kpfu.ru

***Аннотация.*** Рассмотрена динамика изменения температуры воздуха и атмосферных осадков на территории Колумбии в период 1961-2020 гг. С использованием данных метеонаблюдений на 6 станциях были рассчитаны климатические нормы, значения средних квадратических отклонений и тренды. Отмечено, что в горных условиях Анд климат прохладный, а на побережье Тихого океана и в бассейне реки Амазонки высокие температуры и обильные осадки.

***Ключевые слова:*** климат, температура воздуха, атмосферные осадки, тренды.

## **CLIMATIC CONDITIONS IN THE TERRITORY OF COLOMBIA AT THE END OF THE XX AND BEGINNING OF THE XXI CENTURY**

Vargas Sandoval Akbar Rosemberg

Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russia, avargas.sandoval@stud.kpfu.ru

***Abstract.*** The dynamics of air temperature and precipitation changes on the territory of Colombia in the period 1961-2020 is considered. Clmatic normals, values of mean square deviations and trends were calculated using meteorological observation data at 6 stations. It is observed that the climate is cool in the Andean highlands and high temperatures and abundant precipitation in the Pacific coast and the Amazon basin.

***Key words:*** climate, air temperature, precipitation, trends.

Последние десятилетия характеризуются значительными глобальными и региональными изменениями. Повышение глобальной приповерхностной температуры сопровождается быстрым ростом числа природных катастроф, в первую очередь вследствие

гидрологических и метеорологических аномалий [1]. В связи с этим важное значение придается мониторингу климатических изменений в различных регионах Земли.

В настоящей статье рассматривается изменчивость температурно-влажностного режима в период 1991-2020 гг. (базовый по рекомендации ВМО) на территории Колумбии, расположенной на севере Южной Америки. С этой целью с использованием ежемесячных данных метеонаблюдений 6 станций (табл. 1) рассчитывались средние значения температуры и осадков, а также характеристики их изменчивости – средние квадратические отклонения (СКО) и коэффициенты наклона линейного тренда (КНЛТ).

Как видно из табл. 1, рассматриваемые станции располагаются вблизи экватора в западном полушарии и за исключением станции Эль Дорадо Катам, расположенной в Андском регионе, имеют небольшую высоту над уровнем моря.

**Таблица 1**

**Информационные данные о шести использованных метеостанциях**

№	Станция	Широта, °	Долгота, °	Высота, м	Департамент
1	Эл Дорадо Катам	4,71°с.ш.	74,15°з.д.	2547	Богота
2	Аэропорт Васкес Кобо	4,19°ю.ш.	69,94°з.д.	84	Амазонас
3	Аэропорт Сантьяго Перес	7,07°с.ш.	70,74°з.д.	128	Араука
4	Аэропорт Эль Караньо	5,69°с.ш.	76,64°з.д.	75	Чоко
5	Аэропорт Альмиранте Падилья	11,53°с.ш.	72,92°з.д.	4	Ла-Хуайра
6	Аэропорт Полуторавековой	12,54°с.ш.	81,73°з.д.	1	Архипелаг Сан-Андрес

Рассмотрим вначале среднемесячные значения температуры воздуха (табл. 2) и суммы атмосферных осадков (табл. 3) по территории Колумбии.

Как видно из табл. 1, наиболее низкие температуры отмечаются на метеостанции, расположенной в Андских горах, где они меняются от 13,63°С (январь) до 14,34°С (май), т.е. годовой ход практически не просматривается также как и на других станциях. Наиболее высокие температуры формируются в Карибском регионе, расположенном на севере страны, где в январе среднемесячная температура 27,22°С, а в июне 30,08°С. В целом по всей стране формируются высокие приэкваториальные температуры с небольшой временной изменчивостью. Значения СКО меняются в диапазоне 0,36-1,01°С.

Тренды среднемесячных температур также невелики. Они принимают положительные значения от 0,0 до 0,05°С/год на станциях 1, 2, 5, 6 и отрицательные на станциях 3, 4 (от 0,0 до -0,03°С/год), что свидетельствует о слабой изменчивости температурного режима Колумбии.

Распределение осадков по территории страны имеет сложный характер. Значительное их количество выпадает в Амазонском регионе, расположенном на юге Колумбии в бассейне реки Амазонки, их годовое количество колеблется от 3000 до 4500 мм, при этом в период декабрь-май их выпадает заметно больше, чем в период июнь-октябрь. При этом отмечаются небольшие скорости их изменения во времени: от -0,92 мм/год (апрель) до 6,19 мм/год (декабрь). Наименьшее количество осадков выпадает (табл. 3) в Андских горах. Здесь значения КНЛТ также невелики, они меняются от 0,42 мм/год (июль) до 3,82 мм/год (апрель).

**Таблица 2**

**Годовой ход средней месячной температуры воздуха на территории Колумбии в период 1991-2020 гг., °С**

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	13,63	13,97	14,10	14,29	14,34	14,19	13,78	13,83	13,77	13,75	13,76	13,73
2	26,09	26,11	26,16	26,12	25,91	25,40	25,37	25,96	26,38	26,59	26,52	26,22
3	27,52	28,54	28,99	27,66	26,60	25,89	25,75	26,17	26,62	26,86	26,87	26,94
4	26,76	27,07	27,19	27,21	27,10	26,89	26,99	26,98	26,71	26,43	26,18	26,37
5	27,22	27,33	27,39	28,17	28,99	30,01	30,08	29,56	28,72	28,12	27,86	27,55
6	26,90	26,82	27,07	27,72	28,10	28,23	28,15	28,29	28,20	27,88	27,52	27,36

## Годовой ход месячного количества осадков, мм

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	32,89	51,38	83,39	116,71	109,03	57,43	48,56	44,33	56,73	108,22	107,23	61,37
2	385,69	336,43	386,29	348,43	298,28	211,49	162,76	139,89	207,77	245,79	299,68	336,34
3	15,51	24,23	60,71	162,58	287,59	308,00	295,56	214,09	184,20	176,34	110,40	28,21
4	569,79	487,35	538,77	652,87	785,13	774,80	851,70	867,41	698,43	588,36	662,33	679,97
5	4,83	1,50	6,03	19,33	81,67	50,71	17,28	52,48	139,70	152,08	99,91	39,62
6	84,04	35,94	28,06	27,42	145,93	196,03	186,36	189,82	227,21	317,11	317,64	153,33

Самым влажным регионом страны является Тихоокеанский, расположенный на западном побережье страны в отрогах Анд. Здесь годовая сумма осадков меняется от 8000 до 12000 мм. При этом отмечаются высокие температуры и слабые тренды как среднемесячных температур, так и осадков.

Таким образом, в приэкваториальном северо-западном районе Южной Америки (за исключением горной местности) по-прежнему в условиях глобального потепления климата сохраняется достаточно стационарный температурно-влажностный режим, характеризуемый в течение всего года высокими температурами и обильными осадками.

## Список литературы

1. Мохов И.И. Изменения климата: причины, риски, последствия, проблемы адаптации и регулирования // Вестник РАН. 2022. Т. 92. № 1. С. 3-14.

## ҚАРШИ ШАҲРИНИНГ БИОИҚЛИМИЙ ШАРОИТЛАРИ

Ёқубов У.М.<sup>1</sup>, Сафаров Ф.Б.<sup>2</sup>, Холматжанов Б.М.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети, uyoqubov131@gmail.com

<sup>2</sup> Гидрометеорология хизмати агентлиги, Тошкент, Ўзбекистон

**Аннотация.** Қашқадарё вилоятида жойлашган Қарши метеорология станциясида 2009-2018 йиллардаги кузатилган маълумотларини статистик қайта ишлаш асосида ташриф буюраётган сайёҳларни керакли биометеорологик маълумотлар билан таъминлаш мақсадида иссиқлик ҳиссиёти, об-ҳаво шароитларининг эстетик (булутлилик ва нисбий намлик) ва физикавий (димикшиш, ёғингарчилик, шамол) ташкил этувчиларини акс эттирувчи “Иқлимий-туристик ахборот схемаси” декадалик қийматлар асосида ҳавола қилинади.

**Калит сўзлар:** биоиклимий шароитлар, совуқлик стресси, иссиқлик ҳиссиёти, эстетик ва физикавий ташкил этувчилар, “Иқлимий-туристик ахборот схемаси”.

## БИОКЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ГОРОДА ҚАРШИ

Ёқубов У.М.<sup>1</sup>, Сафаров Ф.Б.<sup>2</sup>, Холматжанов Б.М.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улуғбека, uyoqubov131@gmail.com

<sup>2</sup> Агентство гидрометеорологической службы, Ташкент, Узбекистан

**Аннотация.** На основе статистической обработки данных наблюдений за 2009-2018 годы на метеорологической станции Карши Кашкадарьинской области предоставляется необходимая биометеорологическая информация туристам. Эта информация представлена в виде «Климато-туристской информационной схемы», отражающей термические, эстетические (облачность и относительная влажность) и физические (влажность, осадки, ветер) компоненты погодных условий в декадных величинах.

**Ключевые слова:** биоклиматические условия, холодовой стресс, теплоощущение, эстетические и физические компоненты, «Климато-туристская информационная схема».

## BIOCLIMATIC CONDITION OF THE KARSHI CITY

Yokubov U.M.<sup>1</sup>, Safarov F.B.<sup>2</sup>, Kholmatjanov B.M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, uyoqubov131@gmail.com

<sup>2</sup> Agency of Hydrometeorological Service, Tashkent, Uzbekistan

**Abstract.** Based on statistical processing of observational data 2009-2018, the Karshi meteorological station in the Kashkadarya region provides the necessary biometeorological information for tourists. This information is presented in the form of a “Climate-Tourism Information Scheme”, reflecting thermal, aesthetic (cloudiness and relative humidity) and physical (humidity, precipitation, wind) components of weather conditions in ten-day values.

**Keywords:** bioclimatic conditions, cold stress, heat sensation, aesthetic and physical organizers, "Climate-Tourism Information Scheme".

Об-ҳаво ва иқлим шароитларининг инсон организмига таъсири масалалари XIX асрдан бошлаб олимлар диққат марказида бўлиб, бу соҳадаги дастлабки илмий тадқиқотлар рус олими А.И.Воейков томонидан бажарилган [3]. Туристик дестинацияларнинг об-ҳаво ва иқлимий шароитлари тўғрисидаги ахборот сайёҳат учун энг қулай вақт оралиқларини танлашга имкон беради. Юртимизнинг туристик минтақаларида биоиклимий шароитларни тадқиқ этиш долзарб муаммо ҳисобланиб, минтақаларда туризм соҳаси фаолиятини ривожлантиришда катта аҳамият касб этади. Жаҳон миқёсида туризм мақсадларида фойдаланиш учун биоиклимий шароитларни тадқиқ этишга бағишланган кўп сонли илмий ишлар эълон қилинган [5]. Ўзбекистонда илк биометеорологик тадқиқотлар ўтган асрнинг 60-90-йилларида Б.А.Айзенштат ва Л.П.Лукина томонидан амалга оширилган [1,2].

Қарши шаҳрининг биоиклимий шароитларини баҳолаш тадқиқотнинг мақсади, туристик мақсадларда фойдаланиш учун иқлимий тавсифини тузиш ва ҳаво қурғоқчилигининг термогигрометрик коэффициенти (ТГК) ёрдамида биоиклимий шароитларининг такрорланувчанлиги ва ўзгаришларини аниқлаш тадқиқотнинг вазифаларини ташкил этади.

Тадқиқот ишида биометеорологик шароитларни баҳолаш учун Ю.В.Петров ва А.Қ.Абдуллаевлар томонидан таклиф этилган бирликсиз биоиклимий индекс – ТГКдан фойдаланилди [4]:

$$K = \frac{T - t_d}{T} = \frac{\Delta}{T}, \quad (1)$$

бу ерда:  $T$  – ҳаво ҳарорати (Кельвин);  $t_d$  – шудринг нуқтаси ҳарорати;  $\Delta$  – шудринг нуқтаси ҳарорати дефицити.

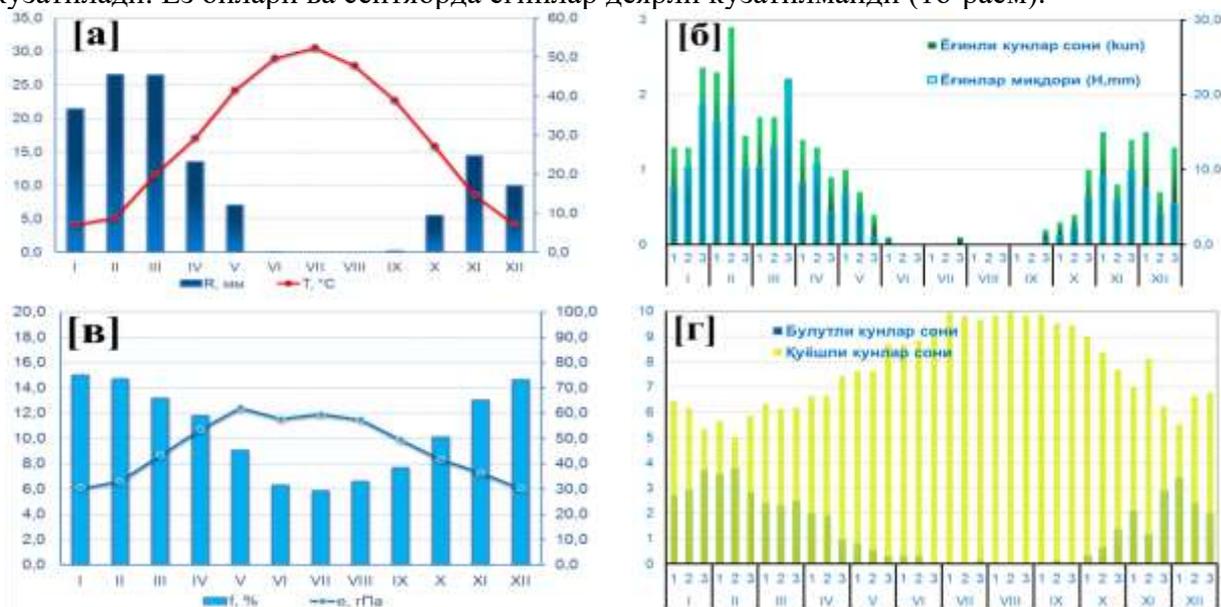
Ҳаво ҳарорати ва ТГК орасидаги боғлиқлик асосида инсон организми иссиқлик ҳиссиётининг 1 – ўта совуқ, 2 – совуқ, 3 – комфорт, 4 – нисбий комфорт, 5 – иссиқ, 6 – ўта иссиқ зоналари ажратилади. Олинган натижалар, иссиқлик ҳиссиёти, об-ҳаво шароитларининг эстетик (булутлилиқ ва нисбий намлик) ва физикавий (димиқиш, ёғингарчилик, шамол) ташкил этувчиларини ақс эттирувчи “Иқлимий-туристик ахборот схемаси” декадалик қийматлар асосида ҳавола қилинади. Схема батафсил иқлимий маълумотлардан иборат бўлиб, сайёҳларга йил давомида об-ҳаво шароитларини ҳисобга олган ҳолда таътил ва дам олиш вақтини режалаштириш имкониятини яратади ва қуйидаги ташкил этувчиларни ўз ичига олади: иссиқлик ҳиссиёти ташкил этувчилари: совуқлик стресси (ТГК = 1-зона), термик комфорт (ТГК = 3-зона), иссиқлик стресси (ТГК = 6-зона); эстетик ташкил этувчилар: очиқ об-ҳаво (булутлилиқ < 5 балл), туман (нисбий намлик > 93%); физикавий ташкил этувчилар: димиқиш (сув буғи босими > 18 гПа), ёғинли кунлар (ёғинлар миқдори > 5 мм), куруқ кунлар (ёғинлар миқдори < 1 мм), шамолли кунлар (шамол тезлиги > 8 м/с). Биоиклимий маълумотларнинг сайёҳлар томонидан тушунишини энгиллатиш мақсадида “Иқлимий-туристик ахборот схемаси”нинг биоиклимий

шароитларни ҳар бири тахминан 14% эҳтимолликка эга бўлган “ўта ноқулай” дан “идеал” гача 7 та синфдан иборат шкаласи ҳавола этилди [6]. Совуқлик ва иссиқлик стресси, туман, димиқиш, ёғинли ва шамолли кунлар учун тақрорланувчанликнинг катта қийматлари ноқулай шароитларни, термик комфорт, очик об-ҳаво ва қуруқ кунлар учун эса қулай шароитларни англатади.

Қарши метеорология станциясида 2009-2018 йилларда қайд этилган ҳаво ҳарорати ва намлиги, булутли ва қуёшли кунлар, атмосфера ёғинлари миқдори, шамол тезлиги ва йўналиши тўғрисидаги муддатли кузатув маълумотларини статистик қайта ишлаш асосида Қарши шаҳрининг иклимий шароитлари баҳоланди.

Қарши шаҳрида ойлик ҳаво ҳароратлари ва атмосфера ёғинлари миқдорларини кўриб чиқамиз. Кўп йиллик ўртача ойлик ҳаво ҳарорати ва атмосфера ёғинлари миқдорининг йил ичидаги тақсимоли Қаршида максимали ҳаво ҳарорати июлда 30,6°C, минимали ҳаво ҳарорати январда 4,2°C кузатилган, кўп йиллик ўртача йиллик ҳаво ҳарорати 16,8°C ни ташкил этади. Кўп йиллик ўртача йиллик атмосфера ёғинлари миқдори 215,1 мм га тенг. Январь, февраль ва март энг серёғин ойлар бўлиб, кўп йиллик ўртача ҳисобда бу ойларда мос равишда 36,8 мм, 45,6 мм ва 45,4 мм миқдорида ёғинлар қайд этилган (1а-расм).

Кўп йиллик ўртача ёғинли кунлар сони ва атмосфера ёғинлари миқдорининг йил ичидаги ўзгаришини декадалик маълумотлар асосида таҳлил қиламиз (1б-расм). Қаршида ёғинлари асосан қиш, баҳор ва кузнинг иккинчи ва учинчи ойларида кузатилади. Ёз ойлари ва сентябрда ёғинлар деярли кузатилмайди. Қаршида энг кўп ёғинли кунлар сони февраль ойининг иккинчи декадасига тўғри келади, максимал ёғин миқдори 22,1 мм март ойининг учинчи декадаси кузатилган. Виложтнинг воҳа ҳудудидаги метеорология станциясида ёғинлар ҳам чўлда кузатилгани каби қиш, баҳор ва кузнинг иккинчи ва учинчи ойларида кузатилади. Ёз ойлари ва сентябрда ёғинлар деярли кузатилмайди (1б-расм).



**1-расм. Қаршида а) кўп йиллик ўртача ойлик ҳаво ҳарорати (Т) ва атмосфера ёғинлари миқдорининг (R) йил ичидаги тақсимоли, б) кўп йиллик ўртача ёғинли кунлар сони ва атмосфера ёғинлари миқдорининг (R) йил ичидаги ўзгариши, в) кўп йиллик ўртача ойлик сув буғи парциал босими (е) ва нисбий намликнинг (f) йил ичидаги тақсимоли, г) кўп йиллик ўртача булутли ва қуёшли кунлар сонининг йил ичидаги ўзгариши (2009-2018 йй.)**

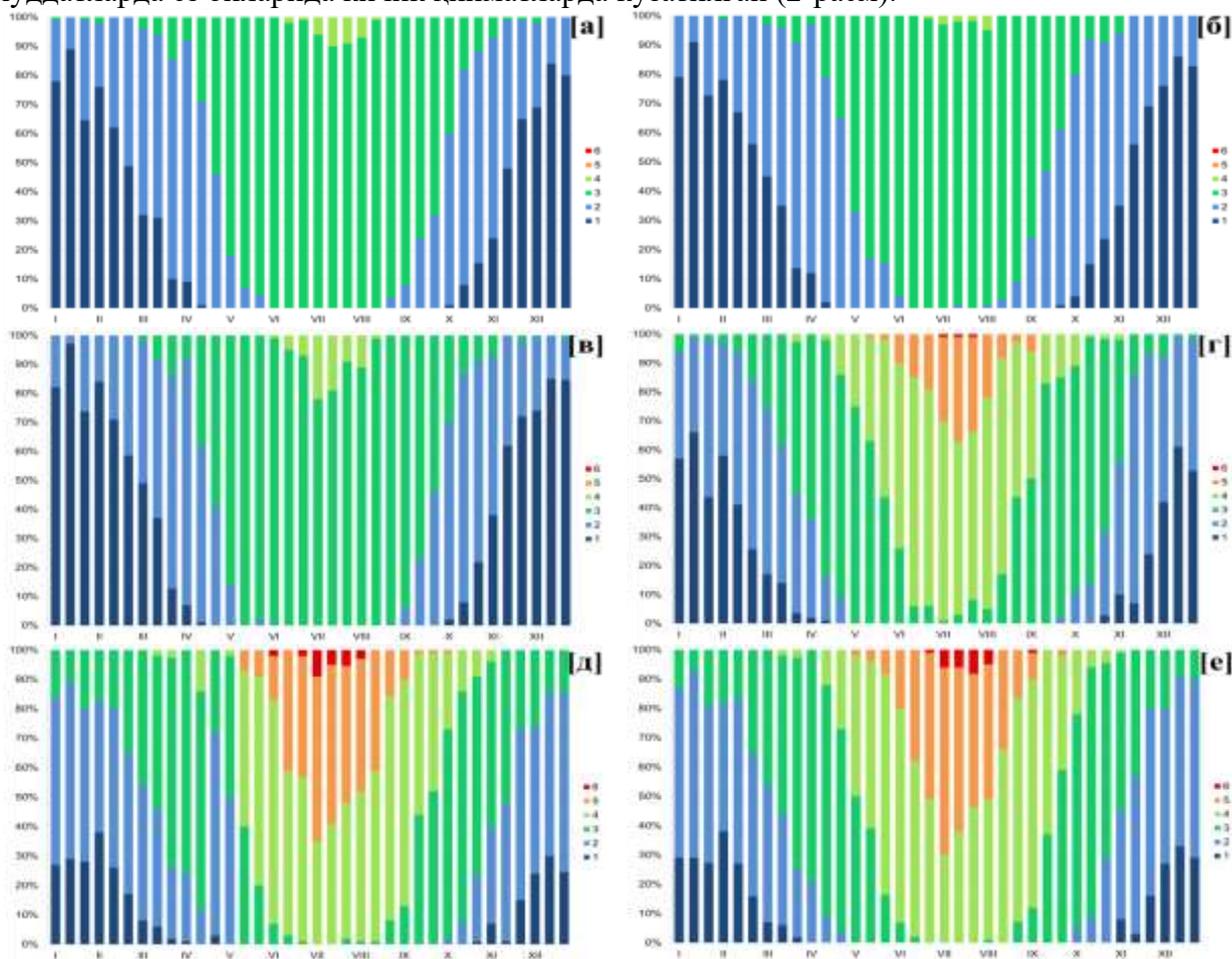
Қаршида кузатилган кўп йиллик ўртача ойлик сув буғи парциал босими (е) ва нисбий намликнинг (f) йил ичидаги тақсимотлари таҳлил қиламиз.

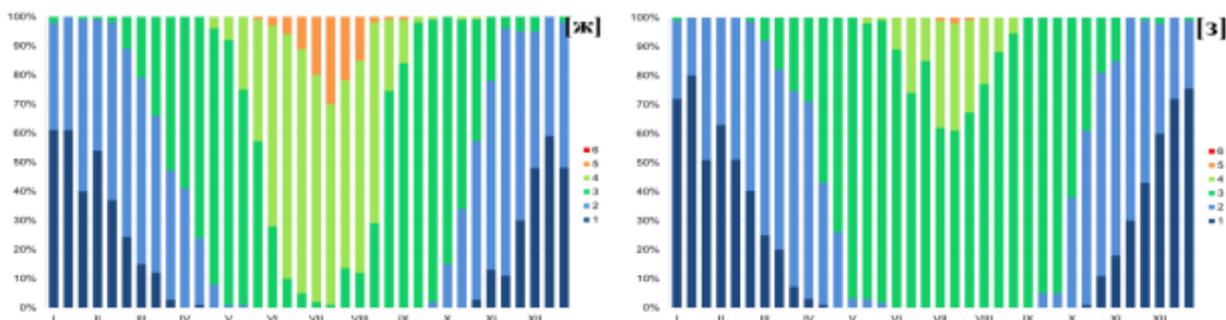
Қаршида кўп йиллик ўртача сув буғи парциал босимининг энг кичик (6,0-6,1 гПа) киш ойларида, энг катта қийматлари эса (11,5-12,4 гПа) баҳор ва ёз ойларида қайд этилган. Эстетик ташкил этувчи бўлган нисбий намликнинг йил давомидаги минимали (29,1-31,4%) ёз ойларида, максимали эса (73,4-75,0%) киш ойларида кузатилганини кўришимиз мумкин (1в-расм).

Иқлимий ва биометеорологик маълумотларни тавсифлашда булутлилик ва қуёшли кунлар ҳам ҳисобга олиш керак. Энг кўп булутли кунлар илиқ даврда 1 кунгача, совуқ даврда 3-4 кунгача. Қуёшли кунлар ёзда максимал 10 кунгача, киш ойларида ўртача 5-6 кун кузатилади (1г-расм).

Биометеорологик индекс бўлган ТГКнинг йилнинг муайян кунлари ва кузатиш муддатлари учун кўп йиллик кузатув маълумотларини ўртачалаш орқали олинган тақсимоти натижалари иссиқлик комфорт шароитларининг сутка ва йил ичидаги ўзгаришларининг умумий қонуниятларини таҳлил қилишга имкон берсада, юзага келувчи иссиқлик комфорт шароитларининг реал тақсимотини миқдорий баҳолашга етарли эмас. Иссиқлик шароитларининг тақсимотини миқдорий баҳолаш мақсадида ҳар бир кузатиш муддатларида тадқиқот даври мобайнида қайд этилган барча комфорт шароитларининг фоизларда ифодаланган кўп йиллик ўртача қийматлар асосида ҳисобланган такрорланувчанлиги ҳисобланди.

Қаршида киш ойларида 1-зона шароитлари усутворлик қилган. 2-зона асосан катта қисми совуқ даврига тўғри келиб, фақат ёз ойларида кузатилмаган. 3-зона йилнинг илиқ даврларига тўғри келади, фақат кундузги муддатларда киш ойларига ҳам тўғри келади, бу зона 11.00, 14.00, 17.00 ва 20.00 муддатларда ёз ойларида жуда кам миқдорда кузатилган. 4-зона ҳам барча муддатларда кузатилган бўлиб, 02.00, 05.00, 08.00 ҳамда 23.00 муддатларда улуши камроқ. 5-зона 11.00, 14.00, 17.00 ва 20.00 муддатларда ёз ойларида, 23.00 муддатда ёз ойларида минимал қийматларда кузатилган. 6-зона 11.00, 14.00 ва 17.00 муддатларда ёз ойларида кичик қийматларда кузатилган (2-расм).





**2-расм. Қаршида биоиклимий шароитларнинг кўп йиллик ўртача ойлик такрорланувчанлиги, (2009-2018 йй.)**

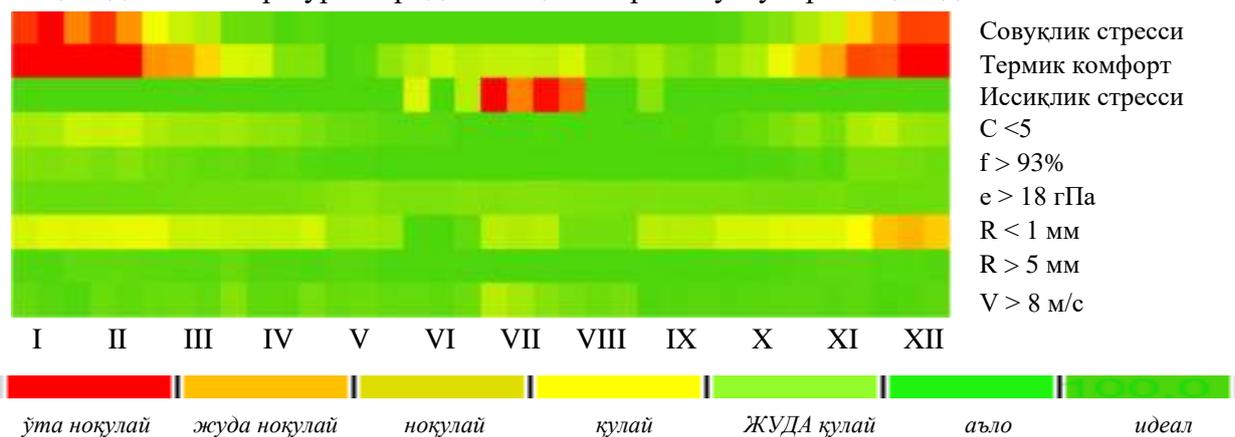
(а) 02.00, (б) 05.00, (в) 08.00, (г) 11.00, (д) 14.00, (е) 17.00, (ж) 20.00, (з) 23.00

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

Тўпланган маълумотлар асосида Қарши шаҳри учун кўп йиллик ўртача биоиклимий шароитларни иссиқлик ҳиссиёти, об-ҳаво шароитларининг эстетик ва физикавий ташкил этувчиларининг декадалар бўйича тақсимланиши орқали акс эттирувчи “Иқлимий-туристик ахборот схемаси” кўринишида ҳавола қилинди (3-расм).

Қаршида совуқлик стресси қиш ойларида “ўта ноқулай”, “жуда ноқулай” ва “ноқулай”, қолган даврларда “қулай” дан “идеал” гача шароитлар кузатилади. Термик комфортда йилнинг совуқ даврида “ўта ноқулай”, “жуда ноқулай” ва “ноқулай”, йилнинг қолган илиқ даврларда “қулай” дан “идеал” гача шароитлар кузатилади. Иссиқлик стресси йил давомида “қулай” дан “идеал” гача шароитлар, фақат июль ва август ойларида “ўта ноқулай” ва “жуда ноқулай” шароитларни кўришимиз мумкин. 5 баллдан юқори булутлилиқ кузатилган кунлар, нисбий намлик 93% дан юқори, сув буғи босими 18 гПа дан юқори, атмосфера ёғинлари 1 мм дан кам ва атмосфера ёғинлари 5 мм дан юқори бўлган кунлар йил давомида “қулай” дан “идеал” гача шароитлар кузатилади. Фақат атмосфера ёғинлари 1 мм дан кам бўлган кунларда декабрь ойида “жуда ноқулай” ва “ноқулай” шароитлар кузатилади. Шамол тезлиги 8 м/с дан юқори бўлган кунлар йил давомида “жуда қулай” дан “идеал” гача шароитлар кузатилади.

Қарши шаҳрида совуқ ярим йиллик давомида совуқлик стресси, апрель-май ва августнинг 2-3-декадаларидан октябр гача термик комфорт шароитлари устуворлик қилиши аниқланди. Ёз ойлари ўрталарида иссиқлик стресси устуворлик қилади.



**3-расм. Қарши шаҳри учун “Иқлимий-туристик ахборот схемаси” (2009-2018 йй.)**

### Адабиётлар рўйхати

1. Айзенштат Б.А. Метод расчета некоторых биоклиматических показателей // Метеорология и гидрология, 1964, № 12. – С. 15-24.
2. Айзенштат Б.А. Рекомендации по описанию климата большого города. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 109 с.

3. Воейков А.И. Исследование климатов для целей климатического лечения и гигиены // Журн. Русск. общ. охран. народного здоровья, 1898. – 134 с.
4. Петров Ю.В., Абдуллаев А.К. К вопросу оценки сухости воздуха // Метеорология и гидрология. – 2010. – № 10. – С. 90-95.
5. de Freitas C.R., Grigorieva E.A. A comparison and appraisal of a comprehensive range of human thermal climate indices // International Journal of Biometeorology, 61(3), 2017. – PP. 487-512.
6. Matzarakis A. Transfer of climate data for tourism applications – The Climate-Tourism/TransferInformation-Scheme // Sustain. Environ. Res. – 2014. № 24(4). – PP. 273-280.

## РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ МЕТЕОЯВЛЕНИЙ ПО ПОЛЯРИЗАЦИОННЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ СИГНАЛА

Имамджанов Х.А., Кадыров Б.Ш. Филиппов С.Г.

Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, Ташкент, Узбекистан

**Аннотация.** В статье описывается метод измерения уровня турбулентности в облаках и осадках, используя разность доплеровских частот соседних разрешаемых объемов при работе с некогерентной РЛС. Приведены результаты рассчитанных значений дифференциальной отражаемости кристаллических облаков при горизонтальном радиолокационном зондировании на разных высотах.

**Ключевые слова.** Зоны повышенной отражаемости, деполяризация, дифференциальная отражаемость, капель и кристаллическое облака, электрически активное облака.

## RADAR METHODS FOR DETECTING METEOROLOGICAL PHENOMENA BASED ON THE POLARIZATION CHARACTERISTICS OF THE SIGNAL

Imamjanov H.A., Kadirov B.Sh., Filippov S.G.

Hydrometeorological Research Institute, Tashkent, Uzbekistan

**Abstract.** The article describes a method for measuring the level of turbulence in clouds and precipitation using the difference in Doppler frequencies of neighboring resolved volumes when working with incoherent radars. The results of the calculated values of the differential reflectivity of crystalline clouds during horizontal radar sounding at different heights are presented.

**Keywords:** Zones of increased reflectivity, differential reflectivity, droplet and crystalline clouds, electrically active clouds.

При полетах самолетов в сложных метеорологических условиях наибольшую опасность представляют грозовые облака, зоны повышенной турбулентности, град и интенсивные осадки. К настоящему времени накоплен значительный теоретический и экспериментальный материал по исследованию возможностей обнаружения указанных опасных метеоявлений при помощи радиолокационных средств.

В метеорологических радиолокаторах применяется метод определения грозоопасности облаков по характеру изменения вертикального профиля радиолокационной отражаемости.

В основе метода лежит тот факт, что в профиле вертикальной отражаемости появляется заметный максимум в области выше нулевой изотермы, то есть

$$Y = N_{\max} \lg Z_2 - \text{критерий грозоопасности} \quad (1)$$

Поляризационный метод, имеет существенное преимущество перед вышеизложенными методами.

Во-первых, грозо-градовые процессы всегда сопровождаются электрическими разрядами. Поэтому любой из методов определения грозоопасности грозоградовых процессов позволяет выделить опасные по электрической активности облака.

Во-вторых, поляризационные характеристики электрически активных грозоградовых процессов имеют особенности, которые позволяют выделить их на фоне обычных

кучево-дождевых облаков. Связаны эти особенности с ориентацией ледяных кристаллов или деформацией капель электрическим полем. Впервые экспериментально этот эффект был обнаружен, в оптическом диапазоне по разным изменениям отраженного от облачных кристаллов солнечного света во время грозových разрядов. Затем он был обнаружен и радиолокационным сигналом по изменению величины деполяризации на круговой поляризации, совпадающей по времени с разрядом молнии. Однако в среднем величина поляризации оказалась близка к величине деполяризации в не грозовом облаке.

В кучево-дождевых облаках дифференциальная отражаемость в слое выше нулевой изотермы близка к 0 дБ. При появлении электрического поля дифференциальная отражаемость для облаков, дающих разряды типа облако-земля дифференциальная отражаемость отрицательная и составляет величину -0,4 – -0,6 дБ, а для разрядов между грозоградными процессами величина дифференциальной отражаемости больше нуля и составляет 1,5 – 2,5 дБ. Особенностью временного хода дифференциальной отражаемости при разрядах облако-земля являются скачки до 0,4-0,6 дБ совпадающие по времени с электрическим разрядом.

При измерении уровня турбулентности в облаках и осадках используется разность доплеровских частот соседних разрешаемых объемов при работе с некогерентной РЛС. Принятый РЛС сигнал после амплитудного ограничения подается на первый вход фазового детектора, а второй вход фазового детектора этот же сигнал подается через задержки (3,3 мкс). При этом на выходе фазового детектора появляется сигнал, пропорциональный разности фаз сигналов от отражающих объемов, сдвинутых по лучу радиолокатора один относительно другого на 500 м. Разность фаз запоминается до следующего импульса, когда она вычитается и аналогичной разности на следующем импульсе.

Если относительная скорость на двух указанных объемах равна нулю, то указанная разность фаз также будет равна нулю. Области с повышенной разностью фаз могут быть идентифицированы, как области с повышенной турбулентностью.

Если облака смешанные, то сигнал формируется как каплями, так и кристаллами. И его деполяризация будет отличаться от деполяризации однородных облаков.

Значение деполяризации в смешанном облаке можно вычислить суммируя сигналы от обоих составных частей облака в отдельности для каждой ортогональной плоскости. Так мы получим следующую формулу для величины деполяризации от смешанного облака:

$$\Delta P_{1 \text{ смещ.}} = \Delta P_{1 \text{ кр.}} \{(\eta \Pi_{\text{кап}}/\eta \Pi_{\text{кр.}}) + 1\} - 1, \quad (2)$$

здесь  $\Delta P_{1 \text{ кр.}}$  – величина деполяризации, которую давало бы чисто кристаллическое облако;  $\eta \Pi_{\text{кап}}/\eta \Pi_{\text{кр.}} = m$  – отношение вклада в радиолокационную отражаемость капель и кристаллов. Из рис.1 видно, что только когда вклад капель в радиолокационную отражаемость будет значительно превышать вклад кристаллов (10-15 раз), тогда влияние последних будет уже практически не ощутимо, т.е. деполяризация составляющая оказывается чувствительной к малому количеству кристаллов.

Одновременные измерения деполяризации и дифференциальной отражаемости существенно расширяют возможности поляризационных методов в определении и изучении микрофизических и интегральных характеристик облаков и осадков.

Приведем результаты рассчитанных значений дифференциальной отражаемости кристаллических облаков при горизонтальном радиолокационном зондировании на разных высотах.

Наиболее вероятная форма и вид кристаллов приводятся в зависимости от температуры воздуха. Расчет для иголок (цилиндров) сделан при их произвольной ориентации в горизонтальной плоскости, пластин (дисков) – оси в вертикальной плоскости (табл. 1).

Так как величина  $ZdR$  не зависит от концентрации рассеивающих частиц, то сравнивая полученные значения  $ZdR$  с приведенными в таблице, можно в смешанном

облаке, оценить относительный вклад в отражаемость отдельно капель и кристаллов, т.е. величину характеризующую смесь.

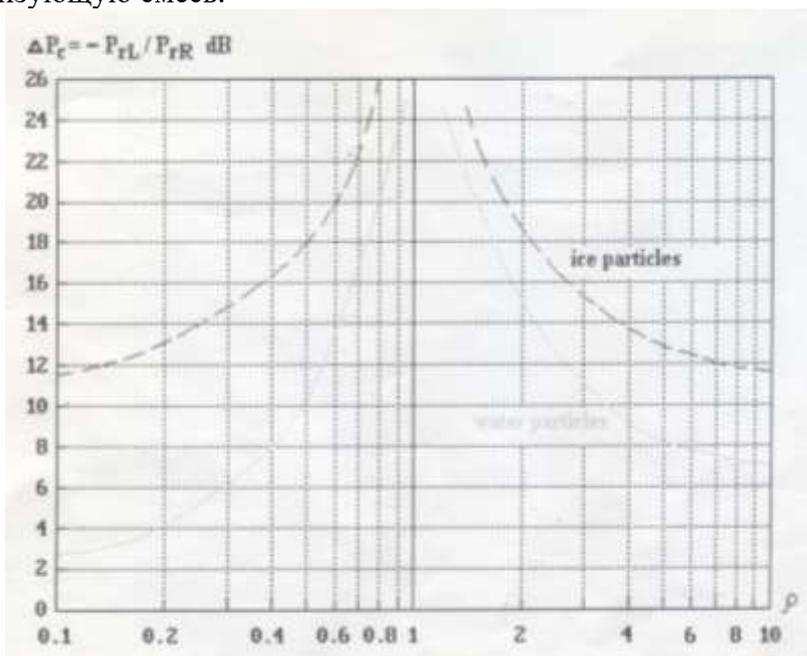


Рис. 1. Зависимость коэффициента круговой деполаризации от формы частиц

Таблица 1

Рассчитанные значения дифференциальной отражаемости кристаллических облаков при горизонтальном радиолокационном зондировании на разных высотах

Температура воздуха, °С	Вид кристаллов, формы	ZdR (дБ)
-2 ÷ -5	Тонкие пластины 1 : 50, 1 : 100	9,1 ÷ 9,7
-5 ÷ -7	Иголки 1 : 10, 1 : 50	3,4 ÷ 4,8
-7 ÷ -10	Тонкие пластины 1 : 50	9,1
-10 ÷ -16	Тонкие пластины 1 : 10	7,7
-16 ÷ -20	Столбики 1: 5, 1 : 10	2,7 ÷ 3,4
-20 ÷ -30	Столбики и объемная форма 1: 5, 1 : 3	2,0 ÷ 2,7
-30 ÷ -35	Столбики 1 : 5, 1: 10	2,7 ÷ 3,4

Зная соотношение капель и кристаллов в облаке или его зонах можно определить вероятность обледенения. Поляризационный метод определения градоопасности облака базируется на измерении величины деполаризации.

При измерении радиолокатором, выяснилось, что при образовании в облаке зон, где деполаризация принимала значения больше чем 10...12 дБ из облака выпадал град. Привлечение дифференциальной отражаемости в радиолокаторах с двойной поляризацией позволяет не только более надежно определять наличие града в облаке, но и снизить уровень отражаемости при котором такое определение возможно с 32-35 дБз, при

использовании только деполяризации, до 27-28 дБз при дифференциальной отражаемости [1].

В заключении отметим, что поляризационные методы позволяют обнаруживать опасные метеорологические образования, распознавать источники отражений, контролировать окружающую среду и использовать их в решении прикладных задач по изучению атмосферы и процессов происходящих в ней.

### Список литературы

1. Аскамов Ф.М. Имамджанов Х.А. Радиолокационные методы обнаружения града по поляризационным характеристикам сигнала / Тезисы конференции по физика облаков и активным воздействиям на гидрометеорологические процессы, посвященной 70-летию Эльбрусской высокогорной комплексной экспедиции. РАН. 28-30 сентября 2005 г. – Нальчик, 2005. – С. 40-42.

### УРАВНЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЧАСТИЦ

Кадыров Б. Ш., Имамджанов Х. А., Филиппов С.Г.

Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, Ташкент, Узбекистан

**Аннотация.** В статье даются расчеты времени между внесением реагента и образованием осадков. Анализируются рост траектории индивидуальных частиц льда и прогноз количества осадков, достигающих поверхности земли.

**Ключевые слова:** Область воздействия, аккреции, эффект флуктуации, поверхностное нагревание кристалла, эффект молекул, нуклеации.

### THE EQUATION OF MOTION OF INDIVIDUAL PARTICLES

Kadirov B.Sh., Imamdjjanov H. A. Filippov S. G.

Hydrometeorological Research Institute, Tashkent, Uzbekistan

**Abstract.** The article presents the time interval between cloud spraying and the development of precipitation. An analysis of the development trajectory of an individual ice particle and the prediction of precipitation amount is given.

**Keywords:** Impact area, process of water vapor transfer to a droplet, effect of time variation of wind variation, heating of the droplet layer, molecules effect, initial stage before freezing.

Требование любой оперативной проекта по засеву облаков заключается в том, что вызванные осадки должны выпадать в пределах заданной площади воздействия на земле так, чтобы распределение осадков в области воздействия было однородным насколько это возможно. Эксперимент по облачному засеву, имеющий своей целью определить увеличение количества осадков требует, чтобы вызванные осадки выпадали только на область воздействия, чтобы избежать контрольные площади около площадей воздействия. Имеется задержка по времени образования осадков в 30 минут, между засевом реагента и выпадением вызванных осадков на земле и в это время система облаков может переноситься на несколько десятков километров средним ветром. Чтобы удовлетворить требования к воздействию необходимо точно предсказать время воздействия между засевом и осадками и количеством горизонтального диспергирования, которое наблюдается до начала времени воздействия. Хотя эта два параметра объединены, разумные значения каждого можно получить, рассматривая их независимо. Затем начала времени задержки воздействию используется для определения траектории центра массы осадков, в то время, как диспергирование отображает степень охвата площади воздействия осадками.

Засев кучевых облаков, содержащий переохлажденную воду, может производить кристаллы льда, которые растут за счет сублимации водяного пара аккреции капель воды. Траектория индивидуальной частицы льда в восходящем потоке может быть вычислена методом Лудлама, он допускает, что частица сферична. Вызванные осадки достигает

основания облака за 20 минут после засева, и поэтому общая время между началом засевом и выпадением осадков на землю составляет 30 минут.

Чтобы вычислить траекторию индивидуальной частицы в облаке, необходимо знать ее конечную скорость  $V$ , которая в свою очередь требует стратификации размеров и плотности частицы. Затем вектор положения  $(x, y, z)$ , где  $z$  вертикальная ось, частицы во времени  $t$  дается как:

$$dx/dt = U, dy/dt = V, dz/dt = W - V, \quad (1)$$

где  $(U, V, W)$  заданные скорости потока. Уравнение (1) пренебрегает эффектами флуктуаций турбулентной скорости и оно допускает, что частица точно реагирует на изменения в среднем ветре. Масса частицы льда определяется как:

$$dm/dt = m_s + m_d + m_p \quad (2)$$

где  $m_s$  – скорость увеличения за счет сублимации водяного пара;  $m_d$  – скорость увеличения за счет аккреции переохлажденных облачных капелек; и  $m_p$  – скорость увеличения за счет скоплений частиц льда.

Уравнение, подобное (2), должно использоваться для описания массы капли жидкой воды ниже уровня замерзания; особенно оно необходимо, если приходится принимать в расчет разрыв капель. Замкнутая система уравнений достигается тем, что конечная скорость частицы задается как функция ее массы, то есть:

$$V = V(m) \quad (3)$$

Скорость сублимации водяного пара на частицу льда аппроксимируется следующим выражением (Mason, 1971):

$$V_m = C D P_v P_s f_1 f_2 \quad (4)$$

где  $C$  – электростатическая емкость кристалла,  $D$  – коэффициент диффузии для водяного пара в воздухе;  $P_v$  и  $P_s$  – соответственно плотность водяного пара и плотность насыщения пара над льдом при температуре окружающей среды; Коэффициент  $f_1$  составляет поверхностное нагревание кристалла за счет выделения скрытого тепла. Следовательно,

$$f_1 = 1 + (L^2 D p S) / (k R_v T_2)$$

где  $L$  – скрытое тепло сублимации;  $k$  – удельная теплопроводность воздуха;  $R_v$  – константа газа для водяного пара и  $T$  – температура окружающего воздуха.

Фактор вентиляции  $f_2$  – учитывает ускоренный рост, вызванный спутанным следом двигающейся частицы и он, в основном, зависит от числа Рейнольдса. Адекватно его можно представить в следующем виде:

$$f_2 = 1 + 0,25 Re^{1/2}$$

где  $Re = V d / \nu$ ,  $\nu$  – кинематическая вязкость воздуха и  $d$  – отношение общей площади поверхности к периметру поверхности частицы перпендикулярному потоку.

Уравнение (4) не принимает во внимание кинетические эффекты молекул, достигающих поверхности частицы, которые кажутся незначительными [3].

Электростатическая емкость  $C$  зависит от формы частицы льда. Теперь сублимация представляет собой доминирующий процесс роста до того, как начинается обледенение; то есть, во время начальных стадий после нуклеации. Так как, засев часто проводится при

температурах между  $-10^{\circ}\text{C}$  и  $-15^{\circ}\text{C}$ , для которых кристаллы льда имеют форму пластинок, будет уместно выбрать  $C$  соответствующее круглому диску радиуса  $r$ ; то есть, где  $r = d/2$ . С другой стороны частицы крупы стремятся к конической или сферической форме и поэтому для частиц, введенных засевом при  $-10^{\circ}\text{C}$  (граница между формами кристаллов столбиков и пластинок) будет удобнее принять  $C$  соответствующее сфере, а именно:

$$C = \Gamma$$

Окружающая температура и давление, используемые в (4) берутся как заданные.

Итак, концентрация частиц засева не должна быть настолько большой, чтобы воздействовать на условия окружающей среды. Обычно допускается, что плотность окружающего водяного пара, есть плотность насыщения пара над водой, и необходимо доказать, что это условие удовлетворяется; то есть, перезасев не наблюдается.

После того, как частица льда достигает радиуса в несколько сот микрон она покрывается капельками переохлажденной облачной воды и замерзает. Этот процесс можно выразить как:

$$m_d = \pi r^2 E_d (V - V_d) \rho_d \quad (5)$$

где  $\rho_d$  – плотность облачной воды,  $V_d$  – конечная скорость облачных капель и  $E_d$  – эффективность сбора частиц в захваченных облачных капельках. При условии, что концентрация частиц засева низкая;  $\rho_d$  можно взять как первоначально заданную плотность облачной воды.

При любой реальной ситуации засева, облачные капли достаточно малы для их конечной скорости и ими можно пренебречь. При ( $V_d = 0$ ) расчеты [1] показали, что, если имеется значительное число капель радиусом более 12 мкм, тогда замерзание при температурах  $-5^{\circ}\text{C}$  дает большое количество естественных кристаллов льда, делая тем самым засев ненужным.

Значения эффективности сбора  $E_d$  обычно выбираются произвольно менее единицы; например,  $E_d = 0,25$  или  $0,5$  [2].

Если концентрация частиц льда достаточно велика для того, чтобы заморозить облако, тогда обледенение не наблюдается. Значение роста кристаллов льда за счет скопления в замерзшем облаке можно найти, рассматривая рост индивидуального кристалла за счет заданной плотности окружающих кристаллов так:

$$m_p = \pi r^2 E_p (V - V_p) \rho_p \quad (6)$$

где  $\rho_p$  – плотность окружающих кристаллов льда,  $V_p$  – конечная скорость окружающих кристаллов и  $E_p$  – эффективность сбора частицы с кристаллами льда. Главное изменение в  $E_p$  – происходит за счет вероятности применения, которая является функцией температуры.

Современный метод слежения за индивидуальной частицей в заданном окружающем поле не удовлетворителен, когда наблюдается замерзание; он определит истинную ситуацию при учете выделившегося скрытого тепла сублимации, которая влияет на термодинамику и динамику среднего поля. Поэтому для большинства вычислений траекторий частиц в засеянных облаках величина скопления  $m_p$  в (2) не берется в расчет.

Конечная скорость частицы льда  $V_b$  (3) зависит от формы и плотности частицы.

Альтернативное вычисление  $V$  находилось при исследовании только двух классов частиц: необледеневших кристаллов и его крупы. Толщина гексагональной пластинки (mm) связана с диаметром  $d$  (mm) следующим образом:

$$h = 2,02 d^{0,449}$$

Исследования показали, что объемная плотность  $\rho_i$  кристаллов льда составляет около  $0,7 \text{ г/см}^3$  для температур между  $-6^\circ\text{C}$  и  $-14^\circ\text{C}$ . Итак, масса кристалла-пластинки  $m(\text{mg})$  связана с радиусом  $R(\text{mm})$  следующим образом:

$$m = (3^{3/2} \cdot 2) \cdot \rho_i R^2 h = 5,01 \cdot 10^{-6} R^{2,449} \quad (7)$$

Конечную скорость кристалла можно вычислить из измерений и их результаты аппроксимируются следующим выражением:

$$R_e = 8,037 \cdot 10^{-2} x^{0,797} \quad (8)$$

где  $x = (2hd^2g/n^2) \rho_p((\rho_i/\rho) - 1)$ ;  $g$  – Гравитационное ускорение;  $\rho_p$  – плотность воздуха.

Подобно этому можно определить конечную скорость кристаллов, имеющих форму столбиков.

После того, как кристалл становится достаточно большим для обледенения, удобно будет считать его комком крупы и определить  $V_{ng}$  из полевых наблюдений.

Конечная скорость  $V = 0,95$  и масса крупы даются как,  $m = 62,1d^{3,53}$

$d$ ,  $v$  и  $m$  соответственно измеряются в  $\text{mm}$ ,  $\text{m s}^{-1}$ ,  $\text{mg}$ .

Альтернативный метод вычисления  $V$  допускает, что обледенение частицы – сферические и что объемная плотность обледенения равна  $0,1 \text{ г/см}^3$ .

Уравнение (1)-(8) образуют замкнутый ряд уравнений, из которых можно вычислить траекторию частицы льда. Искусственные ядра льда обычно малы (менее  $1 \text{ mm}$ ) и поэтому начальную массу частицы можно принять за 0. Если частица льда падает, ниже уровня заморзания в облаке наблюдается таяние и сферическая капля с диаметром  $0,6 \text{ mm}$  образуется так, что из (8)

$$d_o = 0,491 d^{1,18} \quad (9)$$

С этого времени капля воды может быть темой аккреции с облачной водой и разрывом капли. Ниже основания облака капля воды испаряется в ненасыщенном воздухе и важно доказать, что любые вызванные осадки полностью не испаряются до того, пока не достигнет землю.

Вычитания траекторий частиц показывают, где следует выпускать реагент, чтобы вызванные осадки выпадали на площадь воздействия. Они получены так же для прогнозирования среднего размера частиц осадков, достигающих землю. Вычисления дают значения задержки времени  $\Delta t$  между засевом и выпадением осадков на площади воздействия. В течение времени турбулентность в облаке и чистый воздух диспергируют частицы так, что стандартное отклонение продольного (допускается, что засев выполняется в направлениях параллельных среднему ветру) диспергирования можно представить как:

$$b = (2K)^{1/2} \quad (10)$$

где  $K$  – турбулентная теплопроводность.

Хотим отметить, что (10) может переоценить диспергирование для засева отдельных кучевых облаков, так как сама ширина облака обеспечивает верхний предел для  $b$ .

Турбулентная теплопроводность  $K$  в (10) определяется из свойств турбулентности воздуха; например,  $K = Uzl$ , где  $U$  ж r.m.s. Уровень турбулентности и  $l$  – масштаб длины турбулентности. С другой стороны, частицы осадков двигаются относительно воздуха за счет массы и инерции.

Эффективная теплопроводность меньше, чем  $K$  так как, масса заставляет их выпадать из турбулентных вихрей, в то время как инерция заставляет их реагировать на низко частотные флуктуации. Тем не менее, было обнаружено, что эти эффекты

незначительно, хотя конечная скорость частиц меньше  $2 \text{ м/сек}^{-1}$ , что соответствует крупе в 2,3 мм из (8).

Значение фактического диспергирования частиц с постоянной конечной скоростью  $V$  можно представить делением  $b$  из (10) на коэффициент

$$\{1 + 16 (V/U)^2\}^{1/4},$$

где  $U$  – сетевая скорость ветра. Так как только малая часть общей задержки времени  $b$  тратится при больших значениях  $V$ , фактическое диспергирование частиц осадков, вероятно, можно адекватно представить в виде (10).

Траекторию частицы, которая начинается с ядра льда и, очевидно выпадает в виде осадков на землю, можно легко вычислить при условии, что окружающие условия атмосферы заданы. Итак, линию засева реагента надо расположить так, чтобы вызванные осадки выпадали на требуемую площадь воздействия.

Задержку времени между засевом и осадками можно использовать для вычисления охвата площади осадками. Вычисление траектории также дает прогноз размера осадков, достигающих поверхности земли.

Основное ограничение этих вычислений заключается в допущении, что окружающие условия не изменяются при наличии реагента. При этом необходимо, чтобы начальное диспергирование реагента было достаточно большим, чтобы избежать замерзания облака.

#### Список литературы

1. Хоргуани В.Г. Микрофизика зарождения и роста града. – М.: Гидро- метеоиздат, - 1984. - 187 с.
2. Fukuta N. Advances in organic ice nuclei generator technology. – I. Rech. -Atmos. “ Dessens Memorial Issue”. – No 1. – 1972a. – с. 8 – 12.
3. Pruppacher H.R., Klett J.D. Microphysics of Clouds and Precipitation . /D.Reide – Publishing Comp. – Boston, 1978. – 714 p.
4. Качурин Л. Г. Физические основы воздействия на атмосферные процессы. Экспериментальная физика атмосферы. – Л.: Гидрометеоиздат. – 1990. – 464 с.

#### ИҚЛИМ ЎЗГАРИШИ ШАРОИТИДА ОРОЛБЎЙИ ҲАВЗАСИ МИНТАҚАЛАРИДА МЕТЕОРОЛОГИК ҚУРҒОҚЧИЛИКНИ БАҲОЛАШ

Кадыров Б.Ш<sup>1</sup>, Бобохонова М.Н<sup>2</sup>.

Гидрометеорология илмий-тадқиқот институти. Тошкент. Ўзбекистон.  
boboxonovamamuraxon73@gmail.com

**Аннотация:** Ишда метеорологик қурғоқчиликни ифодаловчи стандартлаштирилган ёгин индекси Оролбўйи минтақаси ҳавзаси мисолида ўрганилди. Ҳавзада жойлашган Қорақалпоғистон, Жаслиқ, Мўйнақ ҳамда Қўнғирот метеорологик станцияларида кузатилган ёгин маълумотлари асосида стандартлаштирилган ёгин индекслари ҳисобланди. Турли вақт шкаласи бўйича аниқланган стандартлаштирилган ёгин индекларининг базавий ва жорий иқлимий даврларда кузатилагн экстремал намгарчилик ва экстремал қурғоқчилик қийматлари аниқланди. Жорий иқлимий даврда ҳам базавий иқлимий даврда ҳам метеорологик намгарчилик метеорологик қурғоқчиликдан ююқори эканлиги аниқланди.

**Калит сўзлар:** метеорологик қурғоқчилик, қурғоқчилик классификацияси, SPI, иқлимий давр.

#### ОЦЕНКА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАСУХИ В РЕГИОНЕ АРАЛЬСКОГО БАССЕЙНА В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Кадыров Б.Ш<sup>1</sup>, Бобохонова М.Н<sup>2</sup>.

Научно-исследовательский гидрометеорологический институт. Ташкент. Узбекистан  
boboxonovamamuraxon73@gmail.com

**Аннотация:** В работе на примере бассейна региона Аральского залива исследован стандартизированный индекс осадков, представляющий собой метеорологическую засуху. Стандартизированные индексы осадков рассчитывались на основе данных об осадках, наблюдавшихся на метеостанциях Каракалпакстан, Жаслык, Мойнак и Кунгирот, расположенных в бассейне. Определены значения экстремальной влажности и экстремальной засухи, наблюдаемых в базовом и современном климатических периодах стандартизированных индексов осадков, определенных в разных временных масштабах. Установлено, что метеорологическая влажность превышает метеорологическую засуху как в текущий климатический период, так и в основной климатический период.

**Ключевые слова:** метеорологическая засуха, классификация засух, SPI, климатический период.

## METEOROLOGICAL DROUGHT ASSESSMENT IN ARAL SEA REGIONS IN CLIMATE CHANGE CONDITIONS

Qodirov B.Sh<sup>1</sup>, Boboxonova M.N<sup>2</sup>.

Research Institute of Hydrometeorology. Tashkent. Uzbekistan. boboxonovamamuraxon73@gmail.com

**Abstract:** In the work, a standardized precipitation index representing meteorological drought was studied on the example of the basin of the Aral sea region. Standardized rainfall indices were calculated based on the rainfall data observed at the Karakalpakstan, Jasliq, Moynaq and Kungiroto meteorological stations located in the basin. The values of extreme wetness and extreme drought observed in the base and current climate periods of standardized precipitation indices determined on different time scales were determined. It was found that meteorological wetness is higher than meteorological drought in the current climatic period as well as in the basic climatic period.

**Keywords:** meteorological drought, drought classification, SPI, climatic period.

Қурғоқчилик – бу ёғингарчилик даражасининг меъёрдан кам бўлиши натижасида юзага келадиган хавфли табиий хавф ҳисобланади. Агар бу ҳодиса бир мавсум ёки узоқроқ вақтга чўзиладиган бўлса, ёғингарчилик инсон фаолияти ва атроф-муҳит эҳтиёжларини қондириш учун етарли бўлмайди. Қурғоқчиликни мутлақ эмас, балки нисбий ҳолат деб ҳисоблаш керак. Бундан ташқари, қурғоқчиликни кузатиш учун дунё бўйича кўплаб турли хил методологиялар мавжуд. Қурғоқчилик минтақавий даражада бўлиб, ҳар бир минтақа ўзига хос иқлим хусусиятларига эгадир. Қурғоқчилик одатда турлари бўйича метеорологик, кишлоқ хўжалиги ва гидрологик қурғоқчилик сифатида таснифланади ва бир-биридан интенсивлиги, давомийлиги ва фазовий қопланиши билан фарқланади.

Йиллар давомида кўплаб қурғоқчилик индекслари ишлаб чиқилган ва бутун дунё бўйлаб метеорологлар ва иқлимшунослар томонидан қўлланилган.

Стандартлаштирилган ёғингарчилик индекси (SPI) – муайян ойлик даврда маълум бир жойда олинган ёғингарчилик йиғиндисини шу жойда бир хил вақт оралиғида узоқ муддатли ёғингарчилик тақсимоти билан таққослайдиган статистик кўрсаткичдир. SPI одатда 1, 3, 6, 9, 12, 24 ёки 48 ойлар учун ҳисобланади ва тегишли SPI-1, SPI-3, SPI-6 каби белгиланади. SPI намгарчил ва қурғоқчил об-ҳавони статистик таққослаш имконини бериш учун ёғингарчилик йиғиндисини стандарт нормал ўзгарувчига, яъни ўртача қийматини нолга тенглаштиришга асосланади. SPI натижалари стандартлаштирилган тақсимотнинг узоқ муддатли ўртача қийматидан стандарт четлашиш бирликларида бериледи.

Қурғоқчиликнинг интенсивлигини аниқлашда 1-жадвалда келтирилган таснифлаш тизимидан фойдаланилади (1-жадвал).

Мазкур тадқиқотнинг мақсади Оролбўйи ҳавзасида 1 ойлик метеорологик қурғоқчилик индекс (SPI)ни аниқлаш ва уни мавжуд қурғоқчилик классификацияси асосида баҳолашдан иборат. Шу мақсадда, Оролбўйи ҳавзасига яқин жойлашган метеорологик станцияларда Қорақалпоғистон, Жаслик, Мўйнак ҳамда Кўнғирот метеостанцияларида кузатилган ойлик ёғин миқдорлари маълумотларидан фойдаланилди. Мазкур ёғин

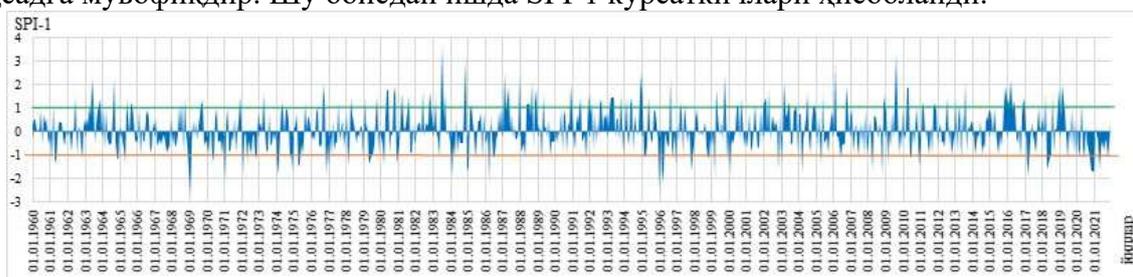
маълумотлари асосида стандартлаштирилган ёғингарчилик индекси (SPI standardized precipitation index) базавий иқлимий давр 1960-1990 йиллар ҳамда жорий иқлимий давр 1991-2021 даврлар оралиғи учун аниқланди.

*1-жадвал*

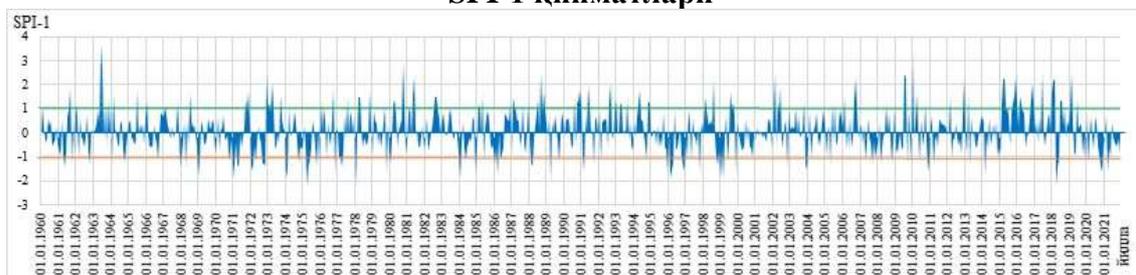
**Қурғоқчилик таснифи**

<b>SPI қийматлари</b>	<b>Қурғоқчилик индикаторлари</b>
2.0 ва ундан кўп	экстремал намгарчилик
1.5 дан 1.99 гача	жуда намгарчилик
1.0 дан 1.49 гача	ўрта намгарчилик
-.99 дан .99 гача	нормага яқин
-1.0 дан -1.49 гача	ўртача қурғоқчилик
-1.5 дан -1.99 гача	қаттиқ қурғоқчилик
-2 ва ундан кам	экстремал қурғоқчилик

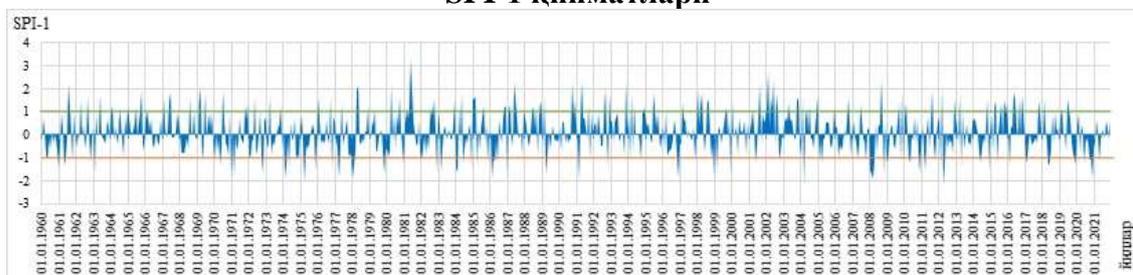
Тупроқнинг нам шароити ёғингарчилик аномалияларига нисбатан қисқа вақт оралиғида жавоб беради. Ер ости сувлари, дарё оқими ва сув омборлари узоқ муддатли ёғингарчилик аномалияларини ақс эттиради. Масалан, метеорологик қурғоқчилик учун 1 ёки 2 ойлик SPIни, кишлок хўжалиги қурғоқчилиги учун 1 ойдан 6 ойгача бўлган SPIни ва гидрологик қурғоқчилик учун 6 ойдан 24 ойгача бўлган SPI натижаларини таҳлил қилиш мақсадга мувофиқдир. Шу боисдан ишда SPI-1 кўрсаткичлари ҳисобланди.



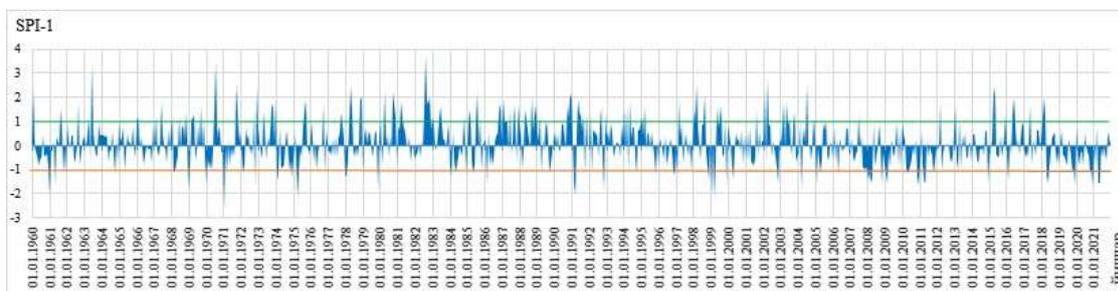
**Қорақалпоғистон метеостанциясида 1960-2021 йиллар оралиғида ҳисобланган SPI-1 қийматлари**



**Жаслик метеостанциясида 1960-2021 йиллар оралиғида ҳисобланган SPI-1 қийматлари**



**Кўнғирот метеостанциясида 1960-2021 йиллар оралиғида ҳисобланган SPI-1 қийматлари**



**Мўйноқ метеостанциясида 1960-2021 йиллар оралиғида ҳисобланган SPI-1 қийматлари**

2-жадвал маълумотларига кўра, 1960-1990 йиллар ҳамда 1991-2021 йилларда барча метеорологик станцияларда кузатилган экстремал қурғоқчилик кузатилган ойлар сони бир-бирдан катта фарқ қилмаган.

*2- жадвал*

**Орол ҳавзаси минтақасида жойлашган метеорологик станцияларда базавий иқлимий давр ва жорий иқлимий даврлар давомида кузатилган экстремал қурғоқчилик кўрсаткичлари**

Метеостанциялар	1960-1990 йиллар			1991-2021 йиллар			
	Экстремал қурғоқчилик кузатилган ойлар сони	Экстремал қийматлар	Кузатилган саналар	Метеостанциялар	Экстремал қурғоқчилик кузатилган ойлар сони	Экстремал қийматлар	Кузатилган саналар
Қорақалпоғистон	3	-2,7	01.01.1969	Қорақалпоғистон	2	-2,54	01.01.1965
		-2,13	01.01.1971			-2,15	01.03.1965
		-2,15	01.04.1986			Жаслик	0
Жаслик	3	-2,25	01.04.1975	Қўнғирот	2	-2,15	01.03.1973
		-2,15	01.02.1978			-2,15	01.04.1981
		-2,02	01.04.1989				
Қўнғирот	1	-2,04	01.04.1975	Мўйноқ	3	-2,07	01.03.1960
Мўйноқ	3	-2,07	01.01.1961			-2,07	01.01.1968
		-2,56	01.01.1971				
		-2,16	01.04.1975				

3-жадвал маълумотларига кўра, Қорақалпоғистон ва Қўнғирот метеорологик станцияларда ҳисобланган экстремал намгарчилик кузатилган ойлар сони деярли ўзгармаган, аммо Жаслик метеостанциясида бу кўрсаткичлар икки баробарга ортган, аксинча Мўйноқ метеостанциясида экстремал намгарчилик кузатилган ойлар сони қиймати базавий иқлимий даврга нисбатан жорий иқлимий даврга камайганини кўришимиз мумкин.

Ишда танлаб олинган метеорологик станцияларда базавий иқлимий давр ва жорий иқлимий даврларда SPI-1 қийматларининг кўп йиллик ўртача қийматлари аниқланди. Унга кўра, Оролбўйи минтақаси ҳавзасида жойлашган танлаб олинган метеостанцияларнинг барчасида иккала иқлимий даврда ҳам ўртача намгарчилик ўртача қурғоқчиликдан юқори эканлигига гувоҳ бўлди (4- жадвал).

**Оролбўйи ҳавзаси минтақасида жойлашган метеорологик станцияларда  
базавий иқлимий давр ва жорий иқлимий даврлар давомида кузатилган экстремал  
намгарчилик кўрсаткичлари**

1960-1990 йиллар				1991-2021 йиллар					
Метео- станциялар	Экстремал намгарчилик кузатилган ойлар сони	Экстремал қиймаатлар	Кузатилган саналар	Метео- станциялар	Экстремал намгарчилик кузатилган ойлар сони	Экстремал қиймаатлар	Кузатилган саналар		
<b>Қорақалпо- ғистон</b>	7	2,24	01.06.1963	<b>Қорақалпо- ғистон</b>	7	2,25	01.09.1965		
		2,18	01.09.1964			2,38	01.10.1968		
		3,61	01.07.1983			2,07	01.03.1972		
		3,13	01.11.1984			2,83	01.02.1975		
		2,44	01.02.1987			3,26	01.08.1978		
		2,38	01.01.1988			2,08	01.08.1982		
		2,11	01.09.1988			2,22	01.03.1985		
<b>Жаслик</b>	7	3,67	01.06.1963	<b>Жаслик</b>	16	2,05	01.09.1961		
		2,63	01.07.1963			2,18	01.08.1967		
		2,35	01.12.1972			2,48	01.02.1971		
		2,04	01.04.1973			2,3	01.10.1975		
		2,84	01.10.1980			2,45	01.08.1978		
		2,32	01.06.1981			2,26	01.09.1978		
		2,46	01.09.1988			3,07	01.01.1979		
<b>Қўнғирот</b>	7	2,13	01.08.1961			2,27	01.01.1982		
		2,06	01.03.1969			2,23	01.04.1984		
		2,14	01.05.1978			2,25	01.05.1984		
		2,17	01.04.1980			2,34	01.12.1984		
		3,28	01.06.1981			2,03	01.12.1985		
		2,27	01.06.1987			2,43	01.07.1986		
		2,25	01.10.1990			2,24	01.02.1987		
<b>Мўйноқ</b>	12	2,25	01.02.1960			<b>Қўнғирот</b>	8	2,18	01.03.1987
		3,39	01.06.1963					2,43	01.03.1988
		3,44	01.07.1970	2,33	01.05.1960				
		2,53	01.10.1971	2,03	01.09.1961				
		2,39	01.12.1972	2,25	01.11.1962				
		2,44	01.04.1978	2,12	01.08.1970				
		2,02	01.12.1978	2,74	01.02.1971				
		2,2	01.04.1980	2,35	01.06.1971				
		2,19	01.10.1980	2,4	01.09.1977				
		3,71	01.08.1982	2,04	01.03.1981				
		2,04	01.11.1982	<b>Мўйноқ</b>	8	2,15	01.01.1960		
		2,16	01.08.1985			2,49	01.03.1967		
		2,07	01.09.1967						
		2,19	01.02.1971						
				2,69	01.04.1971				
				2,53	01.07.1973				
				2,09	01.04.1984				
				2,45	01.05.1984				

**Оролбўйи минтақаси ҳавзасида жойлашган метеостанцияларда базавий  
1960-1990 йиллар ҳамда жорий 1991-2021 йиллар давомида ҳисобланган SPI-1 нинг  
кўп йиллик ўртача қийматлари**

Метео- станциялар	Қорақалпоғис тон		Жаслик		Қўнғирот		Мўйноқ	
	Ўртача намгарчили к	Ўртача қурғоқчилик	Ўртача намгарчили к	Ўртача қурғоқчилик	Ўртача намгарчили к	Ўртача қурғоқчилик	Ўртача намгарчили к	Ўртача қурғоқчилик
1960-1990	0,78	-0,65	0,75	-0,67	0,83	-0,6	0,86	-0,54
1991-2021	0,84	-0,71	0,83	-0,62	0,79	-0,65	0,75	-0,65

**Адабиётлар рўйхати**

1. Свобода М., Хайес М., Вуд Д. Руководство для пользователей стандартизированного индекса осадков. ВМО, Женева, 2012 (1090). - Р. 36.
2. Guo, H., Bao, A., Ndayisaba, F., Liu, T., Jiapaer, G., El-Tantawi, A.M. and De Maeyer, P., 2018. Space-time characterization of drought events and their impacts on vegetation in Central Asia. Journal of Hydrology, 564, pp.1165-1178.
3. McKee, Thomas B., Nolan J. Doesken, and John Kleist. "The relationship of drought frequency and duration to time scales." Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology. Vol. 17. No. 22. 1993.
4. Mishra, A.K., Singh, V.P., 2010. A review of drought concepts. J. Hydrol. 391:204-216. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2010.07.012>
5. Svoboda, Mark D., and Brian A. Fuchs. Handbook of drought indicators and indices. Geneva, Switzerland: World Meteorological Organization, 2016.

**ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЗАЛЕГАНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА  
НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

Лебидинская А.А.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия, asya7496@gmail.com

**Аннотация.** В работе произведен анализ продолжительности залегания снежного покрова на территории Республики Татарстан. Основная задача работы заключается в определении пространственной изменчивости среднемноголетней продолжительности залегания снежного покрова, ее экстремумах. В качестве исходных данных использовались данные метеорологических ежемесячников ФГБУ «УГМС Республики Татарстан» по продолжительности залегания снежного покрова (ПЗСП). В среднем по Республике ПЗСП составляет 144 дня. Минимальная ПЗСП в Татарстане за период с 1990 по 2022 гг. составляет 115 дней, максимальная – 166 дней. По станциям абсолютный минимум ПЗСП наблюдался в Лаишево (62 дня), максимум – в Бугульме (179 дней).

**Ключевые слова:** снежный покров, продолжительность залегания снежного покрова, тенденция, Республика Татарстан.

**DURATION OF SNOW COVER ON THE TERRITORY  
OF THE TATARSTAN REPUBLIC**

Lebidinskaya A.A.

Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russia, asya7496@gmail.com

**Abstract.** The work analyzes the duration of snow cover on the territory Tatarstan Republic. The main objective of the work is to determine the spatial variability of the average long-term duration of snow cover and its extremes. As initial data, is used meteorological monthly data from the Federal State Budgetary Institution "UGMS of the Tatarstan Republic" on the duration of snow cover (DOSC). On average in the Republic, the DOSC expectancy period is 144 days. Minimum DOSC in Tatarstan for the

period from 1990 to 2022 is 115 days; the maximum is 166 days. For stations, the absolute minimum of the DOSC was observed in Laishevo (62 days), the maximum – in Bugulma (179 days).

**Keywords:** snow cover, duration of snow cover, trend, Tatarstan Republic.

Республика Татарстан (РТ) расположена в восточной части Восточно-Европейской, или Русской, равнины, у слияния рек Волги и Камы. Большая часть территории республики находится между  $54^{\circ} 30' - 56^{\circ}$  северной широты и  $48^{\circ} - 53^{\circ} 30'$  восточной долготы. Её территория включает северную часть Поволжья и соседствует с Предуральем [1].

Территория Татарстана представляет собой возвышенную ступенчатую равнину, расчлененную густой сетью речных долин. Широкими долинами Волги и Камы равнина разделена на три части: Предволжье, Предкамье и Закамье [2].

Распределение снежного покрова в значительной степени зависит от характера рельефа и характера растительности. висит от характера рельефа и характера растительности. Как общее правило можно указать, что, чем больше расчленен рельеф, тем неравномернее распределяется снежный покров. На нерасчлененных равнинах снег лежит относительно ровным слоем и тает более или менее равномерно. Распределение снега в таких местах зависит главным образом от характера растительности. В равнинах, расчлененных долинами, оврагами и балками, уже значительная часть снега сносится с водоразделов в овраги или долины [3, 4].

В качестве исходных данных были использованы данные метеорологических ежемесячников ФГБУ «УГМС Республики Татарстан» по продолжительности залегания снежного покрова на 15 метеостанциях за 1990 – 2022 гг. Исходные данные подвергались статистической обработке: определялись средние, максимальные и минимальные величины, средние квадратические отклонения (СКО), дисперсии и линейные коэффициенты регрессии ПЗСП.

За исследованный период рассчитанный линейный коэффициент регрессии, в среднем, по Татарстану составил  $-0,3$  дня/10 лет, что означает плавное уменьшение количества дней со снежным покровом. При этом максимальное значение линейного коэффициента регрессии отмечается в центральных и крайне западных районах Республики, минимальное – на востоке.

В таблице 1 указаны основные статистические характеристики.

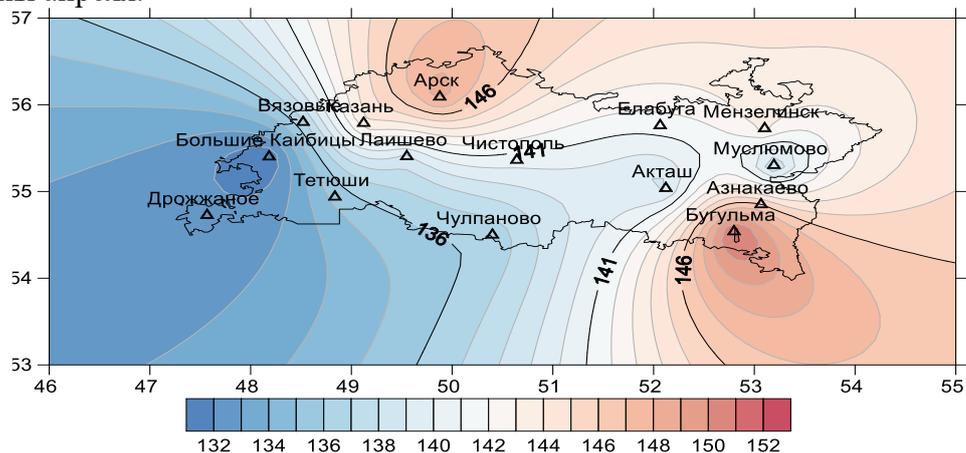
**Таблица 1**

**Статистические характеристики продолжительности залегания снежного покрова на территории Республики Татарстан за период 1990-2022 гг.**

Станция	СКО	Дисперсия	Линей. коэф. регрессии, дни/10 лет
Арск	-0,6	95	-0,2
Вязовые	-0,2	167	-0,2
Казань	-0,4	138	-0,1
Елабуга	-0,4	112	-0,4
Мензелинск	-0,4	129	-0,2
Б. Кайбицы	-0,5	231	-0,4
Лаишево	-0,2	164	-0,6
Чистополь	-0,5	167	-0,7
Муслимово	-0,7	170	0,0
Акташ	0,2	104	-0,1
Тетюши	-0,6	219	-0,4
Азнакаево	-1,2	127	-0,4
Дрожжаное	0,4	190	-0,5
Бугульма	-0,4	166	-0,2
Чулпаново	-0,1	177	-0,4
РТ	-0,3	109	-0,3

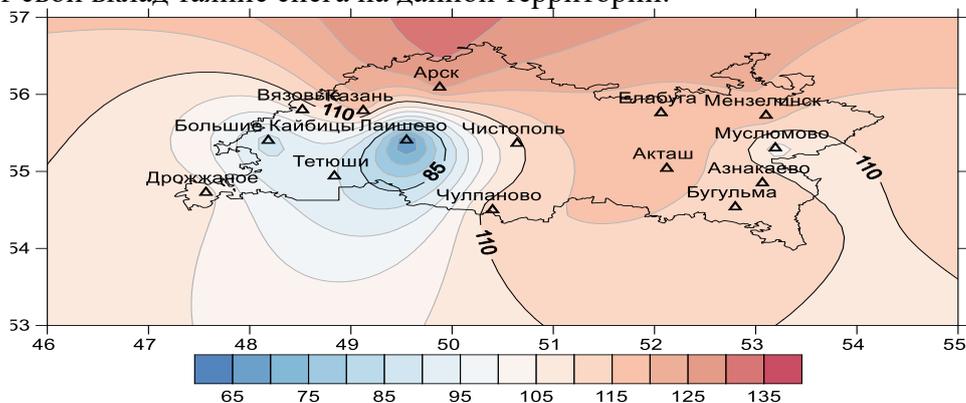
В географическом распределении средней продолжительности залегания снежного покрова (ПЗСП) максимумы отмечаются на крайнем севере и востоке Республики (рис. 1). Это можно связать с географическим положением самих станций, а также с тем, что именно на данных станциях чаще всего наблюдаются наименьшие минимальные температуры воздуха в холодный период, что не способствует таянию снега.

Средняя ПЗСП в Республике составляет 144 дня, при этом, как было сказано выше, со временем она уменьшается. В последнее десятилетие устойчивый снежный покров (УСП) наблюдается в период с середины ноября по конец марта, в то время как в конце 90-х и 00-х годов УСП отмечался с конца октября по начало апреля, на некоторых станциях до середины апреля.



**Рис. 1. Средняя продолжительность залегания снежного покрова (дни)**

Минимальная ПЗСП наблюдается на юго-западе и в центральной части Республики Татарстан (рис. 2). Особенно выделяется м/с Лаишево, где минимальная ПЗСП за год составила менее 70 дней. Данная станция наиболее открыта для солнечных лучей и ветра, что вносит свой вклад в таяние снега на данной территории.

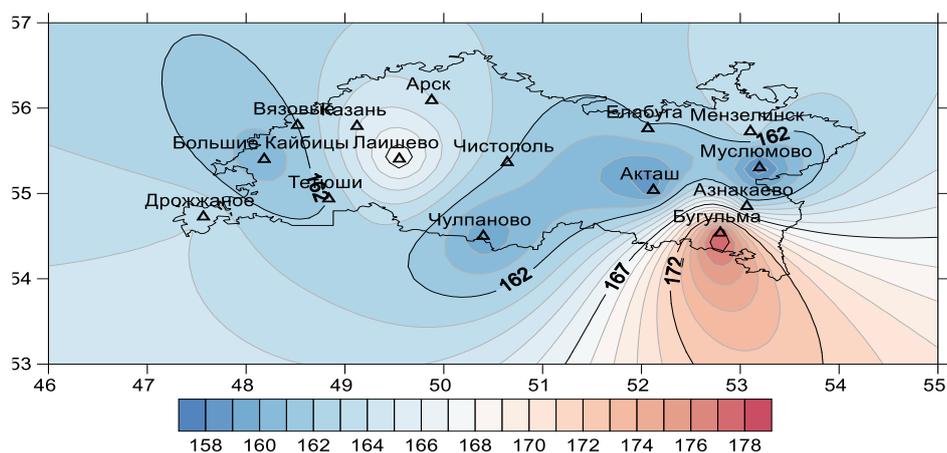


**Рис. 2. Минимальная продолжительность залегания снежного покрова (дни)**

Максимальная ПЗСП очагово выделяется на м/с Бугульма, что связано с ее «закрытым» положением относительно остальных станций (рис. 3).

Также можно выделить Закамье и восточное Предкамье, где отмечается длительная ПЗСП.

За исследуемый период с 1990 по 2022 гг. минимальная ПЗСП наблюдалась в 2008 году практически на всех станциях, максимальная – в 1993 году (табл. 2).



**Рис. 3. Максимальная продолжительность залегания снежного покрова (дни)**

**Таблица 2**

**Продолжительность залегания снежного покрова (дни) в Республике Татарстан (1990-2022 гг.)**

Год	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Арск	155	159	155	163	165	153	140	139	141	152	149	154
Вязовые	114	159	133	165	156	142	132	124	137	144	133	150
Казань	123	147	156	166	169	149	135	130	144	150	140	153
Елабуга	143	156	145	159	166	138	141	144	142	148	146	155
Мензелинск	148	146	145	166	158	136	138	148	153	138	143	161
Б. Кайбицы	130	141	138	166	159	138	141	140	137	139	121	147
Лаишево	149	164	146	168	166	146	134	138	143	144	137	152
Чистополь	158	163	159	168	168	146	134	142	150	157	142	161
Муслимово	104	151	143	167	153	127	130	134	140	136	140	154
Акташ	130	143	137	163	155	125	138	129	135	130	141	149
Тетюши	123	158	141	166	170	131	145	137	134	129	144	150
Азнакаево	153	155	161	169	159	147	151	148	142	151	145	159
Дрожжаное	122	158	144	167	166	134	138	130	138	124	142	149
Бугульма	130	165	165	174	165	148	159	149	150	147	151	166
Чулпаново	131	152	144	166	163	134	144	151	153	148	126	148
РТ	134	154	147	166	163	140	140	139	143	142	140	154

**Таблица 2 продолжение**

Год	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Арск	163	155	155	145	151	149	127	146	144	163	154	140
Вязовые	149	149	140	142	138	147	113	140	140	162	141	132
Казань	161	154	148	147	148	148	125	146	145	165	146	136
Елабуга	143	150	159	135	145	148	117	143	141	162	150	133
Мензелинск	129	155	161	139	139	148	120	146	143	164	149	131
Б. Кайбицы	124	121	122	134	130	129	87	113	139	160	137	129
Лаишево	158	149	150	147	148	151	62	142	149	168	153	132
Чистополь	150	142	151	143	139	149	109	142	139	162	139	134
Муслимово	137	154	149	143	133	154	114	146	135	157	146	128
Акташ	135	145	143	140	132	150	118	137	136	158	145	128
Тетюши	148	139	140	134	138	128	91	139	144	162	144	125
Азнакаево	154	159	155	147	142	155	122	158	138	163	151	135
Дрожжаное	130	143	135	145	137	140	107	131	143	164	135	128
Бугульма	168	168	161	156	142	164	137	161	149	167	152	139
Чулпаново	114	138	131	140	135	141	114	126	138	159	137	126
РТ	144	148	147	142	140	147	115	141	142	162	145	132

<i>Таблица 2 продолжение</i>												
Год	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Ср.зн.	Min	Max
Арск	153	164	162	143	152	135	131	151	159	151	127	165
Вязовые	142	142	160	138	148	123	127	144	119	140	113	165
Казань	149	160	162	144	149	147	137	149	121	147	121	169
Елабуга	141	154	154	134	143	142	129	147	123	145	117	166
Мензелинск	158	152	154	140	147	144	135	149	119	146	119	166
Б. Кайбицы	121	138	152	143	147	128	120	140	116	134	87	166
Лаишево	159	132	129	136	148	133	134	148	117	145	62	168
Чистополь	145	158	157	137	145	131	135	144	123	146	109	168
Муслюмово	143	149	150	135	146	141	129	146	119	140	104	167
Акташ	144	143	153	136	143	143	133	138	120	139	118	163
Тетюши	135	142	154	144	147	130	127	132	119	139	91	170
Азнакаево	161	159	158	149	146	144	138	150	115	150	115	169
Дрожжаное	116	130	142	140	142	124	125	132	117	137	107	167
Бугульма	170	179	161	171	147	152	141	153	125	156	125	179
Чулпаново	136	151	155	135	146	126	134	144	114	139	114	166
РТ	145	150	154	142	146	136	132	144	122	144	62	166

В годовом ходе минимальная ПЗСП отмечается в октябре (наступление УСП), максимальная – в январе.

В заключении можно отметить, что в среднем по Республике ПЗСП составляет 144 дня. Минимальная ПЗСП в Татарстане за период с 1990 по 2022 гг. составляет 115 дней, максимальная – 166 дней.

По станциям абсолютный минимум ПЗСП за период с 1990 по 2022 гг. наблюдался в Лаишево (62 дня), максимум – в Бугульме (179 дней).

В годовом ходе минимальная ПЗСП отмечается в октябре (наступление устойчивого снежного покрова), максимальная – в январе.

### Список литературы

1. География Татарстана: Проб. учеб. пособие / Т.Е. Аксенова; отв.ред. Бутаков Г.П. – Казань: Магариф, 1994. – 143 с.
2. Ландшафты Республики Татарстан: региональный ландшафтно-экологический анализ / Ермолаев О. П. и др.; под ред. проф. О. П. Ермолаева. – Казань: Слово, 2007. – 410 с.
3. Рихтер Г.Д. Роль снежного покрова в физико-географическом процессе. Тр. Института географии АН СССР, т. 48. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1948. – 112 с.
4. Хромов С.П. Метеорология и климатология / С.П. Хромов, М.А. Петросянц. – М.: Изд-во МГУ, 2004. – 580 с.

## ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ПОТЕНЦИАЛ ВЕТРОВОЙ И ГЕЛИО ЭНЕРГИИ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

Лобанов В.А., Акбаров Х.Б.

Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия,  
va\_lobanov56@mail.ru

**Аннотация.** Статья посвящена оценке климатического потенциала для ветровой и гелиоэнергетики в Республике Узбекистан и возможному изменению этого потенциала в связи с современным изменением климата. Проведенный анализ эффективности использования ветровой энергии по территории республики показал, что экономически выгодным ее производство оказалось только в Каракалпакии. При этом установлено, что основной фактор ветровой энергии – скорость ветра пока практически не изменяется. Для оценки эффективности применения солнечной энергии необходимо получить пространственное климатическое распределение приходящей радиации и оценить его изменение в связи с изменением климата. В связи с небольшим числом

актинометрических станций предлагается методика определения региональных зависимостей между приходящей радиацией и температурой воздуха, включая другие азональные факторы.

**Ключевые слова:** ветровая и солнечная энергия, климатический потенциал, изменение климата.

## IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON THE POTENTIAL OF WIND AND SOLAR ENERGY IN THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN

Lobanov V.A., Akbarov Kh.B.

Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, va\_lobanov 56@mail.ru

**Abstract.** The article is devoted to assessing the climate potential for wind and solar energy in the Republic of Uzbekistan and the possible change in this potential due to modern climate change. An analysis of the efficiency of using wind energy across the territory of the republic showed that its production turned out to be economically profitable only in Karakalpakstan. At the same time, it has been established that the main factor of wind energy – wind speed remains practically unchanged. To assess the efficiency of solar energy use, it is necessary to obtain the spatial climatic distribution of incoming radiation and evaluate its change due to climate change. Due to the small number of actinometric stations, a method for determining regional dependencies between incoming radiation and air temperature, including other azonal factors, is proposed.

**Key words:** wind and solar energy, climate potential, climate change.

Современное потепление климата, которое в большинстве регионов планеты приводит уже сегодня к негативным последствиям: уменьшение осадков в засушливых районах, увеличение частоты и продолжительности засух, волн жары, роста опустынивания и других, обусловлено антропогенной эмиссией парниковых газов за счет сжигания органического топлива доля которого в сегменте энергетики отдельных стран достигает 80-90% [4, 5]. Одним из путей уменьшения антропогенного разогрева планеты является переход к использованию альтернативных видов энергии или к «зеленой энергетике». К таким видам энергетики относятся: гидроэнергетика, атомная, солнечная, ветровая, использование энергии приливов и возможные другие виды. Очевидно, что развитие тех или иных видов «зеленой энергетике» зависит от природных, экономических и правовых особенностей отдельных стран. Так, применение атомной энергетики в настоящее время законодательно запрещено в ряде стран, развитие гидроэнергетики зависит от соответствующих водных ресурсов и их гидроэнергетического потенциала и т.д. Для территории Республики Узбекистан предполагается, что можно оценить эффективность развития таких видов «зеленой энергетике» как ветровая и солнечная. Для этой цели необходимо рассчитать потенциал климатических факторов, определяющих эти виды возобновляемой энергии, и его пространственное распределение по территории Республики Узбекистан.

Эффективность применения того или иного вида природной энергии зависит от его климатического потенциала как в целом для рассматриваемой территории, так и для отдельных ее частей, что может быть представлено пространственным климатическим распределением соответствующих этой энергии климатических факторов. К основным климатическим факторам, определяющим климатический потенциал ветровой энергии, относится скорость ветра, а потенциал солнечной энергии – приходящая солнечная радиация, измеряемая на актинометрических станциях в виде прямой, рассеянной и общей. Для оценки потенциала необходимо определить, как внутригодовые климатические изменения этих факторов, так и их естественную изменчивость, притом, как для интегральной характеристики (среднемесячные, суммы за месяц), так и для предельных значений (максимума и минимума) за каждый месяц. В результате таких расчетов можно определить, как пространственные, так и внутригодовые показатели климатического потенциала в современных условиях с учетом его естественной изменчивости. Используя климатические сценарии RCP 2.6, 4.5 и 8.5 Вт/м<sup>2</sup> проектов СМIP5 и СМIP6 для наиболее

подходящей для рассматриваемой территории физико-математической модели климата [6], можно установить будущие пространственно-временные закономерности климатического потенциала.

Особенность оценки климатического потенциала для солнечной энергетики состоит в том, что число актинометрических станций в Республике Узбекистан небольшое и поэтому надежность построения пространственных распределений приходящей радиации будет невелика. Поэтому в данном случае необходимо установить пространственно-временные зависимости приходящей радиации с температурой воздуха, облачностью и другими факторами, которые измеряются на большом количестве метеорологических станций и постов по всей республике и с другой стороны отражают и влияние локальных факторов.

Поэтому общая последовательность методики оценки, например, гелиопотенциала, состоит в следующем:

- формирование региональных баз данных, включающих многолетние ряды наблюдений за приходящей радиацией (общей, прямой, рассеянной), температурой воздуха и облачностью за каждый месяц в виде средних и экстремальных характеристик;

- оценка качества информации в региональных БД, включая оценку однородности экстремальных значений, стационарности основных параметров временных рядов (средних и дисперсий), восстановление пропусков наблюдений и приведение рядов к многолетнему практически одинаковому периоду не менее 70 лет [1, 3];

- построение регрессионных эмпирических зависимостей между многолетними рядами приходящей радиации и температурой воздуха, облачностью другими локальными факторами. как для каждой станции, так и по территории;

- получение пространственных моделей коэффициентов эмпирических зависимостей и восстановление многолетних рядов приходящей радиации во всех пунктах измерения температуры воздуха и облачности;

- построение пространственной модели приходящей солнечной радиации как на основе данных актинометрических станций, так и ее уточненной версии с привлечением восстановленных многолетних рядов приходящей радиации во всех пунктах метеорологической сети Республики Узбекистан;

- энергетические и экономические расчеты эффективности выработки солнечной энергии в различных частях республики в современных условиях;

- количественная оценка климатических изменений температуры воздуха и облачности в современный период за последние 70 лет с целью оценки изменения потенциала солнечной энергии;

- выбор наиболее подходящей физико-математической модели климата для территории Республики Узбекистан с целью оценки будущих изменений климатических факторов солнечной энергии;

- сценарные оценки будущих значений температур воздуха и облачности до конца 21 века и на основе эмпирических зависимостей – оценка будущих значений приходящей радиации;

- построение пространственных моделей приходящей солнечной радиации за разные периоды до конца 21 века и проведение энергетических и экономических расчетов для оценки выработки гелиоэнергетики в будущем.

Проведенные исследования и моделирование многолетних рядов среднемесячных температур воздуха на 66 метеорологических станциях Республики Узбекистан с началом наблюдений в 1966 году показали, что температура воздуха имеет тенденцию к повышению [2]. Так, температуры июля выросли и притом ступенчато в основном в 1973 году и для трех рядов (Вместе с тем для половины рядов температур июля пока еще эффективны стационарные модели. На территории Узбекистана выделено 3 области нестационарности или роста температур воздуха:

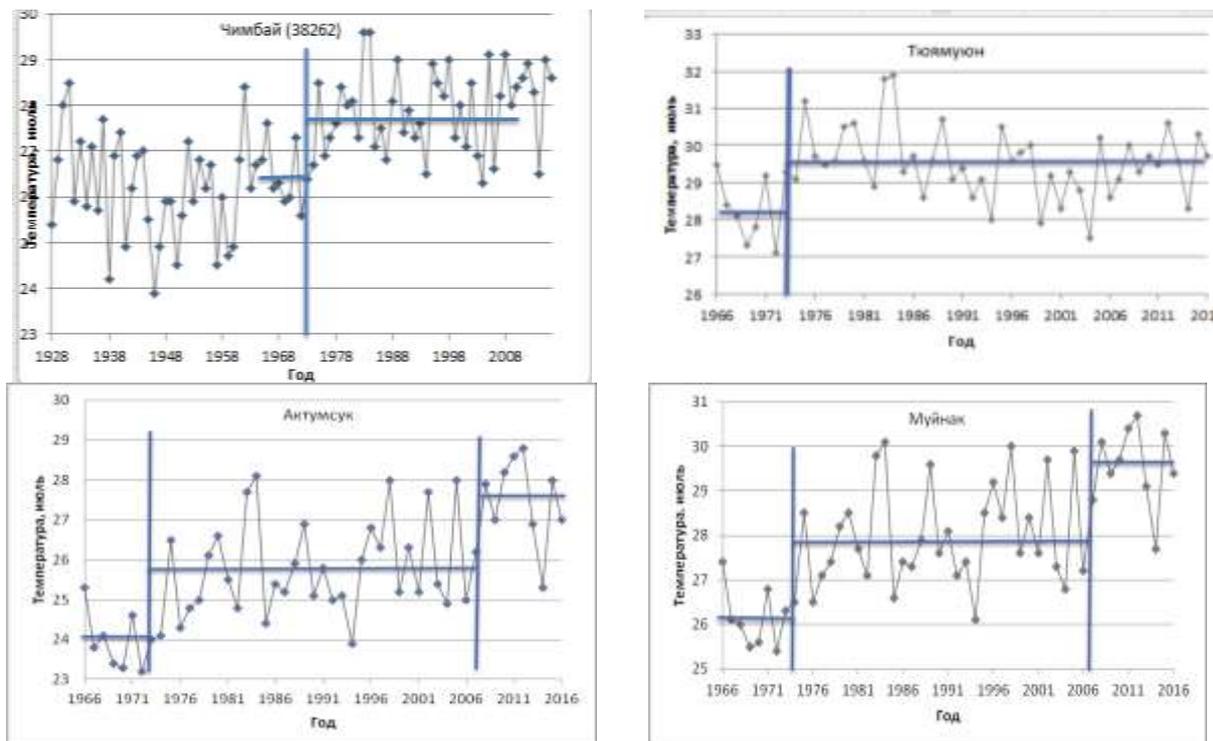
- северо-западная в Каракалпакии, находящаяся под влиянием высыхающего Аральского моря;

- южная вдоль границы с Киргизией и Таджикистаном;
- изолированная область на границе с Туркменистаном.

Получено, что рост норм температур воздуха на станциях возле Аральского моря составляет  $+3,6^\circ$ , на остальных станциях Каракалпакии  $+2^\circ$ , а по всей территории Узбекистана в среднем  $+1^\circ - +1,5^\circ$ .

В результате можно считать, что температура особенно летних месяцев имеет тенденцию к росту и поэтому климатический потенциал гелиоэнергетики должен также увеличиваться.

Каракалпакия) установлен второй подъем температур в 2007 году (рис. 1).



**Рис. 1. Два вида нестационарности в многолетних рядах температур июля: 1-ый – один подъем температуры в 1973 г., 2-ой тип – два роста температуры в 1973 и 2007 гг.**

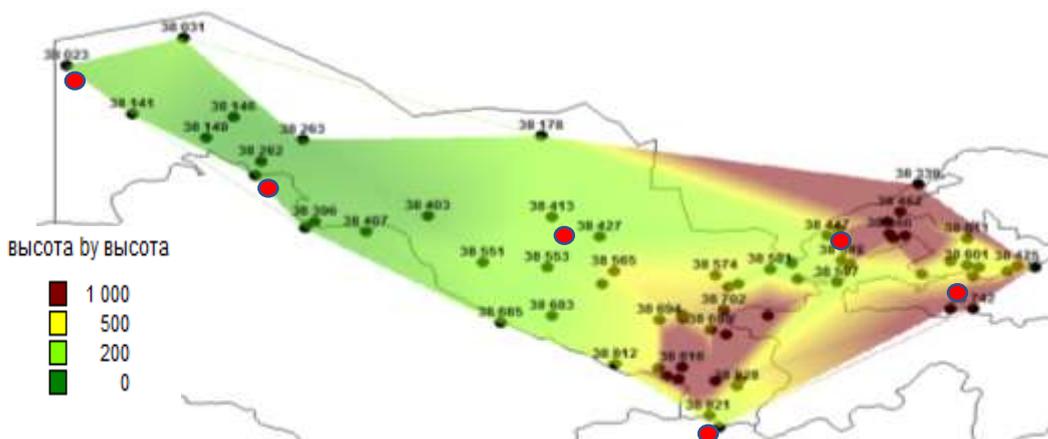
Как уже отмечалось, информационная обеспеченность наблюдениями за приходящей радиацией на территории Узбекистана не высока, т.к. число актинометрических станций всего 6: Ташкент, Фергана, Тамды, Термез, Тахиаташ, Каракалпакия. Вместе с тем общее число метеорологических станций и постов на территории республики, на которых отсутствуют актинометрические наблюдения, но осуществляются многолетние наблюдения за температурой, облачностью и другими метеорологическими показателями, вполне достаточно, чтобы осуществить пространственные обобщения (рис. 2).

Поэтому главная задача состоит в установлении зависимостей в пунктах наблюдений между приходящей радиацией и метеорологическими факторами на нее влияющими – температура, облачность и другими.

Для оценки ветрового потенциала и полноценного охвата территории Узбекистана были выбраны все имеющиеся на территории Узбекистана метеорологические станции (80 станций) за последние 10 лет. Для опорных станций были рассчитаны:

- интегральные кривые распределения скорости ветра;
- коэффициент распределения скорости ветра по градациям на высоте 10 м;
- режим характеристик ветра до высоты 50 метров;
- коэффициент распределения скорости ветра по градациям на высоте 50 м;

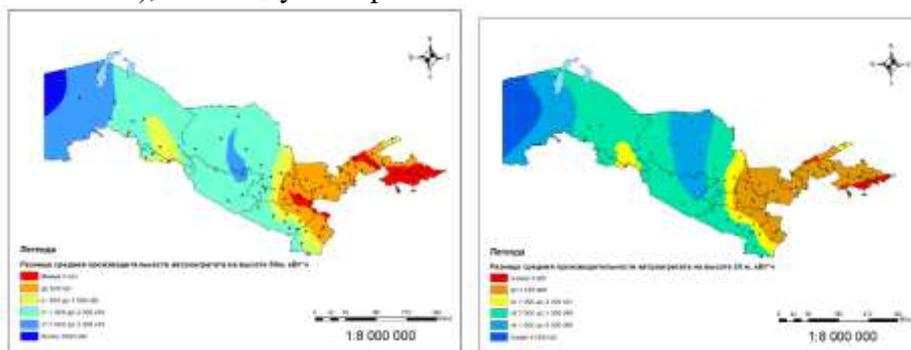
- значения средней производительности вертикальной ветроэнергетической установки на высоте 10 м;
- значения средней производительности вертикальной ветроэнергетической установки на высоте 50 м;
- значения средней производительности горизонтальной ветроэнергетической установки на высоте 50 м;
- разница средней производительности горизонтальной ветроэнергетической установки от вертикальной на высоте 50 м.



**Рис. 2. Схема расположения метеорологических (черные кружки) и актинометрических (красные кружки) станций и высотные зоны Республики Узбекистан в метрах над уровнем моря**

Результаты расчетов показывают, что вероятность возникновения ветра, скорость которого выше уровня начала работы ветроэнергетических агрегатов составляет: на северных и пустынных зонах 30%, в центральных и южных территориях 20%, в предгорных, горных зонах, а также в Ферганской долине до 10%. Поэтому ветроэнергетические установки могут работать достаточно эффективно только на северных территориях и в пустынной зоне.

Горизонтальные ветроэнергетические установки более эффективны для территории Узбекистана, несмотря на большую номинальную скорость ветра (9 м/с, тогда как у вертикального 7-8 м/с), как следует из рис. 3.



**Рис. 3. Разница средней производительности горизонтального ветроагрегата от вертикального на высоте 20 (слева) и 50 м (справа), (кВт\*ч)**

Так, в предгорных, горных районах, в Ферганской долине значения средней производительности ветроагрегата менее 0 кВт\*ч. В Ташкентской, Сырдарьинской и Джизакской областях, а также, в Предгорных районах Самаркандской, Кашкадарьинской и Сурхандарьинской областях разница 500 кВт\*ч в пользу горизонтального ветроагрегата. В центральной части республики горизонтальный тип ВЭУ вырабатывает на 1000-2000 кВт\*ч

больше, чем вертикальный тип, а на севере страны (Республика Каракалпакстан), разница составляет более 3000 кВт\*ч.

### Список литературы

1. Лобанов В.А. Лекции по климатологии. Часть 1. Общая климатология. Кн.1. В 2 кн.: учебник. – СПб.: РГГМУ. – 2019. – 378 с.
2. Лобанов В.А., Вдовенко А.И., Хабибуллаев Ш.Х. Оценка современных изменений климата на территории Узбекистана. Гидрометеорология и мониторинг окружающей среды. Centre of Hydrometeorological Service of the Republic of Uzbekistan ISSN 2181-1261, № 4, 2021. – С. 8-20.
3. Рекомендации по статистическим методам анализа однородности пространственно-временных колебаний речного стока. Л.: Гидрометеоиздат, 1984. – 78 с.
4. IPCC. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / Eds. Stocker T.F., Qin D., Plattner G.-K., Tignor M., Allen S.K., Boschung J., Nauels A., Xia Y., Bex V., Midgley P.M. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, // USA: Cambridge University Press, 2013. 1535 p.
5. IPCC. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu and B. Zhou (eds.)]. // Cambridge University Press. 3949 p.
6. Lobanov V.A., Abannikov V.N., Okulichева A.A., Grigoreva A.A. Modern and Future Climate Change in the Leningrad Oblast and Its Impact on Agroclimatic Characteristics. ISSN 1068-3739, Russian Meteorology and Hydrology, 2023, Vol. 48, No. 9, pp. 808–817. Ó Allerton Press, Inc., 2023.

### ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАСУХИ НА ЮГЕ УЗБЕКИСТАНА

Махмудов И.М.<sup>1</sup>, Сафаров Ф.Б.<sup>1</sup>, Бегматов С.У.<sup>1</sup>, Ярашев Д.У.<sup>1</sup>, Холматжанов Б.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Научно-исследовательский гидрометеорологический институт,

<sup>2</sup> Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, Ташкент, Узбекистан, b.xolmatjanov@nuu.uz

**Аннотация.** В статье выполнен анализ распределения засухи в Кашкадарьинской и Сурхандарьинской областях на основе индекса SPI. Значения индекса SPI рассчитаны на сроки 1, 3, 6, 9, 12, 18 и 24 месяцев с использованием данных реанализа базы ERA5 Европейского центра среднесрочных прогнозов погоды (ECMWF) за 30-летний период 1991-2020 гг. Показано, что индекс SPI, рассчитанный для различных масштабов времени вегетационного периода в зоне орошаемого земледелия на юге Узбекистана, теряет свою информативность.

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

### SPATIO-TEMPORAL DISTRIBUTION OF DROUGHT IN THE SOUTH OF UZBEKISTAN

Makhmudov I.M.<sup>1</sup>, Safarov F.B.<sup>1</sup>, Begmatov S.U.<sup>1</sup>, Yarashev D.U.<sup>1</sup>, Kholmatjanov B.M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Hydrometeorological Research Institute,

<sup>2</sup> National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Tashkent, Uzbekistan, b.xolmatjanov@nuu.uz

**Abstract.** The article analyzes the distribution of drought in the Kashkadarya and Surkhandarya regions based on the SPI index. SPI index values are calculated for periods of 1, 3, 6, 9, 12, 18 and 24 months using reanalysis data from the ERA5 database of the European Center for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) for the 30-year period of 1991-2020. It is shown that the SPI index, calculated for different time scales of the growing season in the zone of irrigated agriculture in the south of Uzbekistan, loses its information content.

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

К наиболее опасным для человечества природным явлениям относится засуха, которая может распространяться на больших площадях в течении длительного периода. В зависимости от среды возникновения различают три разновидности засухи: атмосферная, почвенная и гидрологическая. Одним из направлений исследования засухи является выявление частоты и силы засухи для оценки вероятности возникновения её различных степеней.

В данном исследовании оценка условий засухи на юге Узбекистана – Кашкадарьинской и Сурхандарьинской областях, выполнена на основе Стандартизированного индекса осадков (Standardized Precipitation Index – SPI) [1, 4]. Учитывая простоту применения индекса в 2009 году Всемирная метеорологическая организация (ВМО) рекомендовала его использование как основного индекса метеорологической засухи [2]. Этим ВМО задала направление для дальнейшей деятельности странам, пытающимся определить необходимый уровень для заблаговременного предупреждения засухи [3].

Распределение засухи по индексу SPI исследовано на основе данных о количестве осадков базы реанализа ERA5 Европейского центра среднесрочных прогнозов погоды (ECMWF) за 30-летний период 1991-2020 гг. Согласно результатам сравнительных анализов, выполненных рядом ученых по оценке согласованности между данными баз реанализа и наземных наблюдений, выявлено наибольшее соответствие данных реанализа ERA5. При проведении исследования также использованы данные наблюдений 15 метеорологических станций, расположенных на территориях Кашкадарьинской и Сурхандарьинской областей за указанный выше 30-летний период.

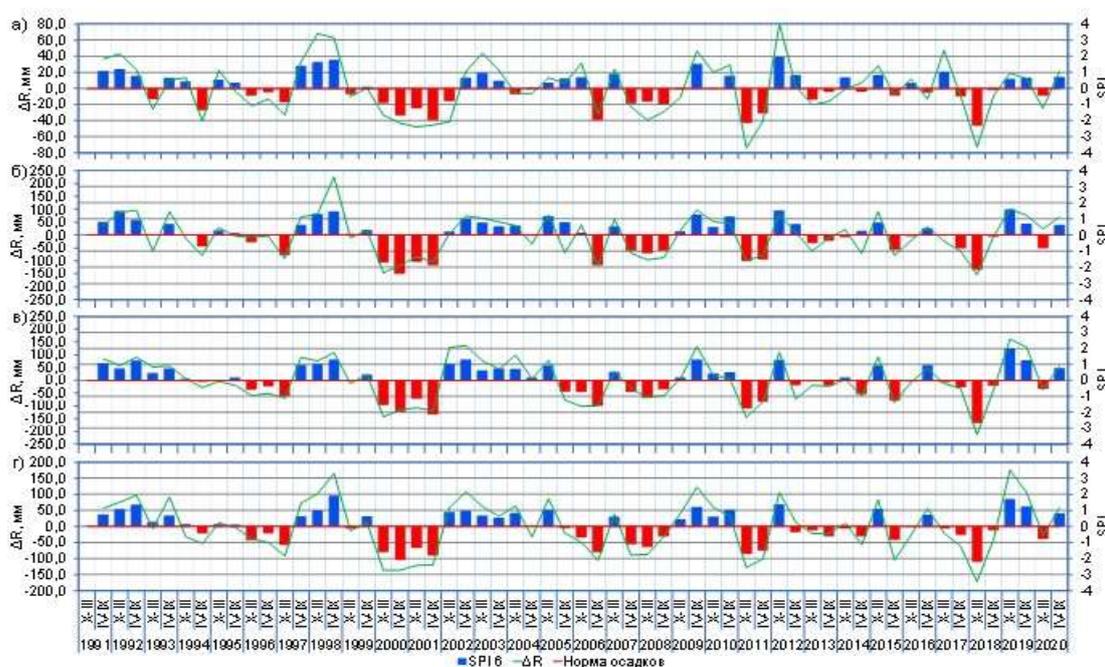
Значения индекса SPI на сроки 1, 3, 6, 9, 12, 18 и 24 месяцев рассчитаны с помощью скрипта R-Studio “spi 1.1” и программы “SPIgenerator” Центра по смягчению последствий засухи Университета Небраски (США) и проверена их согласованность. Распределение SPI визуализировано в виде карт-схем с помощью программы ArcMap 10.8.

Состояние влажности почвы реагирует на аномалии осадков в относительно короткие временные периоды. Состояние подземных вод, речного стока и водохранилищ отражает долгосрочные аномалии осадков. Таким образом, индекс SPI, рассчитанный на 1-2 месяца будет характеризовать метеорологическую засуху, SPI на 1-6 месяцев сельскохозяйственную засуху, а SPI на сроки приблизительно от 6 до 24 месяцев или более гидрологическую засуху [3]. В данной работе представлены результаты расчета индекса SPI на 6 месяцев.

Как свидетельствует результаты обработки данных метеорологических станций Кашкадарьинской и Сурхандарьинской областей, количество осадков имеет четко выраженную тенденцию увеличения по высоте. В пустынных зонах Кашкадарьинской области выпадают в среднем 180-250 мм осадков в год, а в горных районах до 750 мм. В Сурхандарьинской области осадки выпадают меньше от 180 мм до 480 мм в год. Основная часть осадков выпадает в холодное полугодие. Летний период, особенно август, отличается в равнинных районах практически отсутствием осадков.

Учитывая факт, что SPI на 6 месяцев характеризует как гидрологическую, так и сельскохозяйственную засуху, расчеты индекса производились для периодов с октября по март (X-III) в целях оценки гидрологической засухи и с апреля по сентябрь (IV-IX) для оценки сельскохозяйственной засухи. В целях выявления сухих и влажных периодов составлены графики межгодового изменения отклонений количества осадков от нормы и значений индекса SPI 6 для двух метеорологических станций, расположенных в оросительной зоне (Термез и Шахрисабз) и двух горных (Байсун и Мингчукур) (рис. 1).

Приведенные графики свидетельствуют, что на территории исследуемых станций индекс SPI 6 показывает идентичное колебание во времени. Если на этих станциях 1991-1993, 1998, 2002-2004, 2009, 2010, 2019 годы были влажными, в 1996, 2000, 2001, 2006, 2008, 2011, 2013, 2014, 2017 и 2018 годы отмечались условия засухи различной интенсивности.



**Рис. 1. Межгодовое изменение отклонений количества осадков от нормы и индекса SPI 6 в период 1991-2020 гг.**  
*а) Термез, б) Байсун, в) Шахрисабз, г) Мингчукур*

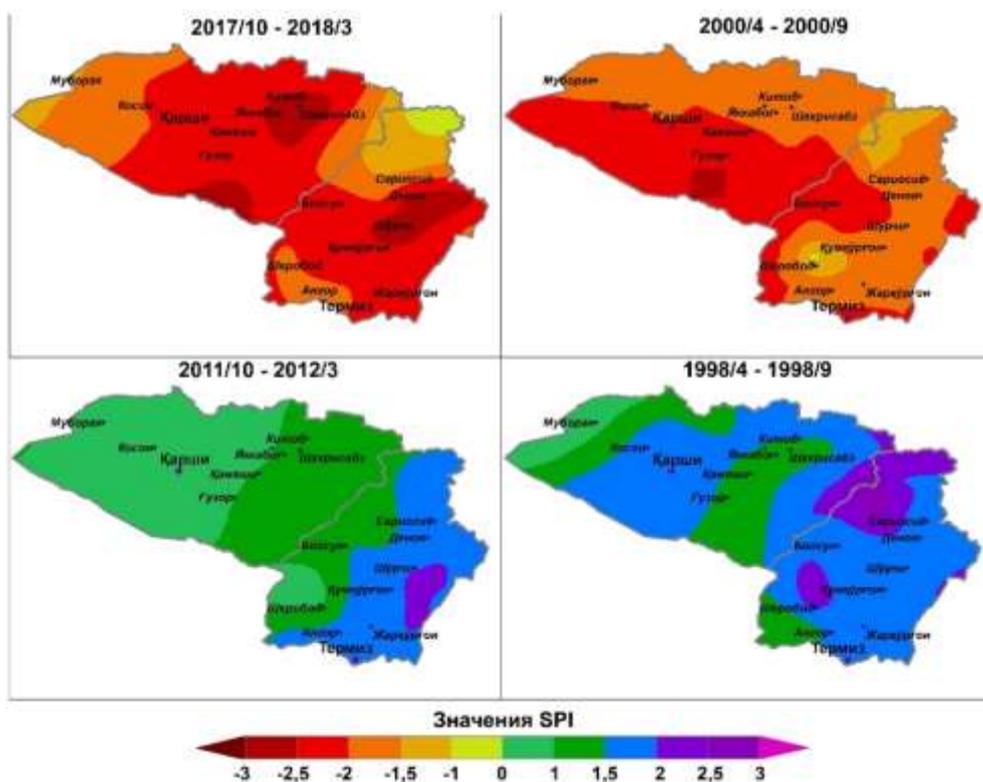
Анализ повторяемости различных градаций увлажненности по индексу SPI 6 не зависимо от их продолжительности показал, что к исследуемым периодам (октябрь-март и апрель-сентябрь) свойственно преобладание условий увлажнения близкие к норме ( $-1 < SPI\ 6 < 1$ ). Повторяемость этой градации увлажненности изменяется в пределах от 58,6% в Мингчукуре до 75,9% в Термезе. Условия экстремальной увлажненности на рассматриваемых станциях отсутствуют за исключением Шахрисабза, где повторяемость этой градации составляла 3,4% (или 1 раз в 30 лет). В обе исследуемые периоды экстремально сухие 6-месячные периоды в Байсуне, Шахрисабзе и Мингчукуре наблюдались по 1 разу в 30 лет, а в Термеза 2 раза в 30 лет в период с октября по март.

*Таблица 1*

**Повторяемость градаций увлажненности по индексу SPI 6, %**

SPI 6	Степень увлажнения	Термез	Байсун	Шахрисабз	Мингчукур
<b>Октябрь-Март</b>					
> 2	Экстремально влажно	0,0	0,0	3,4	0,0
1,5 ÷ 1,99	Очень влажно	6,9	10,3	0,0	3,4
1,0 ÷ 1,49	Умеренно влажно	6,9	6,9	10,3	17,2
-0,99 ÷ 0,99	Близко к норме	75,9	62,1	69,0	58,6
-1,0 ÷ -1,49	Умеренно сухо	3,4	6,9	6,9	10,3
-1,5 ÷ -1,99	Сильно сухо	0,0	10,3	6,9	6,9
< -2	Экстремально сухо	6,9	3,4	3,4	3,4
<b>Апрель-Сентябрь</b>					
> 2	Экстремально влажно	0,0	0,0	0,0	0,0
1,5 ÷ 1,99	Очень влажно	6,7	0,0	0,0	3,3
1,0 ÷ 1,49	Умеренно влажно	6,7	13,3	20,0	13,3
-0,99 ÷ 0,99	Близко к норме	70,0	73,3	63,3	66,7
-1,0 ÷ -1,49	Умеренно сухо	3,3	0,0	6,7	3,3
-1,5 ÷ -1,99	Сильно сухо	13,3	10,0	6,7	10,0
< -2	Экстремально сухо	0,0	3,3	3,3	3,3

Для визуального представления распределения условий увлажненности выбраны сухие 2000 (апрель-сентябрь) и 2017-2018 (октябрь-март) годы и влажные 1998 (апрель-сентябрь) и 2011-2012 (октябрь-март) годы (рис. 2).



**Рис. 2. Распределение индекса SPI 6 в Кашкадарьинской и Сурхандарьинской областях**  
*а) влажные 1998 и 2012 годы, б) сухие 2000 и 2018 годы*

Как отмечено выше, индекс SPI 6, рассчитанный для периода октябрь-март в зоне формирования стока рек, характеризует гидрологическую засуху. Выявление закономерностей формирования гидрологической засухи различной интенсивности и её связи с индексом SPI 6 на юге Узбекистана, требует проведения отдельного исследования. Относительно индекса SPI 6, рассчитанного для периода апрель-сентябрь можно сказать следующее. Как и в большинстве территории Узбекистана, летний и осенний сезоны в Кашкадарьинской и Сурхандарьинской областях, характеризуются осадками в очень малых количествах. На равнинных территориях этих областей, особенно в пустыне, в период июль-сентябрь осадки практически не выпадают. Поскольку SPI нормализуется, более влажные и сухие климаты представляются одинаково. С этой точки зрения индекс SPI, рассчитанный для различных масштабов времени вегетационного периода в зоне орошаемого земледелия, хотя и отражает влажные и сухие периоды, теряет свою информативность.

Таким образом, простота и удобство использования индекса SPI не означает, что он оптимален для оценки засухи в зонах орошаемого земледелия с незначительными осадками. Поэтому для таких территорий рекомендуется использовать другие индексы засухи.

### Список литературы

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

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

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

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

## ГЛОБАЛЬНОЕ ПОТЕПЛЕНИЕ КЛИМАТА И ЕГО ПРОЯВЛЕНИЕ В РЕГИОНАХ РОССИИ

Переведенцев Ю.П.<sup>1</sup>, Мирсаева Н.А.<sup>1</sup>, Гурьянов В.В.<sup>1</sup>, Николаев А.А.<sup>1</sup>, Тагиров М.Ш.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия, [upereved@kpfu.ru](mailto:upereved@kpfu.ru)

<sup>2</sup> Институт прикладных исследований Академии наук Республики Татарстан, Казань, Россия, [marsel.tagirov2019@yandex.ru](mailto:marsel.tagirov2019@yandex.ru)

**Аннотация.** Рассмотрена пространственно-временная изменчивость температуры воздуха и атмосферных осадков в регионах России в XX-XXI столетиях на фоне долгопериодных изменений климата в Северном полушарии. Так, в период 1979-2019 гг. практически на всей территории России происходит потепление климата, а также происходит увеличение годовых сумм осадков за исключением южной половины Европейской части России, где в летний период отмечается рост засушливости климата. С помощью рассчитанных 27 индексов экстремальности климата, рекомендованных Всемирной метеорологической организацией, показаны тенденции изменений важнейших характеристик температурно-влажностного режима в регионах России в период 1980-2022 гг.

**Ключевые слова:** изменения климата, тренды, индексы экстремальности, температура, осадки.

## GLOBAL CLIMATE WARMING AND ITS MANIFESTATION IN THE REGIONS OF RUSSIA

Perevedentsev Y.P.<sup>1</sup>, Mirsaeva N.A.<sup>1</sup>, Guryanov V.V.<sup>1</sup>, Nikolaev A.A.<sup>1</sup>, Tagirov M.Sh.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russia, [upereved@kpfu.ru](mailto:upereved@kpfu.ru)

<sup>2</sup> Institute of Applied Research of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, Kazan, Russia, [marsel.tagirov2019@yandex.ru](mailto:marsel.tagirov2019@yandex.ru)

**Abstract.** The spatial and temporal variability of air temperature and precipitation in Russian regions in the XX-XXI centuries against the background of long-period climate changes in the Northern Hemisphere is considered. Thus, in the period 1979-2019, almost the entire territory of Russia experiences climate warming, and there is an increase in annual precipitation amounts, except for the southern half of the European part of Russia, where in the summer period there is an increase in the aridity of the climate. Using the calculated 27 climate extremity indices recommended by the World Meteorological Organisation, the trends of changes in the most important characteristics of the temperature and humidity regime in the regions of Russia in the period 1980-2022 are shown.

**Key words:** climate change, trends, extreme indices, temperature, precipitation.

Проблема происходящих и ожидаемых глобальных и региональных изменений климата является весьма актуальной для мирового сообщества. Современное состояние этой проблемы и оценки будущих климатических изменений до конца XXI в. представлены в 6-м оценочном докладе МГЭИК (2021 г.) и 3-м оценочном докладе Росгидромета (2022 г.). Повышение глобальной приповерхностной температуры сопровождается быстрым ростом числа природных катастроф, в первую очередь вследствие гидрометеорологических аномалий [1]. С целью сохранения климата планеты были подписаны известные Парижские соглашения (2015 г.), направленные на ограничение выбросов парниковых газов в атмосферу. В последние годы состоялся ряд международных конференций с обсуждением

широкого круга вопросов по снижению воздействия на климатическую систему, адаптации социально-экономических систем к происходящим и будущим климатическим изменениям.

Изучение климатических изменений базируется на статистической обработке многолетних данных регулярных метеорологических наблюдений. В России первые инструментальные метеорологические наблюдения относятся в 1725 г. (Санкт-Петербург). В Казани регулярные метеорологические наблюдения начались с 1812 г. с момента основания при Казанском университете Метеорологической обсерватории (МО), данные которой нашли свое отражение в известных монографиях по климату России выдающихся российских климатологов XIX века К.С. Веселовского, Г.И. Вильда и А.И. Воейкова. Профессора Казанского университета А.Я. Купфер, Н.И. Лобачевского, И.М. Симонов и др. в первой половине XIX в. внесли существенный вклад в развитие метеорологических и магнитных наблюдений в России [2]. В этом году отмечается 190-летие с момента создания гидрометеорологической службы России и 175-летие со дня основания Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова по инициативе А.Я. Купфера, который незадолго до своей кончины (1865 г.) наметил основные направления развития отечественной метеорологии актуальные и по сей день.

Анализ современных глобальных и региональных изменений климата выполнен с привлечением данных о приземной температуре воздуха (ТВ) по всему земному шару (1850-2020 гг.) университета Восточной Англии (данные CRU), реанализа ERA5 (1979-2020 гг.). Расчеты выполнялись с использованием данных о температуре воздуха и атмосферных осадках 1251 метеостанций за 1976-2019 гг., расположенных на территории России из фонда ВНИИГМИ-МЦД, результатов многолетних метеорологических наблюдений на станции Казань, университет (1828-2020 гг.). Данные о циркуляционных индексах получены с сайта (<http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/teledoc>).

Вышеперечисленные исходные данные подвергались статистической обработке: определялись средние величины, средние квадратические отклонения (СКО), нормированные аномалии ТВ и осадков, амплитуда годового колебания, линейные тренды ТВ и осадков. Выделение низкочастотного компонента (НЧК) в метеорологических рядах осуществлялось с помощью низкочастотного фильтра Поттера. Для оценки вклада атмосферной циркуляции в изменения климатических параметров рассчитывались коэффициенты парной корреляции между температурой воздуха и индексами циркуляции: Северо-Атлантическим колебанием (NAO, Арктической осцилляцией (AO), колебанием Восточная Атлантика – Западная Россия (EAWR), Скандинавским колебанием (SCAND). Достоверность результатов оценивались с помощью известных статистических критериев.

Для количественного описания экстремальных проявлений в изменениях климата России были рассчитаны 27 индексов экстремальности, рекомендованных ВМО. Более детально вопросы методики климатических исследований представлены в [3-5].

Рассмотрим изменения ТВ за 30-летние периоды в Казани, как это рекомендует ВМО, что позволяет проследить за динамикой климатических изменений. Результаты расчетов климатических норм по шести тридцатилетним периодам представлены в табл. 1. Обращает на себя внимание то обстоятельство, что начиная с 1871-1900 гг. осредненные за 30-летний период годовые температуры воздуха повысились с 3,1 до 5,7°C, летние температуры с 18,1 до 19,2°C и зимние с -12,6 до -8,7°C. И если годовые ТВ, начиная с 1871 г., повышались однонаправленно, то летние ТВ понижались на 0,3°C в 1961-1900 гг., а зимние на 0,05°C в 1931-1960 гг. Заключительное тридцатилетие (1991-2020 гг.) оказалось заметно теплее всех предыдущих во все месяцы.

Сравнение аномалий приземной температуры воздуха, рассчитанных от нормы базового периода 1961-1990 гг., по данным ст. Казань, университет и северного полушария (данные CRU), показывает, что в обоих случаях, согласно линейному тренду, наблюдается потепление климата в целом за год и по сезонам. Однако кривая низкочастотной компоненты показывает, что годовое потепление началось в Казани в 1946 г., а в Северном полушарии активная фаза повышения температуры воздуха в 1970 г. Летнее потепление в

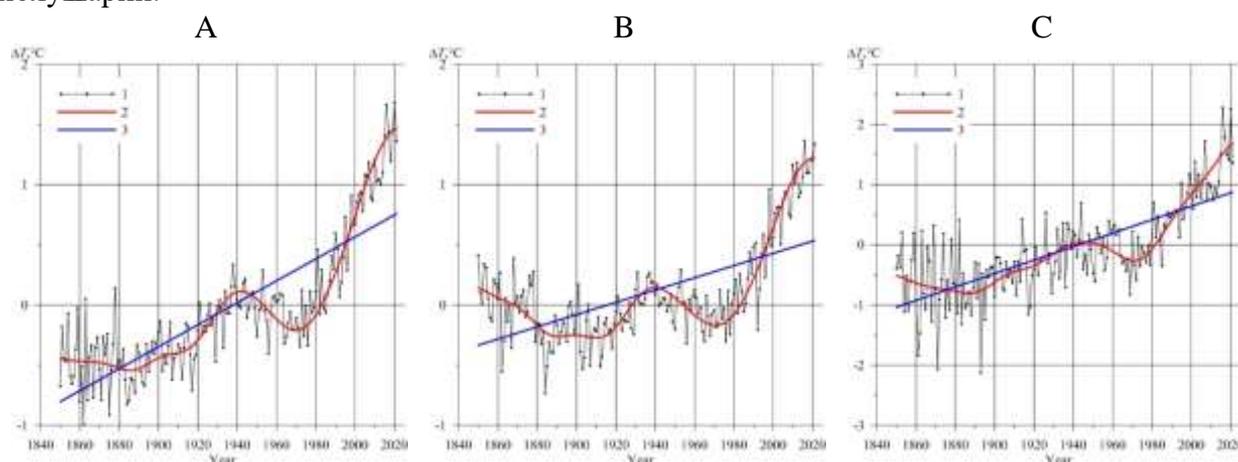
Казани идет с 1980 г. (в период 2015-2021 гг. оно затормозилось и ТВ за 6 лет понизилась на  $0,15^{\circ}\text{C}$ ), в СП температура растет с 1971 г. Зимнее потепление в Казани началось в 1968 г. и продолжается в настоящее время (за исключением небольшого периода 1995-2004 гг.); в Северном полушарии зимние температуры устойчиво повышаются с 1970 по 2021 гг. Таким образом, современное потепление климата в Казани по срокам не совпадает с аналогичными показателями Северного полушария.

**Таблица 1**

**Тридцатилетние нормы температуры воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ) на метеорологической станции Казань, университет за период 1841-2020 гг.**

	Периоды					
	1841-1870 гг.	1871-1900 гг.	1901-1930 гг.	1931-1960 гг.	1961-1990 гг.	1990-2020 гг.
<b>Год</b>	3,1	3,1	3,6	3,9	4,4	5,7
<b>Лето</b>	18,4	18,1	18,4	18,9	18,6	19,7
<b>Зима</b>	-12,3	-12,6	-11,5	-11,5	-10,4	-8,7

В целом же за рассматриваемый период 1850-2021 гг. значение коэффициента наклона линейного тренда (КНЛТ) по северному полушарию составило  $0,07^{\circ}\text{C}/10$  лет (год),  $0,05^{\circ}\text{C}/10$  лет (лето) и  $0,08^{\circ}\text{C}/10$  лет (зима) (рис. 1). В Казани значения КНЛТ соответственно были равны:  $0,18^{\circ}\text{C}/10$  лет (год),  $0,10^{\circ}\text{C}/10$  лет (лето) и  $0,25^{\circ}\text{C}/10$  лет (зима). Потепление в Среднем Поволжье идет более интенсивно, чем в целом в Северном полушарии.



**Рис. 1. Аномалии (1961-1990 гг.) приповерхностной температуры воздуха Северного полушария за год (А), лето (В), зиму (С) (1 – исходный ряд, 2 – низкочастотная компонента с периодом более 35 лет, 3 – линейный тренд)**

Для оценки влияния климатических изменений, происходящих в Северном полушарии, рассчитывались коэффициенты корреляции между ТВ ст. Казань, университет и приповерхностной температурой воздуха суши Северного полушария за 1850-2021 гг. Как видно из табл. 2, коэффициенты корреляции значимы для всех месяцев года. Наиболее тесные связи устанавливаются для зимнего периода (в январе  $r = 0,68$ ). Величина коэффициента детерминации  $R^2$  (%) показывает вклад процессов северного полушария в локальные изменения ТВ в Казани. Так, годовой вклад достигает 63%, летом 27% и зимой 43%. Были построены карты трендов температуры воздуха для центральных месяцев сезонов и годовых значений для всей территории России по данным 1251 станции для 2-х периодов: 1976-2019 и 2001-2019 гг.

Тренды среднегодовой температуры свидетельствуют об умеренном потеплении климата практически на всей территории России. Наиболее интенсивно оно происходит на арктическом побережье Азиатской части России и прилегающих островах. Так, в районе п-ова Таймыр КНЛТ достигает значения  $1,2^{\circ}\text{C}/10$  лет. При этом в центральной и северной

частях Сибири потепление более выражено, чем на ЕЧР, где выделяется Карелия и юго-запад Центрального федерального округа (КНЛТ=0,60-0,79°C/10 лет).

**Таблица 2**

**Коэффициенты корреляции температуры воздуха на ст. Казань, университет с приповерхностной температурой воздуха суши Северного полушария**

	Месяц, сезон												Год	Лето	Зима
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
<i>r</i>	0,68	0,58	0,68	0,52	0,48	0,40	0,40	0,47	0,48	0,53	0,50	0,58	0,79	0,52	0,66
<i>R</i> <sup>2</sup>	0,46	0,34	0,46	0,27	0,23	0,16	0,16	0,22	0,23	0,29	0,25	0,33	0,63	0,27	0,43

Тренды, построенные по годовым значениям сумм осадков за период 1976-2019 гг., свидетельствуют об увеличении количества осадков на большей части территории России. Так, на побережье Охотского моря КНЛТ>25 мм/10 лет. Уменьшение сумм осадков наблюдается в центре и на юге ЕЧР, на Северном Кавказе, где КНЛТ~10-14 мм/год. Небольшие очаги с уменьшением количества осадков отмечаются на о. Новая Земля, юге Средней Сибири, северо-востоке Чукотки.

Для оценки влияния циркуляции атмосферы на термический режим России рассчитывались коэффициенты корреляции *r* для всех месяцев в период 1976-2019 гг. между временными рядами индексов циркуляции (АО, NAO, EAWR, SCAND) и температурой воздуха на 26 станциях, распределенных по всей территории России. Выявились следующие закономерности: с индексом NAO лучше всего коррелирует ТВ северо-запада ЕЧР в период декабрь-март (в марте величина *r* для Санкт-Петербурга достигает 0,75), а также центра ЕЧР. Арктическая осцилляция (АО) оказывает наибольшее воздействие также в холодный период, при этом высокая корреляция отмечается в регионах Сибири и Дальнего Востока (в марте для Владивостока *r*=0,61). Следовательно, циркуляционные моды NAO и АО способствуют формированию положительных аномалий ТВ в холодный период.

Циркуляционная мода EAWR наиболее сильное воздействие со знаком «-», оказывает на ЕЧР и Уральский регион в период апрель-октябрь (так, для Казани в сентябре *r* достигает значения -0,78), тем самым способствует понижению ТВ в теплый период. Наиболее активное влияние на Поволжье, Предуралье, южную часть Западной Сибири оказывает Скандинавское колебание (*r*>0). Так, ТВ сибирских станций Енисейск, Новосибирск, Барнаул имеет тесные связи с индексом SCAND в течение всего года (*r*=-0,73 для Барнаула в декабре). Это проявилось в отрицательных трендах температуры на юге Западной Сибири и в Алтае в зимний период 1976-2019 гг., кроме того, и в течение всего года на юге Западной Сибири с 2001-2019 гг. Территория, занятая отрицательная трендом ТВ в январе 2001-2019 гг. занимает практически всю ЕЧР, Уральский регион и юг Западной и Средней Сибири, что подтверждает роль скандинавского колебания в понижении ТВ этих регионов.

Получено пространственно-временное распределение на территории России 27 температурных индексов экстремальности в период 1980-2022 гг. Ввиду ограниченного объема статьи рассмотрим в качестве примера лишь некоторые из них.

Так, в условиях современного потепления климата на территории России сокращается число дней с обледенением (индекс ID – число дней в году, когда максимальная суточная температура  $T_X < 0^\circ\text{C}$ ). Максимальное число дней с обледенением отмечается на побережье Северного Ледовитого океана (СЛО) и в Восточной Сибири (до 270 дней). На юге ЕЧР их порядка 30. При этом на всей территории России число дней с обледенением уменьшается преимущественно со скоростью 3-7 дней/10 лет. В Западной и Восточной Сибири этот процесс более активен, чем на ЕЧР.

Также ведет себя и показатель *fd* – суммарное количество морозных дней, когда суточная минимальная температура  $< 0^\circ\text{C}$ . Этот показатель меняется в широких пределах: на ЕЧР от 100 до 120 дней, в Сибири от 240 до 280 дней. Расчеты КНЛТ показывают, что

число морозных дней повсеместно сокращается. На ЕЧР со скоростью 3-4 дня/10 лет, а на побережье СЛО КНЛТ достигает – 10 дней/10 лет.

Для характеристики солнечных дней, когда ежедневная максимальная температура выше 25°C использовался индекс SU. Согласно расчетам, число этих дней меняется по территории РФ в широких пределах – от 5 на северо-западе ЕЧР до 100 в Прикаспии. Число солнечных дней редко снижается на побережье СЛО и Тихого океана, на юге Сибири показатель SU достигает 20 дней. КНЛТ индекса SU достигает заметных значений на юге ЕЧР и Сибири, где он достигает 7-10 дней/10 лет. На побережье СЛО КНЛТ равен 0.

Количество тропических дней (индекс tr), когда минимальная температура >20°C, принимает наибольшие значения на юге ЕЧР (40-60 дней), в центре ЕЧР их число невелико 5-10 дней. КНЛТ возрастает с центра ЕЧР от 1 до 6 дней/10 лет на юге ЕЧР.

Рассмотрим индексы экстремальности осадков. Рассчитывался индекс PRCTOT, характеризующий годовое количество осадков во влажные дни, согласно которому, годовая сумма осадков на территории России меняется в широких пределах: на ЕЧР от 700 до 500 (уменьшение с севера на юг), в Западной Сибири индекс PRCTOT меняется в пределах 600-800 мм, в Восточной Сибири осадков выпадает меньше от 300 до 500 мм. При этом, если в умеренных и северных районах России годовая сумма осадков растет со скоростью от 0 до 30 мм/10 лет, то в южных районах ЕЧР и Сибири она уменьшается со скоростью, достигающей значений -20 мм/10 лет.

Также в широких пределах меняется число суток с осадками >1 мм (r1mm). На ЕЧР этот показатель возрастает с юга на север от 100 до 200, а в Сибири от 60 до 160 дней. Значение КНЛТ этого показателя невелико. Выделяется юг ЕЧР, где число дней с осадками уменьшается со скоростью до 4 суток/10 лет.

Максимальная длина сухого периода (cdd), когда в сутки выпадает <1 мм осадков, меняется по территории России в широких пределах: от 15 дней на территории ЕЧР до 80 дней в Восточной Сибири. Скорость изменения этого показателя невелика. На юге ЕЧР она достигает 1-4 дней/10 лет, в Сибири КНЛТ меняется от 0 до 6 дней/10 лет.

Индекс cwd – характеризующий максимальную длину влажного периода с количеством осадков >1 мм, на ЕЧР достигает 10-14 дней, в Сибири меняется от 6 до 12 дней. Этот показатель слабо меняется по территории России во времени. Так, на юго-западе ЕЧР КНЛТ=-0,5 дней/10 лет.

Количество дней в году с осадками более 10 мм (r10mm) колеблется по территории России от 5 до 30 дней. Этот показатель сильно зависит от орографии местности, на наветренных склонах год он достигает 30 дней. При этом наблюдается слабая скорость увеличения этого индекса: от 0 до 1 дней/10 лет.

Количество дней с сильными осадками (r20mm) невелико. По территории России они меняются от 2 до 5 дней (наибольшее их количество в горах Алтая). КНЛТ слабо меняется по территории от 0 до 0,2 дней/10 лет. Все это свидетельствует, что сильные осадки относятся к классу достаточно редких событий.

В заключении отметим, что распределение индексов экстремальности климата по территории России зависит от широтной инсоляции, циркуляционных особенностей региона, удаленности от океанов, орографии и соответствует общим тенденциям изменения современного климата.

### Список литературы

1. Мохов И.И. Изменения климата: причины, риски, последствия, проблемы адаптации и регулирования // Вестник Российской академии наук, т. 92, № 1, 2022, с. 3-14.
2. Переведенцев Ю.П. Метеорология в Казанском университете: становление, развитие, основные достижения. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2001, 128 с.
3. Переведенцев Ю.П., Васильев А.А., Шерстюков Б.Г., Шанталинский К.М. Климатические изменения на территории России в конце XX – начале XXI века // Метеорология и гидрология, № 10, 2021, с. 14-26.

4. Переведенцев Ю.П., Шерстюков Б.Г., Мирсаева Н.А., Шанталинский К.М., Гурьянов В.В. Тенденции изменения основных климатических показателей по территории Приволжского федерального округа в XIX-XXI веках // Фундаментальная и прикладная климатология, т. 8, № 2, 2022, с. 209-237.

5. Переведенцев Ю.П., Васильев А.А. Изменение климата и его влияние на сельское хозяйство // Метеорология и гидрология, № 9, 2023, с. 5-13.

## **МОНИТОРИНГ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЗАСУХ В ЮЖНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ БАССЕЙНА РЕКИ КАФЕРНИГАН**

Сафарова З.И.<sup>1</sup>, Сабурова Г.Н.<sup>2</sup>, Ашуров М.<sup>2</sup>, Норматов И.Ш.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Агентство по гидрометеорологии Комитета охраны окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан, Душанбе, Таджикистан, z.safarova1995@mail.ru

<sup>2</sup> Таджикский национальный университет, Душанбе, Таджикистан, inomnor@gmail.com

**Аннотация.** Представлены результаты исследований динамики шестимесячного значения SPEI южных территорий бассейна реки Кафирниган. Использовались метеорологические данные станции Айвадж за период 1950–2023 гг. Было установлено увеличение частоты возникновения засухи в южных частях бассейна реки Кафирниган в последние 15 лет рассматриваемого периода.

**Ключевые слова:** Засуха, Кафирниган, Айвадж, SPEI, атмосферные осадки, температура

## **MONITORING OF DROUGHTS IN THE SOUTHERN TERRITORIES OF THE KAFERNIGAN RIVER BASIN**

Safarova Z.I.<sup>1</sup>, Saburova G.N.<sup>2</sup>, Ashurov M.<sup>2</sup>, Normatov I.Sh.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Agency for Hydrometeorology of Environmental Protection Committees under the Government of the Republic of Tajikistan, Dushanbe, Tajikistan, z.safarova1995@mail.ru

<sup>2</sup> Tajik National University, Tajikistan, Dushanbe, Tajikistan, inomnor@gmail.com

**Abstract.** The following is a report on the dynamics of the six-month SPEI value in the southern territories of the Kafirnigan River basin. The calculations were conducted using data from the Ayvaj meteorological station for the years 1950-2023. The study found that there has been an increase in drought frequency in the southern regions of the Kafirnigan River basin in the last 15 years of the considered period.

**Keywords:** Drought, Kafernigan, Ayvaj, Fayzabad, SPEI, correlation, precipitation, temperature

Засуха одна из проявлений чрезвычайных ситуаций представляет серьезную проблему для Центральной Азии. По оценкам экспертов, более 70% территории региона считаются незащищенными от природных чрезвычайных явлений. Засухи представляют собой менее распространенное стихийное бедствие, чем наводнения, но оказывают негативное воздействие на большее количество людей. В течение последнего десятилетия 60% населения, подвергшегося воздействию экстремальных погодных явлений, стали жертвами засухи. Ощутимыми были и последствия для сельского хозяйства, и продовольственной безопасности в регионе. В связи с прогнозируемым повышением температуры и увеличением продолжительности экстремальных периодов тепла и испарения в районах с меньшим количеством осадков, случаи засухи станут, вероятно, более частыми в Таджикистане, Туркменистане и Узбекистане [1].

Всемирная Метеорологическая Организация (ВМО) в 2009 году рекомендовала использовать для мониторинга засух стандартизированный индекс осадков (Standardized Precipitation Index – SPI), который в исследовательском или в оперативном режиме используется более чем в 70 странах [2].

Целью настоящей работы является статистическая оценка возникновения засухи в южной части бассейна реки Кафирниган в зависимости от динамики метеорологических условий за период 1950-2023 гг.

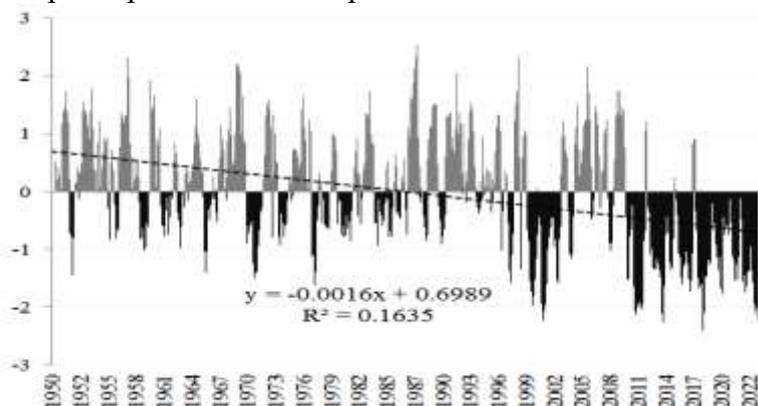
В низовье Кафирнигана сезонные атмосферные осадки выпадают в основном зимой и весной, но в малых количествах со среднемноголетним значением 68-79 мм. Динамика

атмосферных осадков и температуры имеет противоположные тренды. Незначительный тренд уменьшения атмосферных осадков на высотах до 400 м н.у.м. в южных частях бассейна реки Каферниган связан главным образом с локальными метеорологическими явлениями. Это никак не зависит от процессов проникновения внешних воздушных масс в бассейн реки, так как коэффициент корреляции значений атмосферных осадков в верховье (метеостанция Майхура) и в низовье бассейна реки Каферниган (метеостанция Айвадж) характеризуется низким значением (0,1) [19].

Для мониторинга метеорологических условий южной части бассейна реки Каферниган были использованы данные метеорологической станции Айвадж за период 1950-2023 гг. Обработка метеорологических данных проводилась с использованием статистических и корреляционных методов.

Для расчета стандартизированного индекса осадков и эвапотранспирации (SPEI) руководствовались рекомендацией и методическим указанием продовольственной и сельскохозяйственной организации FAO [14].

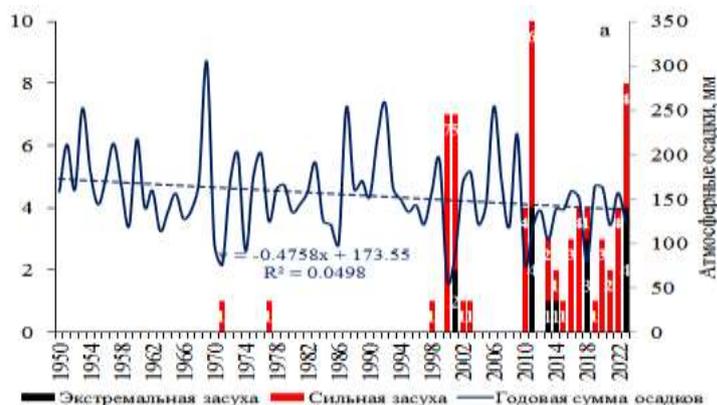
Для расчета SPEI самой южной части бассейна реки Каферниган за период 1950-2023 гг. были использованы данные метеорологической станции Айвадж, результаты которых представлены на рис. 1.



**Рис. 1. SPEI 6 южных районов бассейна реки Кафирниган за период 1950-2023 гг.**

Из рис. 1 следует, что тренд изменения атмосферных осадков южных районов бассейна реки Кафирниган носит убывающий характер.

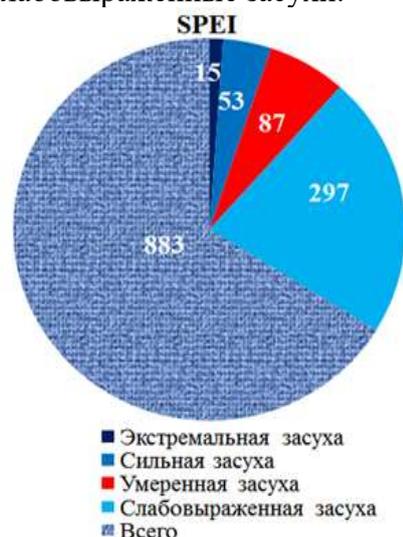
На рис. 2 приведена динамика атмосферных осадков в южной части бассейна реки Кафирниган по данным метеорологической станции Айвадж в сочетании с количеством месяцев с засухой в году периода 1950-2023 гг.



**Рис. 2. Динамика среднегодовых атмосферных осадков, количество месяцев с засухой в южной части бассейна реки Кафирниган за период 1950-2023 гг.**

Из рис. 2 видно, что засухи в южных частях бассейна реки участились в последние 15 лет рассматриваемого периода. Действительно в последние 15 лет по данным метеорологической станции Айвадж наблюдается повышение температуры относительно нормы и уменьшающийся тренд атмосферных осадков.

Общее количество месяцев с засухой за период 1950-2023 гг. представлено на рис. 3. Как видно из рис. 3 в южных частях бассейна реки Кафирниган преобладают слабовыраженные засухи.



**Рис. 3. Общее количество месяцев с засухой в южных частях бассейна реки Кафирниган**

### Список литературы

1. IPCC 2013. Climate Change 2013. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change // Ed.: T.F Stocker, D. Qin, and G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 2013. -1535 p. <http://www.climatechange2013.org/report/full-report>.
2. Standardized Precipitation Index. User Guide // WMO-No. 1090. – 2012. – 18 p.
3. Сабурова Г.Н., Норматов И.Ш. Динамика метеорологических характеристик и эвапотранспирации низовья реки Кафирниган (Таджикистан) – притока трансграничной реки Амударья за период 1946–2021 гг // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле, Т. 24(1). 2024. – С. 26–31.

## ПРЕДПОСЫЛКИ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ В УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Сафонова С.Н.

Научный руководитель: Аухадеев Т.Р.

Казанский (Приволжский) Федеральный Университет, Казань, Россия, avsafia@yandex.ru

**Аннотация.** Рассматриваются особенности природных условий Ульяновской области и общие закономерности пространственно-временного распределения метеорологических величин на территории области. Особое внимание уделено исследованию атмосферных осадков в Ульяновской области в период 2010-2021 гг. Описаны агроклиматические условия Ульяновской области.

**Ключевые слова:** Ульяновская область. Метеорологические величины. Осадки. Агроклиматические условия.

## PREREQUISITES FOR THE FORMATION OF YIELD IN THE ULYANOVSK REGION

Safonova S.N.

Scientific advisor: Auhadeev T.R.

Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russia, avsafia@yandex.ru

**Abstract.** The features of the natural conditions of the Ulyanovsk region and the general patterns of the spatio-temporal distribution of meteorological quantities in the region are considered. Particular attention is paid to the study of atmospheric precipitation in the Ulyanovsk region in the period 2010-2021. The agroclimatic conditions of the Ulyanovsk region are described.

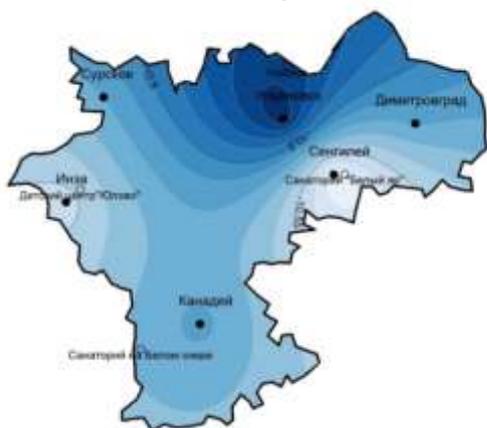
**Keywords:** Ulyanovsk region. Meteorological quantities. Precipitation. Agroclimatic conditions.

Ульяновская область расположена в восточной части Восточно-Европейской равнины, в бассейне среднего течения Волги и занимает площадь 37 181 км<sup>2</sup>. Область находится в средней полосе умеренного пояса, в секторе ощутимого влияния Атлантического океана [1].

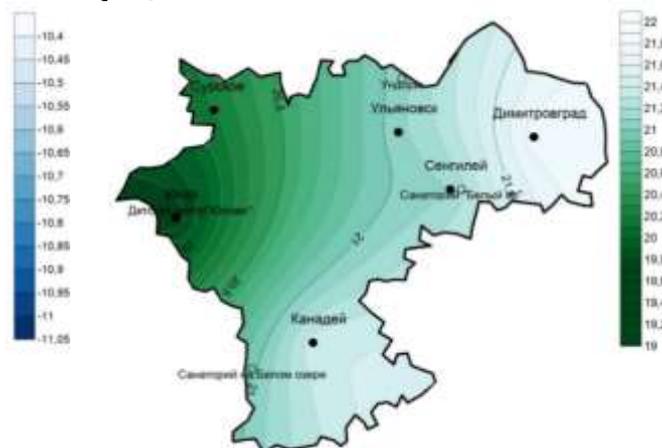
В январе – самом холодном месяце года – средняя многолетняя температура воздуха колеблется по территории области в пределах от – 10,3 °С до -11,4 °С, т.е. не столь значительно. Температура воздуха быстро начинает возрастать с марта по июнь в связи с увеличением продолжительности дня и приходящей солнечной радиации. Так, с марта по апрель многолетние средние месячные температуры возрастают на 10°С и более и становятся положительными из-за резкого повышения приходящей солнечной радиации. В летние месяцы месячные изменения не столь значительны. Самым тёплым месяцем года является июль. Распределение многолетней среднеиюльской температуры по территории области достаточно однородное и колеблется от 18,8°С до 20,6°С [1].

Из рис. 1. видно, что максимальное значение температуры воздуха в январе наблюдалось в Сенгилее 15 января 2015 года и составило 2,4°С, и 1,5°С в Инзе 14.01.2015. Минимальное значение температуры воздуха в январе наблюдалось в Сурском и Ульяновске 24 января 2010 года и составило -34,0°С. В целом по средним многолетним значениям температуры, мы видим, что в северной части области наблюдаются более низкие температуры зимой.

Из рис. 2. видно, что максимальное значение температуры воздуха в июле наблюдалось в 2010 году и составило 31,3°С в Димитровграде 31 июля, и 31,6°С в Канадее 26 июля. Минимальное значение температуры воздуха в июле наблюдалось в Инзе 31 июля 2019 года и составило 10°С. В целом по средним многолетним значениям температуры, мы видим, что восточная часть Ульяновской области имеет более высокие температуры в районе 22,0°С, а северо-западная часть области прогревается в июле меньше на 3,0°С.



**Рис. 1. Т воздуха в январе, °С  
(2010-2020 гг.)**

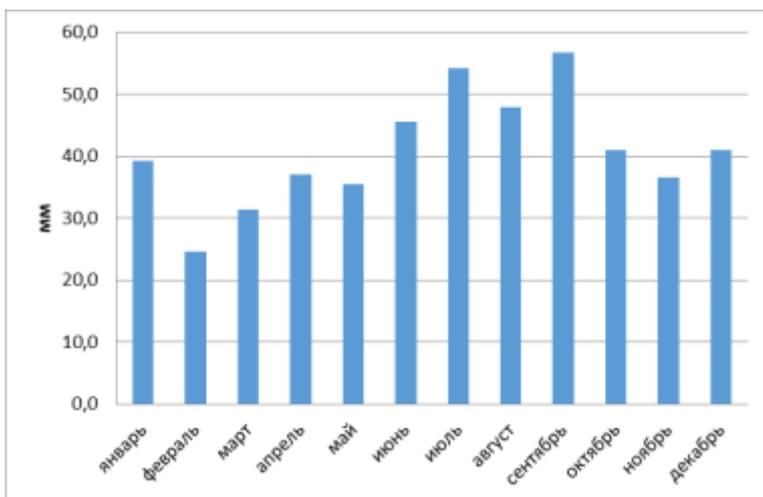


**Рис. 2. Т воздуха в июле, °С  
(2010-2020 гг.)**

В свете глобального потепления, при планировании землеустроительных работ, необходимо учитывать изменчивость атмосферных осадков. Особое внимание следует уделять организации рационального использования и охраны земель для сельскохозяйственных регионов, к которым и относится Ульяновская область.

Изменения температуры воздуха, почвы и снижение количества осадков требуют проведения мероприятий по защите почв от засухи и улучшению использования землепользования. Для более детального изучения, рассмотрим характеристики пространственного и временного распределения атмосферных осадков в Ульяновской области.

По рис. 3. видно, что отмечается хорошо выраженный ход атмосферных осадков, минимум осадков выпадает в феврале - 24, 6 мм и максимум в сентябре – 56, 7 мм. Также большое количество осадков наблюдается в июле – 54, 2 мм для периода 2010-2021 гг.



**Рис. 3. Годовой ход количества атмосферных осадков (мм) по УО за период 2010-2021 гг.**

Таблица 1 содержит средние значения осадков по месяцам, сезонам и годам, вычисленные за период с 2010 по 2021 годы для 6 метеостанций. Из таблицы 1 можно увидеть, что основная часть осадков выпадает в тёплое время года. В среднем, на территории Ульяновской области количество осадков в тёплый период года вдвое больше, чем в холодный период.

**Таблица 1**

**Средние многолетние (2010-2021 гг.) значения месячных, сезонных и годовых сумм атмосферных осадков (мм)**

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год	т.п.	х.п.
Ульяновск	41,6	24,5	32,7	35,9	42,0	45,2	57,6	50,9	64,3	40,7	34,0	40,3	509,4	336,5	173,0
Канадей	34,9	19,6	26,1	30,7	32,7	46,1	61,6	41,7	49,1	35,8	35,3	29,2	442,7	297,6	145,1
Инза	35,8	25,1	28,2	37,1	38,1	54,5	59,9	58,6	53,4	39,6	36,5	39,1	505,9	341,3	164,6
Сенгилей	35,3	24,2	31,4	35,8	31,9	38,0	50,0	36,2	60,6	41,3	37,0	37,4	458,9	293,7	165,2
Димитровград	52,1	32,0	42,5	43,1	33,5	38,9	47,5	48,2	58,9	50,9	47,9	62,5	558,0	321,1	236,9
Сурское	36,0	22,4	27,3	39,6	34,7	50,7	48,5	51,9	53,6	37,8	28,1	37,0	467,7	316,8	150,8
среднее	39,3	24,6	31,4	37,0	35,5	45,6	54,2	47,9	56,7	41,0	36,5	40,9	490,4	317,8	172,6

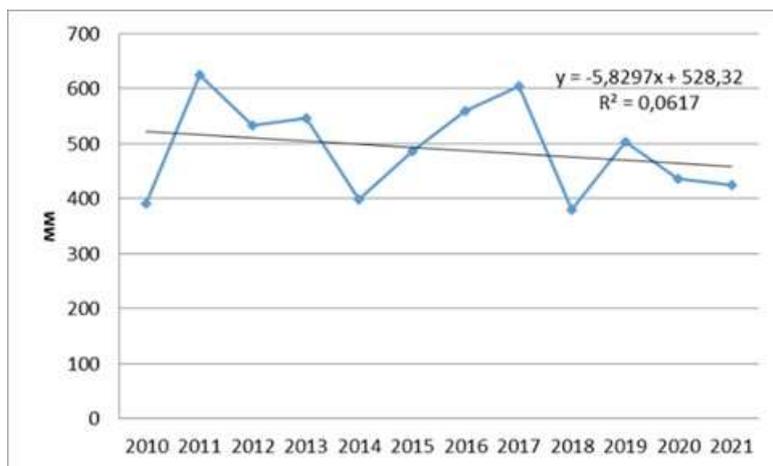
т.п. – тёплый период, х.п. – холодный период

По рис. 4. видно, что межгодовая изменчивость атмосферных осадков имеет хорошо выраженный ход, минимум осадков наблюдался в 2010 г., 2014 г. и 2018 г. и составлял в районе 395 мм. Максимум осадков наблюдался в 2011 г. и в 2017 г. и составлял 625 и 605 мм, соответственно.

Одной из ключевых проблем XXI века является глобальное изменение климата и его воздействие на окружающую среду. Эти изменения обязательно должны учитываться при разработке стратегий и мероприятий, направленных на обеспечение устойчивой хозяйственной деятельности. Особое внимание уделяется проблеме непрерывного функционирования сельского хозяйства, которое является наиболее подверженной климатическим изменениям и уязвимой отраслью экономики.

Метеорологические факторы, включая свет, тепло и влагу, оказывают большое влияние на рост, развитие и урожай сельскохозяйственных растений.

Одна из основных угроз для успешного земледелия - засухи. Они могут привести к катастрофическому снижению плодородия сельскохозяйственных культур. В годы с сильными засухами в России значительно сокращается урожай зерна. Засуха - это сложное явление, при котором нарушается водный баланс растений из-за недостатка влаги, вызванного повышенным испарением или отсутствием дождей. Основной причиной засух является соотношение тепла и влаги, которое может быть изменено другими природными факторами, такими как рельеф, флора, поверхностные и подземные воды [2].



**Рис. 4. Межгодовая изменчивость среднегодовой суммы атмосферных осадков (мм) по Ульяновской области за период 2010-2021 гг.**

Термические ресурсы для растений являются важными для понимания и прогнозирования их роста и развития, а также для разработки стратегий адаптации к изменению климата. Для растений термические ресурсы связаны с изменениями в годовых показателях температуры воздуха и почвы.

Для правильного выращивания сельскохозяйственных культур с разной степенью чувствительности к температуре воздуха, выделены следующие основные показатели: даты стабильного достижения среднесуточных температур воздуха ниже 0, 5, 10 и 15°C весной и осенью; продолжительность периодов календарного года с температурой воздуха выше 0, 5, 10 и 15°C; сумма температур, превышающих 0, 5, 10 и 15°C [3].

Согласно исследованиям, устойчивый переход температуры воздуха через 0°C разделяет год (условно) на теплый и холодный периоды. Даты, когда температура достигает 5°C весной и осенью, указывают на начало и конец вегетационного периода растений, способных расти при низких температурах, а переход через 10 °C отмечает начало и конец активной вегетации для большинства сельскохозяйственных культур. Время с температурой воздуха выше 15 °C отражает самый теплый период лета, продолжительность которого влияет на успешное выращивание теплолюбивых растений.

Как видно из табл. 2, продолжительность тёплого периода года ( $t > 0^\circ\text{C}$ ), составляющая 230 суток, превышает продолжительность холодного периода года ( $t < 0^\circ\text{C}$ ) – 135 суток.

**.Таблица 2**

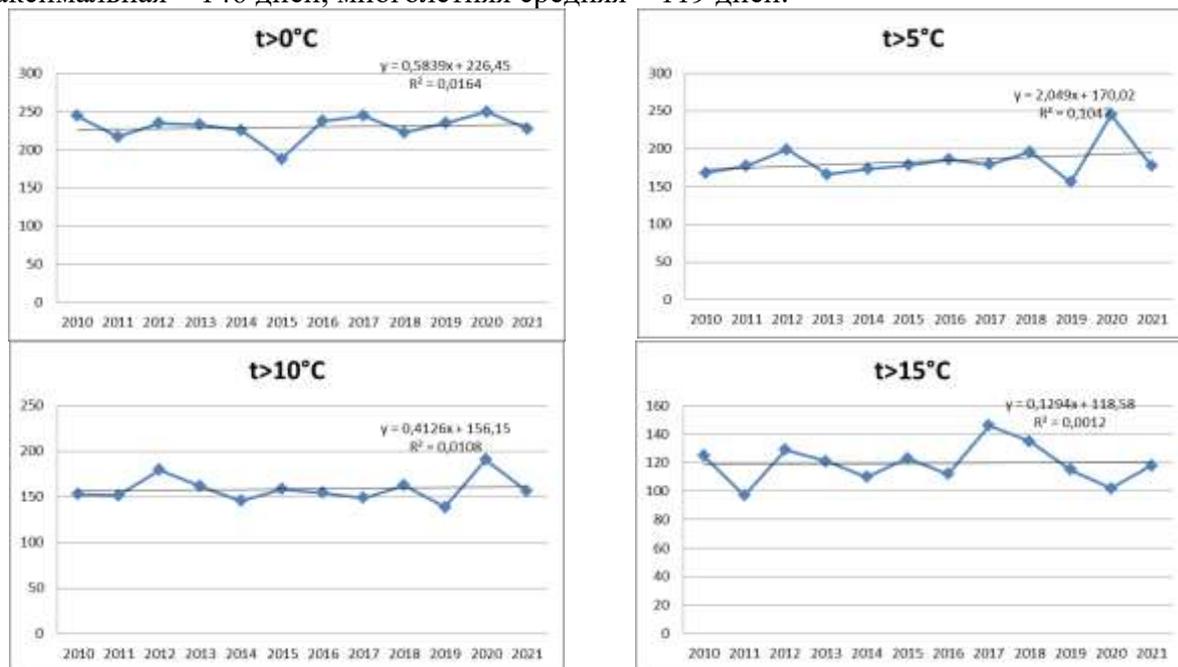
**Многолетняя средняя продолжительность периодов (сутки) со средней суточной температуры воздуха (ССТВ) определенных пределов**

Пределы ССТВ, °C	Продолжительность периодов		
	средняя	минимальная	максимальная
>0	230	188	250
>5	183	156	245
>10	159	139	191
>15	119	97	146

Из рис. 5-8 следует, что за 11 лет продолжительность тёплого периода в г. Ульяновске в среднем не изменилась.

Средняя продолжительность периода со ССТВ больше 5°C составляет 183 дня, разница между максимальной и минимальной продолжительностью периода равна 89 дней. Средняя продолжительность периода со ССТВ больше 10°C составляет 159 дней, разница между максимальной и минимальной продолжительностью периода равна 52 дням. Продолжительность периода с температурой выше 15°C является одним из главных

параметров лета. Минимальная продолжительность данного периода составляет 97 дней, максимальная – 146 дней, многолетняя средняя – 119 дней.



**Рис. 5-8. Многолетняя динамика осредненных по территории продолжительности периодов (сутки) со ССТВ >0°C, >5°C, >10°C, >15°C соответственно (2010-2021 гг.)**

В заключение отметим, что:

- основная часть осадков выпадает в тёплое время года. В среднем, на территории Ульяновской области количество осадков в тёплый период года вдвое больше, чем в холодный период;

- межгодовая изменчивость атмосферных осадков имеет хорошо выраженный ход, минимум осадков наблюдался в 2010 г., 2014 г. и 2018 г. и составлял в районе 395 мм. Максимум осадков наблюдался в 2011 г. и в 2017 г. и составлял 625 и 605 мм, соответственно;

- продолжительность тёплого периода в г. Ульяновске в среднем за 11 лет не изменилась: средняя продолжительность периода со ССТВ больше 5°C составляет 183 дня, разница между максимальной и минимальной продолжительностью периода равна 89 дней. Средняя продолжительность периода со ССТВ больше 10°C составляет 159 дней, разница между максимальной и минимальной продолжительностью периода равна 52 дням.

### Список литературы

1. Климатические условия и ресурсы Ульяновской области / Под ред. Ю.П. Переведенцева, Э.П. Наумова. – Казань: Изд-во Казан. гос. ун-та, 2008. – 209 с.
2. Черенкова, Е.А. Количественные оценки атмосферных засух в федеральных округах Европейской территории России/ Е.А. Черенкова // Известия РАН. Серия географическая. – 2013. – №6. – С. 65-87.
3. Методы оценки последствий изменения климата для физических и биологических систем / под. ред. С.М. Семенова. – М.: Росгидромет, 2012. – 510 с.

## НИВАЛ ХУДУД ИҚЛИМИНИ ҲАВО ҲАРОРАТИ ГРАДИЕНТИ АСОСИДА СТАТИСТИК БАҲОЛАШ (Баркирок музлиги мисолида)

Сувонкулов С.С.<sup>1,2</sup>, Гулмурзаева Б.А.<sup>2</sup>, Турғунов Д.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Х.М.Абдуллаев номидаги Геология ва Геофизика институти, ssarkorbek@gmail.com

<sup>2</sup> Гидрометеорология илмий-тадқиқот институти, Тошкент, Ўзбекистон

**Аннотация.** Мақолада Баркирок автоматик метеостанцияси ва унга энг яқин ҳисобланган Ойгаинг метеостанциясида 2016-2022 йиллар оралиғида кузатилган ўртача ойлик ҳаво ҳарорати маълумотлари статистик баҳоланган.

**Калит сўзлар:** Баркирок музлиги, нивал худуд, ҳаво ҳарорати, автоматик метеостанция, ўртача квадратли четлашиш, коварияция коэффициенти, корреляция коэффициенти, коррелция коэффициентининг хатолиги, регрессия коэффициенти, регрессия тенгламаси.

## СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КЛИМАТА НИВАЛЬНОЙ ЗОНЫ НА ОСНОВЕ ГРАДИЕНТА ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА (на примере ледника Баркрак)

Сувонкулов С.С.<sup>1,2</sup>, Гулмурзаева Б.А.<sup>2</sup>, Турғунов Д.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт геологии и геофизики имени Х.М.Абдуллаева, ssarkorbek@gmail.com

<sup>2</sup> Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, Ташкент, Узбекистан

**Аннотация.** В статье проведена статистическая оценка среднемесячных данных температуры воздуха на автоматической метеостанции Баркрак и ближайшей расчетной метеостанции Ойгаинг, наблюдавшихся в период 2016-2022 гг.

**Ключевые слова:** ледник Баркрак, нивальная зона, температура воздуха, автоматическая метеостанция, среднеквадратичное отклонение, коэффициент ковариации, коэффициент корреляции, ошибка коэффициента корреляции, коэффициент регрессии, уравнение регрессии.

## STATISTICAL ASSESSMENT OF THE CLIMATE OF THE NIVAL AREA BASED ON THE AIR TEMPERATURE GRADIENT (in the example of glaciers of the Barkrak)

Suvonqulov S.S.<sup>1,2</sup>, Gulmurzaeva B.A.<sup>2</sup>, Turgunov D.M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> X.M. Abdullaev Institute of Geology and Geophysics, ssarkorbek@gmail.com

<sup>2</sup> Hydrometeorological Research Institute, Tashkent, Uzbekistan

**Abstract.** In the article, the average monthly air temperature data observed in the period of 2016-2022 at the Barqiroq automatic weather station and the nearest Oygaining weather station are statistically evaluated.

**Keywords:** Barkrak glacier, nival area, air temperature, automatic weather station, mean square deviation, covariance coefficient, correlation coefficient, correlation coefficient error, regression coefficient, regression equation.

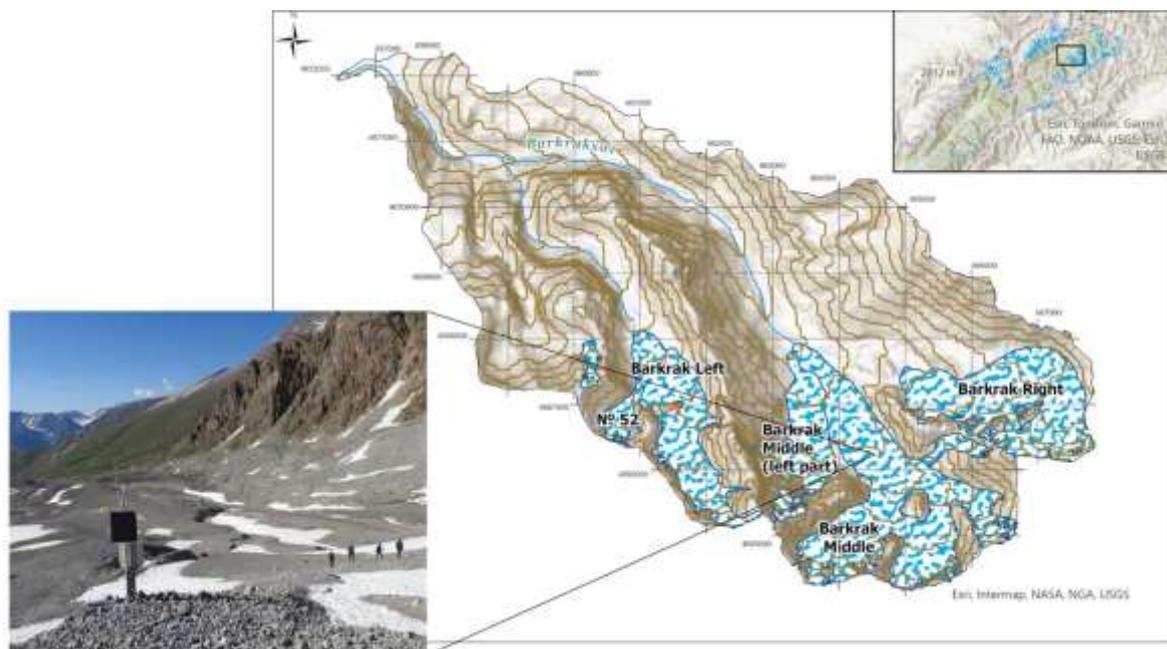
Бугунги кунга келиб, инсониятнинг табиатга таъсири йилдан-йилга ортиб бормоқда. Бутунжаҳон Метеорология Ташкилотининг кўп йиллик кузатув маълумотлари таҳлилининг кўрсатишича, охириги йилларда ҳаво ҳарорати (2016-2023 йй.) рекорд даражада юкори бўлмоқда. Мазкур ҳолат Ер юзасининг турли худудларида юз бераётган ўрмон ёнғинлари, сув тошқинлари, қурғоқчиликларда яққол намоён бўлиб келмоқда. Табиийки, бу жараён дарёларининг тўйиниш манбаларидан бири бўлган тоғ музликларида ҳам ўз аксини топади [1].

Метеорологик кузатув станциялари асосан аҳоли пунктлари ва тоғ олди худудларида ўрнатилганлиги боис, йил давомида асосан совуқ ва жуда совуқ ҳаво ҳарорати ҳамда қорли ёнғингарчилик билан ажралиб турадиган нивал худудларнинг иқлим шароитларини ўрганиш учун маълумотлар деярли мавжуд эмас. Шу боисдан, мазкур худудларда дала тадқиқотлари давомида олиб борилган стационар кузатувларнинг аҳамияти янада ортади. Глобал иқлим ўзгариши тоғ музликларини чекинишига, улар ҳажмининг қисқаришига олиб келмоқда. Бу

жараёнларни гидрометеорологик жиҳатдан ўрганиш ва мониторинг қилиш ҳозирги куннинг долзарб масалаларидан бири ҳисобланади.

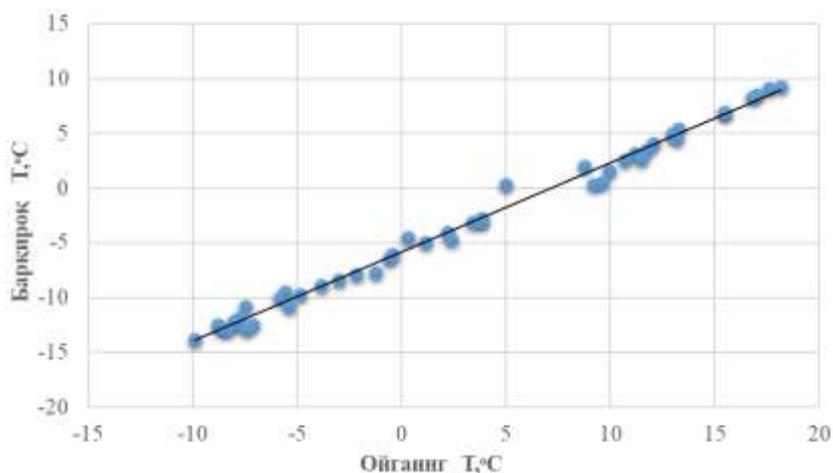
Барқироқсой Ойгаинг дарёсининг ўнг ирмоғи ҳисобланади. Ўтказилган дала тадқиқотлари асосида Барқироқсой ҳавзасининг майдони  $F=47,3 \text{ км}^2$ , ҳавзанинг ўртача баландлиги  $H_{\text{ўрт}}=3150$  метрни ташкил этиши аниқланди.

Бугунги кунга келиб, Барқироқсой ҳавзасида 9 та катта кичик музликлар жойлашган бўлиб, уларнинг ҳозирги кундаги умумий майдони  $5,81 \text{ км}^2$  га тенг [5]. Кузатувлар натижаси шуни кўрсатадики, илгари Ўнг Барқироқ, Ўрта Барқироқ ва Чап Барқироқ музликлари яхлит бўлган. Кейинчалик, иқлим ўзгариши натижасида, улар 3 қисмга ажралиб қолган [4]. Мазкур ҳавзада шаклланган музликларнинг энг йириги Ўрта Барқироқ музлиги ҳисобланади. Шу боисдан, ушбу музлик жойлашган нивал ҳудуднинг иқлимини ўрганиш мақсадида 2016 йилда Швецариянинг Цюрих Университети билан ҳамкорликда Ўрта Барқироқ музлигида автоматик метеорологик станция ўрнатилган (1-расм).



**1-расм. Барқироқсой ҳавзаси ва АМСнинг жойлашган ўрни**

Тадқиқотнинг асосий мақсадидан келиб чиққан ҳолда, ишда Ойгаинг метеорологик станцияси ҳамда Ўрта Барқироқ музлигида жойлашган автоматик метеостанциясида (АМС) кузатилган ўртача ойлик ҳаво ҳароратлари орасидаги боғланиш статистик баҳоланди (2-расм).



**2-расм. Барқироқ ва Ойгаинг метеостанциясида кузатилган ўртача ойлик ҳаво ҳароратлари орасидаги боғланиш графиги**

Ишда ўрганилган ҳар икки метеорологик станциялар бир-бирига яқин бўлса-да, улар жойлашган ҳудуднинг орографияси ва станцияларнинг мутлақ баландликларида (Барқироқ 3328 м., Ойгаинг 2162 м.) фарқлар мавжуд [4]. Мазкур станциялар жойлашган ҳудудлар баландлигининг фарқи сезиларли даражада бўлишига қарамай уларда қайд этилган ўртача ойлик ҳаво ҳароратлари орасидаги боғланиш зичлигини ифодаловчи жуфт корреляция коэффициенти  $r = 0,99$  га тенг эканлиги аниқланди.

Бунда дастлаб, Барқироқ ҳамда Ойгаинг метестансияларида кузатилган ҳаво ҳароратларидан ташкил топган статистик қаторнинг ўртача квадратли четлашишлари ( $\sigma_B, \sigma_O$ ) қуйидаги ифода ёрдамида ҳисобланди [2, 3]:

$$\sigma_B = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_B)^2}{n} - \bar{T}_B^2} = 7,308 \quad (1)$$

$$\sigma_O = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_O)^2}{n} - \bar{T}_O^2} = 8,943 \quad (2)$$

Статистик қаторнинг коварияция коэффициенти ( $\mu$ ) эса қуйидаги ифода билан ҳисобланди:

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n T_B \cdot T_O}{n} - \bar{T}_B \cdot \bar{T}_O = 65,097 \quad (3)$$

Кейинги босқичда ковариация коэффициенти асосида уларнинг корреляция коэффициенти ҳисобланди:

$$r = \frac{\mu}{\sigma_B \cdot \sigma_O} = 0,996 \quad (4)$$

Коррелция коэффицентининг хатолигини аниқланди.

$$E_r = \pm 0,674 \frac{1-r^2}{\sqrt{n}} = 0,00079 \quad (5)$$

Юқоридаги бажарилган ҳисоблашлар натижаларига асосланиб, регрессия коэффицентлари ишлаб чиқилди.

$$\rho_{T_B/T_O} = r \cdot \frac{\sigma_B}{\sigma_O} = 0,8139 \quad (6)$$

$$\rho_{T_O/T_B} = r \cdot \frac{\sigma_O}{\sigma_B} = 1,2189 \quad (7)$$

Регрессия коэффицентлари асосида регрессия тенгламалари тузилди.

$$T_B = 0,8139 \cdot T_O - 5,8131 \quad (8)$$

$$T_O = 1,2189 \cdot T_B + 7,1102 \quad (9)$$

Юқоридаги статистик баҳолаш натижалари асосида тузилган регрессия тенгламаси асосида Ойгаинг метеостанцияси малумотларидан фойдаланган ҳолда Барқироқ АМСда кузатилмаган 2019 йил август – 2021 йил август муддатлари оралиғидаги ўртача ойлик ҳаво ҳароратлари тикланди.

Барқироқ АМСнинг кузатув фаолияти узоқ муддатни ташкил этмаганлиги ва олдинги йиллардаги ўрта Барқироқ музлигининг метеорологик элементларни аниқлаш учун юқоридаги статистик усуллардан фойдаланиш мумкин.

Бажарилган тадқиқот натижаларига таянган ҳолда, Барқироқ музлиги жойлашган нивал ҳудуд иқлимини қуйидагича тавсифлаш мумкин:

Барқироқ музлиги жойлашган нивал ҳудудда кунлик ҳаво ҳарорати қиш ойларида тўлик, баҳор ва куз ойларининг асосий қисмида манфий қийматга эга бўлади. Ўрганилган 2016-2023 йиллар давомида максимал кунлик ҳаво ҳарорати 14,3 °С га (2022 йил 26 июль) тенг бўлган бўлса, минимал кунлик ҳаво ҳарорати 2023 йилнинг 12 январь санасида қайд этилган (-29,2°С). Ҳаво ҳароратининг максимал қийматлари июль ойига тўғри келганлиги боис, июль ойида қор чизиғи юқорига кўтарилиб, музлик массасининг сарф бўлиш (абляция) қисмидан эриш жараёни қолган илиқ ойларга қараганда кўпроқ кузатилади.

### Адабиётлар рўйхати

1. Глазырин Г.Е. Горные ледиковые системы, их структура и эволюция. – Л.: Гидрометеоздат, 1991. – 109 с.

2. Расулов А.Р., Хикматов Ф. Х., Айтбаев. Д.П. Гидрология асослари. –Тошкент: Университет, 2003. – 327 б
3. Хикматов Ф.Х., Айтбаев. Д.П. Гидрометеорологияда статистик усуллар. – Тошкент: Университет, 2005. – 90 б.
4. Сувонкулов С.С., Турғунов Д.М. Глобал иқлим ўзгаришининг ўзбекистон тоғ музликлари ва уларнинг эриши ҳисобига шаклланган дарёлар оқимига таъсири (Баркироқ музликлар гуруҳи мисолида) // Ўз ГЖ ахбороти. 57-жилд. -Тошкент, 2020. - Б. 269-275.
5. Кудышкин Т.В., Тарасов Ю.А., Яковлев А.В. Изменение оледенения речных бассейнов с преобладанием малых ледников во второй половине XX– начале XXI век // Вопросы географии и геоэкологии. Алматы, 2014. – 45-55 С.

## **ИҚЛИМ ЎЗГАРИШИ ШАРОИТИДА ЎЗБЕКИСТОН АЙРИМ ВИЛОЯТЛАРИНИНГ ИССИҚЛИК ТАЪМИНОТИНИ БАҲОЛАШ**

Холбаев Г.Х., Эгамбердиев Х.Т.

Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети, Тошкент, Ўзбекистон

*Аннотация.* Ўзбекистоннинг суғориладиган ҳудудларида самарали ҳаво ҳарорати ва тупроқ ҳарорати йиғиндиси кузги буғдой экиннинг вегетатив (экиш-тупланиш) даври учун етарли даражада таъминланган. Базавий иқлимий даврга нисбатан жорий иқлимий даврда самарали ҳароратлар йиғиндисининг ошганлиги сабабли кузги буғдой вегетация даврининг узайиши кузатилади. Бу эса ҳудудларда буғдой экиш даврини қайта кўриб чиқишни тақоза этади. Ушбу маълумотлардан қишлоқ хўжалиги экинларининг вегетация даврининг иссиқлик таъминотини баҳолашда фойдаланиш мумкин.

*Калит сўзлар:* ҳудуд, вилоят, давр, вегетация, иқлим

## **ОЦЕНКА ТЕПЛОБЕСПЕЧЕННОСТИ НЕКОТОРЫХ ВИЛОЯТОВ УЗБЕКИСТАНА В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА**

Холбаев Г.Х., Эгамбердиев Х.Т.

Национальный университет имени Мирза Улугбека, Ташкент, Узбекистан

*Аннотация.* На орошаемых территориях регионов Узбекистана сумма эффективных температур воздуха и почвы достаточна для вегетативного (посевно-кушение) периода озимой пшеницы. За счет увеличения суммы эффективных температур в текущий климатический период по сравнению с базовым климатическим периодом наблюдается увеличение продолжительности вегетационного периода озимой пшеницы. Необходимо пересмотреть сроки сева пшеницы в регионах. Эти данные можно использовать для оценки теплообеспеченности вегетационного периода сельскохозяйственных растений.

*Ключевое слова:* территория, вилоят, период, вегетация, климат

## **ASSESSMENT OF THE HEAT SUPPLY OF SOME REGIONS OF UZBEKISTAN IN THE CONDITION OF CLIMATE CHANGE**

Kholbaev G.Kh., Egamberdiev Kh.T.

National University named after Mirza Ulugbek, Tashkent, Uzbekistan

*Abstract.* In the irrigated areas of the regions of Uzbekistan, the sum of effective air and soil temperatures is sufficient for the vegetative period (planting-tending) of the autumn wheat crop, Due to the increase in the sum of effective temperatures in the current climatic period compared to the basic climatic period, the length of the winter wheat vegetation period is observed. It is necessary to reconsider the period of planting wheat in the regions. These data can be used to estimate the heat supply of the growing season of agricultural plants.

*Keywords:* territory, region, period, growing season, climate

Буғдой энг кўп тарқалган асосий донли экинлардан бири ҳисобланади. Бутун дунё халқларининг ярмидан кўпроғи озиқ-овқат сифатида буғдой нонидан фойдаланади. Буғдой

нонининг таркибида оксил ва крахмал кўп, оксил моддалар, асосан, клейковина таркибида бўлганлиги учун унинг ундан сифатли нон тайёрланади [3-7].

Ўзбекистонда қишлоқ хўжалиги экинлари (ғўза, донли экинлар) ўзининг ўсиши ва ривожланиши жараёнида тупроқ-иқлим шароити ва уни ўраб турган муҳитнинг турли омиллари таъсирида унади, ўсади ва ривожланади, улардан асосийлари – ҳаво ҳарорати, ёғингарчилик, радиация ва бошқалар. Ушбу кўрсаткичлар экилган экиннинг ривожланиш чегаралари ва даврида максимал ҳосил олишга имкониятини пасайтиради.

Биз ушбу омиллардан фойдаланиш учун энг аввало экиш муддатларига алоҳида эътибор беришимиз зарур, сўнгра ўсимликка омиллар қандай таъсир кўрсатишини тушуниб ва ҳар бир ҳудудда экишни оптимал таъминланганлик муддатини аниқлаш зарур бўлади. Ҳаво, тупроқ ҳарорати ва қуёш радиациясининг турли даврларда ўзгариши бўйича хорижда [6, 17] ва Ўзбекистонда эса ушбу катталикларнинг ўзгаришини ўрганишга қаратилган тадқиқотлар бир қатор олимлар [3, 7, 11-16] томонидан амалга оширилган. Бироқ, юқорида келтирилган тадқиқотлар ҳаво, тупроқ ҳарорати ва қуёш радиацияси, самарали ҳароратлар йиғиндиси йўналишида амалга оширилган бўлиб, уларда эришилган натижалар, уларнинг таҳлиллари асосида олинган илмий-амалий хулосалар шу тадқиқотлар доирасига мос бўлган.

Илмий маълумотлар [3, 4, 6] бўйича амал даврида кузги буғдой 1800-2100°C, баҳорги буғдой эса 1100-1300°C ҳарорат қабул қилади. Қишга тайёрлаш учун имкон қадар кундуз куни куруқ ҳаво 10-12°C ҳарорат, кечаси ҳароратнинг 0°C гача бўлиши яхши ҳисобланади. Баҳорда буғдой яхши ўсади ва 12-15°C да амал қилади. Найчалаш даврида 15-16°C талаб қилинади. Бошоқлаш ва гуллаш даврида 18-20°C ҳарорат етарли бўлади. Буғдой 40-42°C гача чидайди. Бу шароитларда қониқарли равишда чангланади. Пишиш даврида мақбул ҳарорат 22-30°C ҳисобланади. Кузги буғдой жуда совуқликка чидамли, қорнинг қалинлиги 20 см бўлганда қарийб – 20-30°C совуққа ҳам чидамли. Ўзбекистонда қор қалинлиги доимо етарли эмас, шунинг учун буғдой -10°C совуқликка чидайдди. Лекин, гуллаш ва донининг тўлишиши даврида -1-2°C совуқ бўлса ҳам шикастланади.

Қишлоқ хўжалиги экинларини етиштириш имконияти турли тупроқ-иқлим шароитида ҳудуднинг иссиқлик ресурсларига боғлиқ. Экинларнинг иссиқлик билан таъминланганлиги 80-90% бўлса яхши, 50-70% қониқарли (термик ресурсларни яхшилаш бўйича тадбирлар зарур), 50% дан кам бўлганда етиштириш мақсадга мувофиқ эмас [3].

Ўзбекистон бўйича кузги буғдой вегетация даври учун ҳисобланган термик ресурслар фотосинетик фаол радиация (ФФР) бўйича 100% таъминланган, лекин ҳудудлар бўйича экинлар 30-60% дан фойдаланади. Бироқ, кузги буғдой учун ҳарорат йиғиндиси ривожланиш фазалари бўйича тадқиқ этилмаган ва термик ресурслардан фойдаланиш сабаблари келтирилмаган [9].

Республика вилоятларининг иссиқлик таъминотини ўрганиш бўйича бир қанча олимлар [3, 7] ғўза, лалмикор ерлардаги кузги буғдой, шоли ва бошқа экинлар бўйича тадқиқот ишларини олиб боришган, лекин суғориладиган ҳудудларда етиштирилаётган кузги буғдой экинлари ўрганилмаган. Иқлим ўзгаришларини эътиборга олган ҳолда сўнги йилларда суғориладиган ҳудудларида кузги буғдой етиштиришда иссиқлик таъминотини ўрганиш долзарб ҳисобланилади.

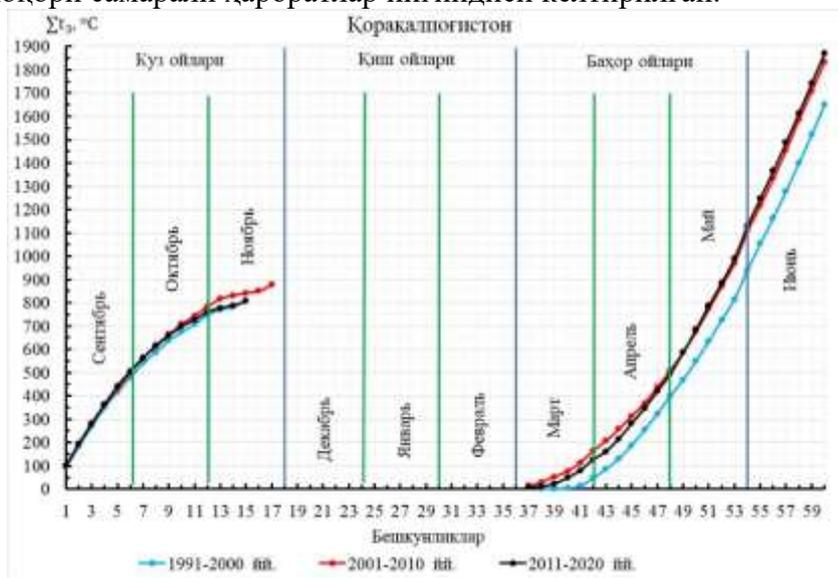
Ишнинг мақсади суғориладиган ҳудудларда жойлашган метеорология станциялари маълумотлари асосида 1991-2000 йй., 2001-2010 йй., 2011-2020 йй.да самарали ҳароратлар йиғиндисини ҳисоблаш ва даврлар орасидаги ўзгаришини таққослаш.

Ушбу мақсадни амалга ошириш учун қуйидаги вазифалар қўйилган: метеорологик станциялар кўп йиллик архив маълумотларни шакллантириш; статистик таҳлиллар асосида самарали ҳароратлар йиғиндисининг турли даврларда ўзгаришини аниқлаш; вилоятларнинг суғориладиган ҳудудлари иссиқлик таъминотини баҳолаш.

Ишда 1991-2020 йиллар давомида ўртача ҳаво ҳарорати тўғрисидаги маълумотлар йўриқномага [2] мос ҳолда олиб борилган ва Ўзгидромет архив фондида сақланаётган ТМ-1 жадвалларидан олинган.

Ишни бажаришда манбаларда [1, 8, 10] келтирилган ва уларда қўлланилган метеорологик ҳисоблашлар, географик умумлаштириш, математик статистика, график, корреляцион боғланишларни статистик баҳолаш, регрессион таҳлил усуллари ва уларни қайта ишлашда эса замонавий компьютер технологияларидан фойдаланилди.

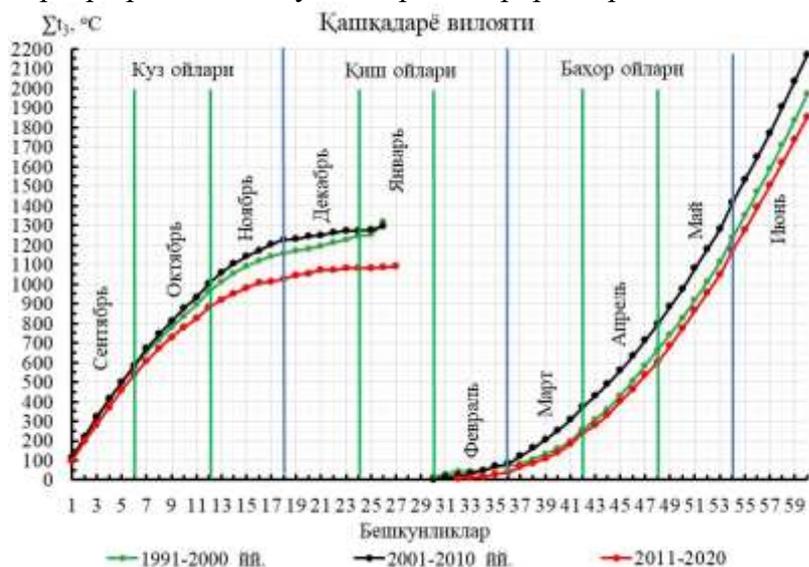
Маълумки, манбаларда қайд этилганидек, кузги буғдой ўсимлиги учун ўртача ҳаво ҳарорати 3°C дан юқори бўлганда ривожланиш бошланади [3, 4, 6]. Шунга мувофиқ вегетация даврида иссиқлик таъминотини баҳолаш учун самарали ҳаво ҳароратлар йиғиндисидан фойдаланилади. 1-2-расмларда кузги буғдой вегетация даврида 3°C дан юқори самарали ҳароратлар йиғиндиси келтирилган.



1-расмдан кўришиб турибдики, Қорақалпоғистон Республикасида кузги буғдой вегетация даврида (сентябр-июнь ойлари) 3°C дан юқори самарали ҳаво ҳарорати йиғиндиси ўн йилликлар бўйича қуйидаги ораликда ўзгаради: 94-2462°C (1991-2000 йй.), 102-2713°C (2001-2010 йй.), 98-2678°C (2011-2020 йй.). 1991-2000 йй. ўнйилликда ноябрь ойининг учинчи бешкунлигидан март ойининг иккинчи бешкунлигигача, 2001-2010 йй. ўнйилликда ноябрь ойининг олтинчи бешкунлигидан март ойининг биринчи бешкунлигигача, 2011-2020 йй. ўнйилликда ноябрь ойининг учинчи бешкунлигидан март ойининг биринчи бешкунлигигача самарали ҳароратлар тўпланмаган. 1991-2000 йй. даврда сентябрь ойидан тиним давригача 95-811°C, вегетациянинг қайта тикланишидан июль ойигача 2-1651°C, 2001-2010 йй. даврда сентябрь ойидан тиним давригача 102-878°C, вегетациянинг қайта тикланишидан июль ойигача 13-1835°C, 2011-2020 йй. даврда сентябрь ойидан тиним давригача 98-806°C, вегетациянинг қайта тикланишидан июль ойигача 6-1872°C. Умуман ўнйилликлар бўйича вегетация даврида тўпланган самарали ҳаво ҳароратлари йиғиндиси 1991-2000 йй. - 2462°C, 2001-2010 йй. - 2713°C, 2011-2020 йй. - 2678°C.ни ташкил этган. Таҳлил этилаётган даврлар орасида энг кўп самарали ҳароратлар йиғиндиси 2001-2010 йй. кузатилган.

2-расмдан кўришиб турибдики, Қашқадарё вилоятида кузги буғдой вегетация даврида (сентябр-июнь ойлари) 3°C дан юқори самарали ҳаво ҳарорати йиғиндиси ўнйилликлар бўйича қуйидаги ораликда ўзгаради: 110-3287°C (1991-2000 йй.), 112-3587°C (2001-2010 йй.), 116-2946°C (2011-2020 йй.). 1991-2000 йй. ва 2001-2010 йй. ўнйилликларда январь ойининг учинчи бешкунлигидан январь ойининг олтинчи бешкунлигигача, 2011-2020 йй. ўнйилликда январь ойининг бешинчи бешкунлигида самарали ҳароратлар тўпланмаган. 1991-2000 йй. даврда сентябрь ойидан тиним давригача 110-1317°C, вегетациянинг қайта тикланишидан июль ойигача 15-1970°C, 2001-2010 йй. даврда сентябрь ойидан тиним давригача 112-1297°C, вегетациянинг қайта тикланишидан июль ойигача 4-1416°C, 2011-2020 йй. даврда сентябрь ойидан тиним давригача 98-1090°C,

вегетациянинг қайта тикланишидан июль ойигача 6-1856°C. Умуман ўнйилликлар бўйича вегетация даврида тўпланган самарали ҳаво ҳароратлари йиғиндиси 1991-2000 йй. - 3287°C, 2001-2010 йй. – 3467°C, 2011-2020 йй. – 2946°C ни ташкил этган. Таҳлил этилаётган даврлар орасида энг кўп самарали ҳароратлар йиғиндиси 2001-2010 йй. тўпланган.



**2-расм. Бешкунликлар бўйича Қашқадарё вилоятида 3°C дан юқори самарали ҳароратлар йиғиндисининг 1991-2000 йй., 2001-2010 йй. ва 2011-2020 йиллар орасида ўзгариши**

Иқлим – парвариш қилинаётган қишлоқ хўжалик экинлари ва чорвачилик маҳсулдорлигини бирмунча даражада аниқлайди. Шунинг учун ҳудудларнинг иқлимий имкониятларидан тўғри фойдаланиш мақсадида даставвал иқлимни ўрганиш зарур, унинг қишлоқ хўжалигидаги аҳамиятини аниқлаш ва ноқулай об-ҳаво шароитларидан зарар кўришини камайтириш усулларини билиш керак.

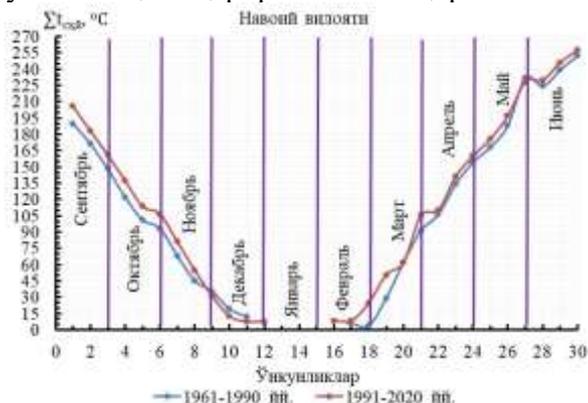
БЖМТнинг иқлимий амалиёти бўйича раҳбар ҳужжати тавсияномасига мувофиқ йиллар бўйича ўртачалашнинг 80% дан кам бўлмаган маълумотлари мавжуд бўлганда иқлимий стандарт меъёри ёки таянч меъёрни ҳисоблаш лозим. Бу дегани 30 йилнинг камида 24 йиллик маълумотлари мавжуд бўлганда ойлар учун меъёр ёки ўртача қийматларни ҳисоблаш мумкин. Иқлимий меъёрлар иккита асосий мақсадга эга: берилган районда жорий иқлимий тенденцияга мувофиқ шароитнинг индикатори бўлиб хизмат қилади ва назорат нуқтаси берилган районда (ёки берилган минтақада) берилган вақт давомида иқлимий шароитларни таққослаш мумкин [8]. Бу муаммолар бўйича ҳам бир қанча тадқиқотчилар томонидан олиб борилган изланишлар манбада келтирилган [13].

3-4-расмларда базавий давр (1961-1990 йй.) ундан кейин даврда (1991-2020 йй.) 3°C дан юқори самарали ҳароратлар йиғиндисининг ўнкунликлар бўйича ўзгариши келтирилган.

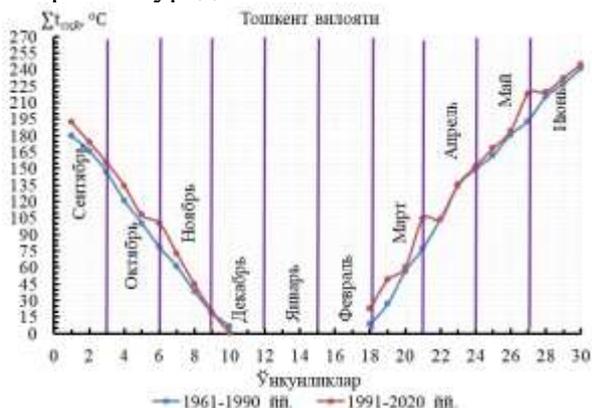
3-расмдан кўриниб турибдики, Навоий вилоятида базавий иқлимий даврга нисбатан жорий иқлимий даврда самарали ҳароратлар йиғиндиси сентябрь ойидан ва ноябрь ойининг иккинчи ўнкунлигигача ошиши, ноябрь ойининг учинчи ўнкунлигидан камайиши, вегетациянинг қайта тикланиш даври февраль ойининг биринчи ўнкунлигидан бошланиб март ойининг биринчи ўнкунлигигача ошиши кузатилган. 4-расмга эътибор қаратадиган бўлсак, Тошкент вилоятида базавий иқлимий даврга нисбатан жорий иқлимий даврда самарали ҳароратлар йиғиндиси сентябрь ойидан ва ноябрь ойининг биринчи ўнкунлигида ошган бўлса декабрь ойининг биринчинчи ўнкунлигида камайиши, вегетациянинг қайта тикланиш даври февраль ойининг учинчи ўнкунлигидан бошланган.

3-4-расмларда октябрь ойининг учинчи (1991, 1992, 1997, 2002-2004, 2010, 2016, 2019, 2020 йиллар ҳаво ҳароратининг 12-20°C атрофида ўзгариб туриши), март ойининг иккинчи (2005, 2008-2010, 2019, 2020 йилларда ҳаво ҳароратининг 10-18°C ўзгариб туриши) ва май ойининг учинчи (1997, 1998, 2006, 2007, 2011, 2016, 2017, 2020 йилларда ҳаво

хароратининг 20-25°C ўзгариб туриши) ўнқунликлардаги катта ўзгаришларига хос бўлмаган ҳаво хароратининг юқорилиги билан ажралиб туради.



**3-расм. Навоий вилоятида ўнқунликлар бўйича 3°C дан юқори самарали ҳароратлар йиғиндисининг базавий (1961-1990 йй.) ва жорий (1991-2020 йй.) иқлимий даврда ўзгаришлари**



**4-расм. Тошкент вилоятида ўнқунликлар бўйича 3°C дан юқори самарали ҳароратлар йиғиндисининг базавий (1961-1990 йй.) ва жорий (1991-2020 йй.) иқлимий даврда ўзгаришлари**

Ўзбекистоннинг суғориладиган ҳудудларида самарали ҳаво харорати ва тупроқ харорати йиғиндиси кузги бўғдой экиннинг вегетив (экиш-тупланиш) даври учун етарли даражада таъминланган. Қишки тиним давридаги ҳароратлар йиғиндиси Қорақалпоғистон Республикаси, Хоразм, Самарқанд, Жиззах, Андижон, Фарғона вилоятларида ўсимликнинг қишлаши, яъни генератив-репродуктив (тупланиш-тўлиқ пишиш) даври учун етарли, Сурхондарё вилоятида эса бундай имконият етарли эмас.

Минтақалар бўйича куз ойларида самарали ҳарорат йиғиндисининг энг кам миқдори 1-минтақага, энг кўп миқдори 2-минтақага (республиканинг жанубий ҳудудлари) тўғри келса, вегетация охирида энг кам миқдори 3-минтақада, энг кам миқдори 2-минтақага тўғри келади. Самарали ҳароратнинг ортиши бошқа минтақаларга қараганда 1-минтақада тезроқ кузатилади. Бунинг асосий сабабларидан бири чўл қисмининг тезда иссиши ҳамда Орол денгизининг қуриши сабаб бўлишидир.

Базавий иқлимий даврга нисбатан жорий иқлимий даврда самарали ҳароратлар йиғиндисининг ошганлиги сабабли ҳудудларда тавсия этилган бўғдой навларининг экиш муддатини бошқатдан кўриб чиқишни тақоза этади.

### Адабиётлар рўйхати

1. Абдуллаев А.К., Холбаев Г.Х., Сафаров Э.Ю. Агрометеорологияда муносабатли тенгламаларни топишда математик статистикани қўллаш, ЭҲМ ва Географик ахборот тизимларидан фойдаланиш учун кўрсатма. –Тошкент. НИГМИ Ўзгидромет. -2009. -150 б.
2. Гидрометеорологик станция ва постларга йўриқнома. 11 нашр. Станция ва постларда агрометеорологик кузатувлар: 1 қисм. Асосий агрометеорологик кузатувлар. Тошкент, 2009. – 325 б.
3. Группер С.Р. Агрометеорологическая оценка продуктивности озимой пшеницы в Узбекистане. – Ташкент: САНИГМИ, 1998, - 156 с.
4. Курбанов Г., Умарова М. Особенности выращивания пшеницы // Сельское хозяйства Узбекистана. - 1999. - № 6. –С. 21-23.
5. Лавронов Г.А., Черный В.И. Осенне-зимнее изреживание зерновых культур на богарных землях Узбекистана и методы его определения и исправления. -Ташкент: Узбекистан. 1969. -40 с.
6. Моисейчик В.А. Агрометеорологические условия и перезимовка озимых культур. –Л.: Гидрометеиздат. 1975. – 295 с.
7. Муминов Ф.А., Абдуллаев Х.М. Агроклиматические ресурсы Республики Узбекистан. Ташкент. САНИГМИ, 1997. – 178 с.

8. Руководящие указания ВМО по расчету климатических норм. Издание 2017 г., Женева. – 21 с.
9. Синицина Н.И., Гольцберг И.А., Струнников Э.А. Агроклиматология. –Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 342 с.
10. Уланова Е.С. Забелин В.Н. Методы корреляционного и регрессионного анализа в агрометеорологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 206 с.
11. Холбаев Г.Х., Абдуллаев А.К., Эгамбердиев Х.Т. Дунёда ва Ўзбекистонда буғдой етиштиришнинг ўзига хос хусусиятлари // Ўзбекистон География жамияти ахбороти. 57-жилд, - 2020. Тошкент. – Б.117-121.
12. Холбаев Г.Х., Эгамбердиев Х.Т. Ўзбекистоннинг суғориладиган худудларида тупроқ ҳароратининг турли даражадан ўтиши. Вестник КГУ им. Бердаха. № 2(60) 2023. – С. 60-65.
13. Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на гидрометеорологические процессы, агроклиматические и водные ресурсы Республики Узбекистан. – Ташкент: НИГМИ, 2007. – 132 с.
14. Kholbaev G. Kh, Abdullaev A.K. Change of meteorological values in the autumn of Republic of Karakalpakstan and Khorezm region. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. Vol. 7, Issue 3, March 2020. – PP. 13123-13130.
15. Kholbaev G.Kh., Khadjaeva G. The air temperature changes in the irrigated areas of the republic of Karakalpakstan. SJIF Impact Factor: 7.001 EPRA International Journal of Research and Development (IJRD) Volume: 5 | Issue: 5 | May 2020. <https://doi.org/10.36713/epra2016 | www.eprajournals.com>
16. Kholbaev G, Egamberdiev Kh, Eshmirzaev D. The Monitoring of Changes in Meteorological Quantities in Different Periods. Nature and Science, 2023, 23(6):51-58].ISSN1545-0740(print); ISSN2375-7167(online). <http://www.sciencepub.net/ nature 07. doi:10.7537/marsnsj210623.07>.
17. Mohammad Reza Kousari & Mohammad Amin Asadi Zarch. Minimum, maximum, and mean annual temperatures, relative humidity, and precipitation trends in arid and semi-arid regions of Iran. Arabian Journal of Geosciences. 2011. Volume 4. – PP. 907–914.

## **METEOROLOGIK QURG‘OQCHILIK INDEKSI XARAKTERISTIKALARINI CRU BAZASI MA‘LUMOTLARI YORDAMIDA O‘ZGARISHINI BAHOLASH (Qashqadaryo viloyati misolida)**

Xursandova N.R., Quranboyeva Z.E., Omonov N.O., Axmedova T.A.  
Gidrometeorologiya ilmiy-tadqiqot instituti, Toshkent, O‘zbekiston

**Аннотация.** Maqolada xalqaro meteorologik bazasi yordamida atmosfera yog‘inlarini olish, meteorologik qurg‘oqchilik haqida tushuncha berish hamda meteorologik qurg‘oqchilik indeksi SPIn hisoblashda CRU bazasi ma‘lumotlaridan foydalanish ko‘zda tutilgan. Tadqiqot obyekti sifatida Qashqadaryo viloyati tanlab olindi va qurg‘oqchilik xarakteristikalarini bazaviy va joriy iqlimiy davrlarda o‘zgarishi baholandi.

**Калит so‘zlar:** meteorologik qurg‘oqchilik, CRU, korrelyatsiya koeffitsiyenti, monitoring, qurg‘oqchilik klassifikatsiyasi, SPI indeksi, gidrologik yil, GoogleEarth.

## **ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ИНДЕКСА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАСУХИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАЗЫ ДАННЫХ CRU (на примере Кашкадарьинской области)**

Хурсандова Н.Р., Куранбоева З.Э., Омонов Н.О., Ахмедова Т.А.  
Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, Ташкент, Узбекистан

**Аннотация.** В статье рассматривается получение атмосферных осадков с использованием Международной метеорологической базы данных, предоставление информации о метеорологической засухе и использование данных базы данных CRU для расчета спина индекса метеорологической засухи. В качестве объекта исследования была выбрана Кашкадарьинская область и проведена оценка изменения характеристик засухи в базисном и текущем климатических периодах.

**Ключевые слова:** метеорологическая засуха, CRU, коэффициент корреляции, мониторинг, классификация засух, индекс SPI, гидрологический год, GoogleEarth.

# EVALUATION OF CHANGES IN METEOROLOGICAL DROUGHT INDEX CHARACTERISTICS USING CRU BASE DATA (on the example of the Kashkadarya region)

Xursandova N.R., Quranboyeva Z.E., Omonov N.O., Axmedova T.A.

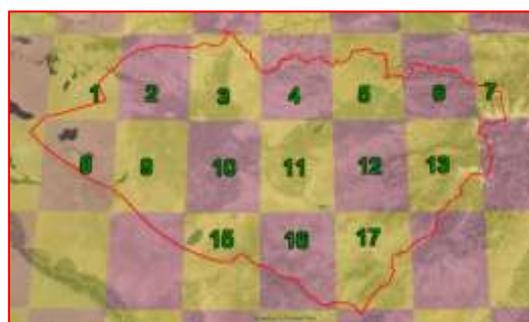
Hydrometeorological Research Institute, Tashkent, Uzbekistan

**Abstract.** This article provides for obtaining atmospheric precipitation using the international meteorological base, providing insight into meteorological drought, and using CRU base data to calculate meteorological drought index SPI. The Kashkadarya region was selected as the object of the study and assessed the changes in drought characteristics in the basal and current climatic periods.

**Keywords:** meteorological drought, CRU base, correlation coefficient, monitoring, drought classification, SPI index, hydrological year, GoogleEarth.

Qurg'oqchilik – bu yog'ingarchilikning me'yorga nisbatan kamayishi natijasida yuzaga keladigan xavfli tabiiy hodisadir. Agar bu hodisa bir mavsum yoki undan ko'proq davom etsa, inson va atrof-muhit ehtiyojlarini qondirish uchun yog'ingarchilik kam bo'lishi va buning oqibatida suv taqchilligi kuzatiladi. Qurg'oqchilikni kuzatish va aniqlash uchun turli xil metodologiyalar mavjud. Har bir mintaqa o'ziga xos iqlimiy xususiyatlariga ega bo'lganligi sababli qurg'oqchilikning hajmi, davom etishi va qattiqligi yog'in turiga bog'liq holda mintaqaviy miqyosda bir biridan farq qiladi. Standartlashtirilgan yog'ingarchilik indeksi (SPI - Standart Precipitation Index) muayyan oylik davrda ma'lum bir joyda olingan yog'ingarchilik yig'indisini shu joyda bir xil vaqt oralig'ida uzoq muddatli yog'ingarchilik taqsimoti bilan taqqoslaydigan statistik ko'rsatkichdir. SPI namgarchil va qurg'oqchil ob-havoni statistik taqqoslash imkonini berish uchun yog'ingarchilik yig'indisini standart normal o'zgaruvchiga, ya'ni o'rtacha qiymatini nolga tenglashtirishga asoslanadi. SPI natijalari standartlashtirilgan taqsimotining uzoq muddatli o'rtacha qiymatidan standart chetlashish birliklarda beriladi. [2, 3, 4]

Mazkur tadqiqotning maqsadi Qashqadaryo viloyati hududida meteorologik qurg'oqchilik indekslarini CRU baza yordamida aniqlash va ularni qurg'oqchilik xarakteristikalarini bazaviy hamda joriy iqlimiy davrlari bo'yicha o'zgarishini baholashdan iborat. Tadqiqot obyekti sifatida Qashqadaryo viloyati tanlandi, CRU bazasidan Qashqadaryo viloyatiga to'g'ri keladigan 17 ta nuqta ajratib olindi va har bir nuqtalarda joylashgan oylik yog'in miqdorlari ma'lumotlaridan foydalanildi (1-rasm). Mazkur yog'in ma'lumotlari asosida standartlashtirilgan yog'ingarchilik indeksi (SPI) 1961-1990 va 1991-2020 davrlar oralig'i uchun aniqlandi [7].



**1-rasm. CRU bazasi kataklarini Qashqadaryo viloyatiga to'g'ri keladigan qismini GoogleEarth dasturidagi kartasi**

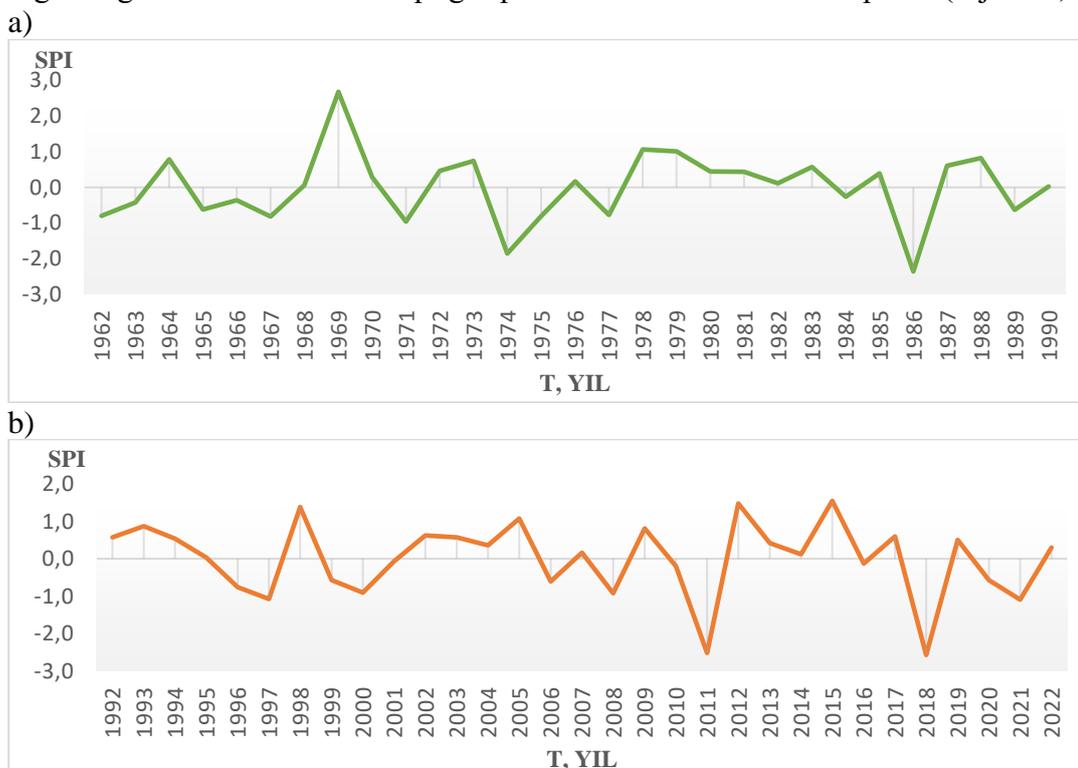
Tadqiqot davomida zamonaviy va ishonchli modellardan biri bo'lgan Buyuk Britaniyaning Sharqiy Angliya Universiteti tomonidan ishlab chiqilgan Climatic Research Unit (CRU) bazasi ma'lumotlaridan hamda SPI - Standart Precipitation Indexlardan foydalanildi. [1, 5, 6] Standartlashtirilgan yog'ingarchilik indeksi (SPI Standart Precipitation Index) muayyan oylik davrda ma'lum bir joyda olingan yog'ingarchilik yig'indisini shu joyda bir xil vaqt oralig'ida uzoq muddatli yog'ingarchilik taqsimoti bilan taqqoslaydigan statistik ko'rsatkichdir. SPI namgarchil va qurg'oqchil ob-havoni statistik taqqoslash imkonini berish uchun yog'ingarchilik yig'indisini

standart normal o'zgaruvchiga, ya'ni o'rtacha qiymatini nolga tenglashtirishga asoslanadi. SPI natijalari standartlashtirilgan taqsimotining uzoq muddatli o'rtacha qiymatidan standart chetlashish birliklarda beriladi. Mazkur yog'in ma'lumotlari asosida standartlashtirilgan yog'ingarchilik indeksi (SPI – Standardized Precipitation Index) 1961-1990 va 1991-2020 davrlar oralig'i uchun hisoblandi. Standartlashtirilgan yog'in indekslarini hisoblashda sovuq yarim yillik davri oktabr-mart oylari tanlab olindi va SPI6 hisoblandi. Qashqadaryo viloyatini markazidan joylashgan 11-chi katak ma'lumotlari representativ nuqta sifatida tanlab olindi va shu katakni indekslarini bazaviy va joriy iqlimiy davrlarga ajratilib xarakterli qiymatlari topildi. [2, 7, 4, 8].

Standartlashtirilgan yog'in indekslarini hisoblashda sovuq yarim yillik davr oktabr-mart oylari tanlandi va SPI6 hisoblandi. Qashqadaryo viloyati markazida joylashgan 11-chi katak ma'lumotlari etalon qilib olindi va shu katakni indekslarini bazaviy va joriy iqlimiy davrlarga ajratilib xarakterli qiymatlari topildi. Butun Qashqadaryo viloyati bo'yicha 17 ta katakni o'rtacha qiymatlari hisoblanib indekslarni yillararo o'zgarish grafigi chizildi (2-rasm).

Yuqoridagi grafiklarni tahlil etadigan bo'lsak, Qashqadaryo viloyati bo'yicha eng seryog'in yil bazaviy iqlimiy davrda 1969 yilda qayd etilgan. Ushbu yilda SPI indeksi 2,68 ga teng bo'lib, bu ekstremal sersuv yil hisoblanadi. Joriy iqlimiy davrda 2015 yilda eng ko'p yog'in yog'ib SPI indeksi 1,54 ga tengligi aniqlanib, bu o'ta namgarchil yil hisoblanadi.

Grafikda 1 dan katta qiymatlar me'yorga nisbatan yog'ingarchilik ko'pligini anglatadi, bazaviy davrda yo'g'ingarchilik meyordan oshganligini joriy davrda esa sezilarli darajada oshmaganligini ko'rishimiz mumkin. Indeks -1 dan kichik bo'lgan davrlar meteorologik qurg'oqchilik kuzatilganligini bildiradi. Bazaviy davrda 1974 va 1986-yillarda kuzatilgan, bazaviy davrda 2011 va 2018-yillarda meteorologik qurg'oqchiliklar kuzatilingan. Ikki davrdagi meteorologik qurg'oqchiliklarni bir biriga taqqoslaganda joriy iqlimiy davrda qattiqroq qurg'oqchilik kuzatilib -3,44 gacha tushgan bu esa ekstremal qurg'oqchilikni anglatadi. Yuqoridagi olingan na'tinalar asosida qurg'oqchilik xarakteristikalarini aniqlandi (1-jadval).



**2-rasm. SPI6 (oktabr-mart) indekslarini (a) bazaviy davr va (b) joriy iqlimiy davrlarda o'zgarishi**

Yuqoridagi jadvaldan ko'rinib turibdiki, kichik qurg'oqchilik davomiyligi bazaviy davrda 100 oy davom etgan ammo manfiy indekslar summasi -106,39 ni tashlik etgan. Joriy iqlimiy davrda kichik qurg'oqchilik 90 oy davom etib, manfiy indekslar summasi -122,5 ga teng. Joriy

iqlimiy davrda kichik qurg'oqchiliklar davomiyligi bazaviy davrga nisbatan 10 oy kam bo'lsa ham indeksning manfiy qiymatlari yuqoriligi aniqlandi bu esa qurg'oqchilikni kuchli bo'lganini anglatadi. Qolgan katta qurg'oqchilik davrlarida davomiylik joriy iqlimiy davrda ortib boradi.

*1-jadval*

### SPI indekslari xarakteristikalarini

Qurg'oqchilik indeksi	Ba'zaviy iqlimiy davr 1961-1990			
	Davomiyligi	Pik qiymat	Summa	O'rtachasi
-1	100	-3,22	-106,39	-1,15
-1,5	59		-75,91	-1,34
-2	24		-21,30	-1,57
-2,5	7		-8,77	-1,52
-3	3		-5,22	-2,01
Qurg'oqchilik indeksi	Joriy iqlimiy davr 1991-2022			
	Davomiyligi	Pik qiymat	Summa	O'rtachasi
-1	90	-3,44	-122,5	-1,4
-1,5	69		-102,8	-1,6
-2	50		-79,08	-1,69
-2,5	21		-35,71	-1,90
-3	22		-5,00	-2,50

Yuqoridagi keltirilgan ma'lumotlardan quyidagi hulosaga kelishimiz mumkin:

- Meteorologik qurg'oqchilikni CRU baza ma'lumotlari asosida tahlil qilish mumkinligi tadqiqot ishiga bir qancha qulayliklar yaratadi;
- Meteorologik stansiyalar mavjud bo'lmagan hududlar bo'yicha ma'lumotlarni olish imkoniyatlari mavjud va bu tadqiqotchi uchun ko'plab vaqt sarflashning oldini oladi;
- Bazaviy iqlimiy davrda ekstremal namgarchilik ko'p kuzatilib joriy davrda bu ko'rsatkich pastligini ma'lum bo'ldi;
- Meteorologik qurg'oqchilikni xarakteristikalarini orqali joriy iqlimiy davrda qurg'oqchilik davri ko'payganini va eng katta qurg'oqchilik aynan shu davrga to'g'ri kelishi aniqlandi.

Umumiy hulosaga keladigan bo'lsak Qashqadaryo hududida ohirgi yillarda meteorologik qurg'oqchilik salbiy tomonga ortib, sersuv yillar kamayib bormoqda. Shu sababdan meteorologik qurg'oqchilik indekslarini o'zgarishini doimo monitoring qilish talab etiladi. Meteorologik qurg'oqchilik va uni ortidan kelish chiqishi mumkin bo'lgan salbiy oqibatlarini prognoz qilish muhim ahamiyat kasb etadi.

### Adabiyotlar ro'yxati

1. Harris, Timothy J. Osborn, Phil Jone & David Lister Version 4 of the CRU TS monthly high-resolution gridded multivariate climate dataset., 2020.
2. Свобода М., Хайес М., Вуд Д. Руководство для пользователей стандартизированного индекса осадков. – ВМО, Женева, 2012 (1090). – 36 с.
3. McKee, Thomas B., Nolan D., John K. The relationship of drought frequency and duration to time scales / Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology, V. 17, No. 22, 1993. – P. 136.
4. Mishra A.K., Singh V.P. A review of drought concepts // Journal of Hydrology, V. 391, 2010. – PP. 204–216.
5. Svoboda M.D., Brian A.F. Handbook of drought indicators and indices. Geneva, Switzerland: World Meteorological Organization, 2016.
6. Xursandova N.R., Quranboyeva Z.E., Omonov N.O. CRU baza ma'lumotlarini amaliyotga tadbiq etish (Qashqadaryo misolida) "Geografik tadqiqotlarda zamonaviy geoinformatsion kartografiya, masofadan zondlash metodlari va texnologiyalarining roli" Toshkent 24-26 aprel 2024-yil.
7. [https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/hrg/cru\\_ts\\_4.06](https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/hrg/cru_ts_4.06)

8. Umirzakov G'.O', Omonov N.O. Iqlim o'zgarishi sharoitida meteorologik qurg'oqchiliklar takrorlanishini baholash. Geografik tadqiqotlar: Innovatsion g'oyalar va rivojlanish istiqbollari 15-16 aprel 2022-yil.

## АЛЬБЕДО ГОРНОГО ЛЕДНИКА ЗАПАДНОГО ТЯНЬ-ШАНЬ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Швец П.А.

Научный руководитель: Симакина Т.Е.

Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия

**Аннотация.** По наблюдениям за период 1973-2024 гг. на метеорологической станции Ойгаинг, Узбекистан (2151 м над ур. моря) проанализированы происходящие климатические изменения в районе ледника Автор высокогорного массива Тянь-Шань. Определены характеристики линейного тренда температуры воздуха, при сохранении тренда предсказано изменение альbedo на 2.4% к 2034 году, которое будет способствовать ускорению таяния ледника в горном массиве Тянь-Шань в Центральной Азии.

**Ключевые слова:** Узбекистан, горный массив, альbedo, ледники, таяние, тренд

## ALBEDO OF A MOUNTAIN GLACIER IN THE CENTRAL TIAN SHAN UNDER CLIMATE CHANGE

Shvets P.A.

Scientific advisor: Simakina T.E.

<sup>1</sup> Russian state hydrometeorological university, Saint-Petersburg, Russia

**Abstract.** The albedo of the underlying surface is one of the fundamental factors influencing global temperature regulation. Based on observations for the period 1973-2024. At the meteorological station Oygaing, Uzbekistan (2151 m above sea level), the ongoing climate changes in the Tian Shan Mountain range were analyzed. The characteristics of the linear trend of air temperature were determined, a regression equation was constructed for the dependence of air temperature and glacier albedo, and a change in albedo in the coming years was predicted, which will accelerate the melting of the glacier in the Tian Shan Mountain range in Central Asia

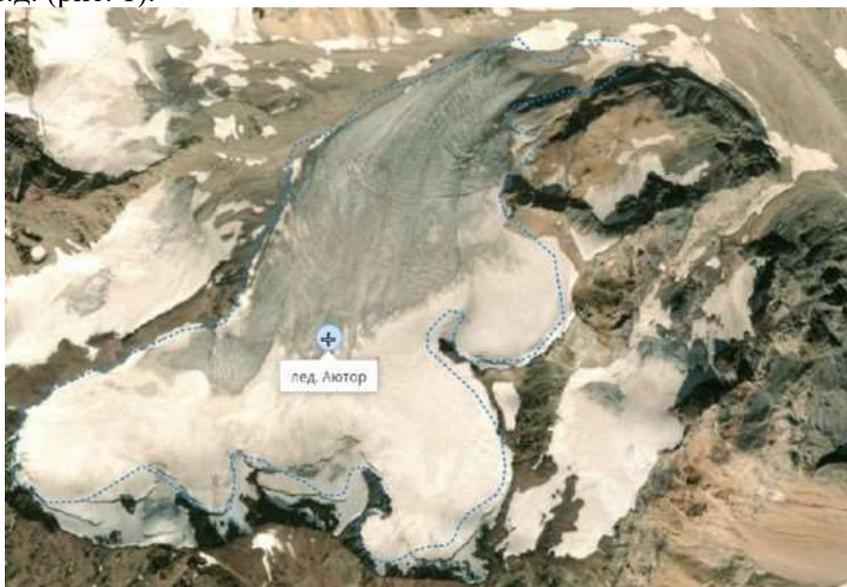
**Keywords:** Uzbekistan, mountain range, albedo, glaciers, melting, trend

Республика Узбекистан расположена в центральной части Центральной Азии. На ее территории находятся Западные и юго-западные предгорья горного хребта Тянь-Шань. Их высота равномерно уменьшается на юг и запад, постепенно переходя на равнины. Западная часть предгорья Тянь-Шань находится на высоте 2500 - 4000 м над уровнем моря. На склонах гор Западного Тянь-Шаня пасутся отары овец, выращиваются различные сорта ценных плодовых культур, строятся оздоровительные учреждения, на реках создаются гидроэлектростанции, искусственные водохранилища. Регион содержит большое количество обледенелых горных хребтов. Горные ледники являются резервуаром пресной воды, что особенно актуально для Узбекистана, если учитывать, что более половины земель используют в сельском хозяйстве.

Горные ледники являются ключевым индикатором климатических изменений. Радиационный баланс ледниковой поверхности определяется величиной приходящей коротковолновой солнечной радиации, обусловленной астрономическими факторами, влажностью атмосферы, наличием различных газовых компонент и влиянием облачности, и, в немалой степени – отражательной способностью подстилающей поверхности. Изменение альbedo вызвано не только процессами, происходящими непосредственно на поверхности, но и сложными процессами термического метаморфизма, протекающими в активном слое снега или льда и обусловленными проникновением солнечной радиации [4].

Альbedo подстилающей поверхности является одним из основополагающих факторов, влияющих на регулирование температуры. Целью данной работы явилось исследование изменения альbedo одного из горных ледников - Аютор массива Тянь-Шань,

на основе температурной зависимости. Данный ледник находится на территории Узбекистана, на высоте 3820 м над уровнем моря, имеет координаты 42°17' с.ш. и 70°36' в.д. (рис. 1).



**Рис. 1 Ледниковый массив Аютор в Узбекистане**

Взаимозависимость приземной температуры и альbedo ледника была получена авторами ранее. Исследовался ледниковый массив Ак-Шийрак (41°48' с.ш. и 78°43' в.д.), расположенный во внутреннем Тянь-Шане на территории Кыргызстана (рис. 2). Уравнение регрессии, связывающее альbedo ледника  $A$  с температурой воздуха  $t$ , имеет вид:

$$A = -0,022t + 0,5828 \quad (1)$$

Чем холоднее воздух, тем больше снежного и ледяного покрова и значение альbedo выше. При повышении температуры на градус Цельсия значение альbedo понижается на 0,022 единицы.



**Рис. 2. Ледниковый массив Ак-Шийрак в Кыргызстане**

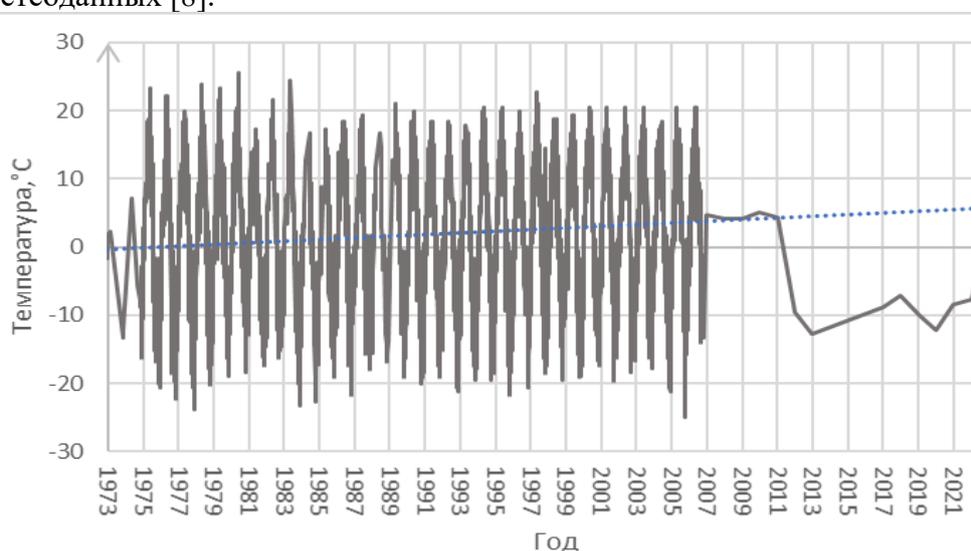
Уравнение (1) было получено путем сопоставления измеренных по космическим снимкам значений альbedo в работе [3] и среднесуточных значений температуры воздуха, измеренных в те же даты на метеостанции Тянь-Шань (41°58' с.ш. и 78°56' в.д.). Анализ данных показал тесную связь температуры воздуха и способности поверхности ледника отражать солнечное излучение (коэффициент корреляции  $r = -0.81$ ).

Уравнение (1) может считаться значимым также для горного ледника Аютор, поскольку характеристики обоих ледников достаточно близки:

1. Ледники Ак-Шийрак и Аютор имеют карово-долинный морфологический тип [5].
2. Степень оледенения обоих ледников похожа: для ледника Ак-Шийрак она составляет 46%, для Аютор - около 35%;
3. Оба ледника находятся практически на одной широте (разница составляет  $0^{\circ}55'$ ) и имеют одинаковое расположение: северную экспозицию.
4. Средняя высота над уровнем моря ледника Ак-Шийрак составляет 4400 м, ледника Аютор – 3820 м [2].

Таким образом, уравнение регрессии, связывающее температуру и альbedo ледника в Кыргызстане, может считаться репрезентативным для ледника в Узбекистане.

Для прогнозирования температурного тренда в горном массиве Тянь-Шань на территории Узбекистана были взяты данные по температуре Национального управления океанических и атмосферных исследований (NOAA) [7] для ближайшей метеостанции Ойгаинг, расположенной на  $42^{\circ}11'$  с.ш. и  $71^{\circ}10'$  в.д. Временной ход температуры за период с 1973 по 2023 гг. представлен на рисунке 3. Отсутствующие в [7] данные за период 2006-2022 были дополнены среднегодовыми значениями температуры из архива метеоданных [8].



**Рис. 3.**  
Температурный ход за период с 1973 по 2023 по данным станции Ойгаинг

Полученное уравнение температурного тренда для Ойгаинг имеет следующий вид:

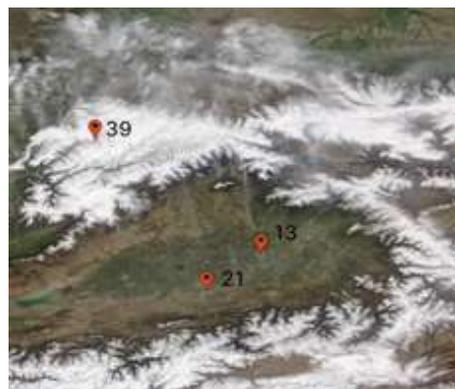
$$y = 0,0003x - 0,344 \quad (2)$$

Таким образом, скорость потепления воздуха в районе ледника Ак-Шийрак оказалась равной  $0,0003^{\circ}\text{C}$  в день. Если тренд на потепление сохранится, то через десять лет, к 2034 году среднегодовая температура воздуха увеличится на  $1,1^{\circ}\text{C}$ . Это значение несколько меньше прогноза, данного в [1], где отмечается, что среднегодовая температура в Узбекистане повысится на  $1,3-2,1^{\circ}\text{C}$  к 2030 г.

Повышение температуры воздуха в свою очередь приведет к уменьшению альbedo снежного покрова в данном горном леднике к 2034 году на 2,4%.

Уменьшение альbedo снежного и ледяного покрова приводит к усилению поглощения энергии солнечного излучения поверхностью и к ее нагреву и таянию. Вследствие нагрева поверхности нагревается воздух, что в свою очередь способствует повышению температуры поверхности снежного покрова, что опять же приводит к его таянию.

Для оценки влияния ледового покрова на температуру выполнено сравнение трендов, полученных по значениям температуры в районе ледника и вне его. Для этого найдены две метеорологические станции, находящиеся в непосредственной близости от ледника Ак-Шийрак – рис. 4, - они отмечены номерами 13 и 21. Номером 39 отмечена станция Ойгаинг. По значениям температуры на станциях найдены уравнения трендов. Скорость роста значений температуры на станции 13 составила  $0,0008^{\circ}\text{C}/\text{день}$ , что несколько выше, чем значение  $0,0003^{\circ}\text{C}/\text{день}$ , полученное в районе ледника. Однако станция 13 расположена в городской черте, поэтому ее данные не репрезентативны для сравнения. На станции 21 скорость составила  $0,00001^{\circ}\text{C}/\text{день}$ , что значительно ниже, чем в районе ледника. Полученные значения подтверждают гипотезу, что присутствие ледового покрова ускоряет потепление нижней тропосферы.



**Рис. 4. Расположение метеостанций, данные которых использованы для построения температурных трендов**

Таяние ледников и сокращение их площадей несет не только угрозу водоснабжения, но и риск прорыва высокогорных ледниковых озер и схождения селей.

#### **Список литературы**

1. Абдуллаева С. Отчет «Меры, предпринимаемые Республикой Узбекистан по обеспечению климатической устойчивости», Узгидромет, 2023.
2. Вилесов Е.Н. «Изменение размеров горного оледенения Казахстана за вторую половину 20- начала 21 в.» / Гидрометеорология и экология. - №2, 2016 г.
3. Петраков Д.А., Тутубалина О.В., Шпунтова А.М., Коваленко Н.В., Усубалиев Р.А., Э.А. Азисов, Михайлюкова П.Г. «Оценка альбедо ледников массива Ак-Шийрак (Тянь-Шань) по наземным данным и снимкам со спутников Landsat», Криосфера Земли, 2019, т. XXIII, № 3, С. 13–24.
4. Тимерев А.А., Назаров В.Д. Влияние метаморфизма снежноледяной среды на рассеивающие свойства радиационноактивного слоя ледников Северной Земли // Географические и гляциологические исследования в полярных странах / Под ред. Е.С. Короткевича. Л.: Гидрометеиздат, 1988. С. 61–69.
5. Шабунин А.Г., Каталог ледников – Центрально-Азиатский институт прикладных исследований Земли, Бишкек, 2018.
6. ГидрометЦентр России: [электронный ресурс]. URL: <https://meteoinfo.ru/news/1-2009-10-01-09-03-06/10150-24112014/>.
7. Национальное управление океанических и атмосферных исследований: [электронный ресурс]. URL: <https://www.noaa.gov/weather>.
8. Сайт погоды в мире: [электронный ресурс]. URL: <https://rp5.ru/>

#### **SAMARQAND VA JIZZAX VILOYATLARIDA TURLI MUDDATLARDA HAVO VA TUPROQ YUZASI HARORATLARINING O'ZGARISHINI BAHOLASH**

Eshmirzayev D.R.

Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti, Toshkent, O'zbekiston, [eshmirzayevdoston9@gmail.com](mailto:eshmirzayevdoston9@gmail.com)

**Аннотация.** Мақоллада Jizzax va Samarqand meteorologik stansiyalarida yanvar va iyul oylarida soat 5<sup>00</sup> va 14<sup>00</sup> kuzatish muddatlarida yillar davomida havо harorati hamda tuproq yuzasi haroratining o'zgarib borishi tahlil qilingan.

**Kalit so‘zlar:** qishloq xo‘jaligi, havo harorati, tuproq yuzasi harorati, meteorologik stansiya, iqlim, vetetatsiya, kuzatish muddati.

## ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА И ПОЧВЫ В РАЗНЫЕ ПЕРИОДЫ В САМАРКАНДСКОЙ И ДЖИЗАКСКОЙ ОБЛАСТЯХ

Эшмирзаев Д.Р.

Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, Ташкент, Узбекистан, eshmirezayevdoston9@gmail.com

**Аннотация.** В статье анализируются изменения температуры воздуха и температуры поверхности почвы в сроки наблюдений 5<sup>00</sup> и 14<sup>00</sup> часов на Джизакской и Самаркандской метеостанциях в январе и июле.

**Ключевые слова:** Сельское хозяйство, температура воздуха, температура поверхности почвы, метеостанция, климат, растительность, период наблюдений.

## ASSESSMENT OF CHANGES IN AIR AND SOIL SURFACE TEMPERATURE IN DIFFERENT PERIODS IN SAMARKAND AND JIZZAH REGIONS

Eshmirzayev D.R.

National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Tashkent, Uzbekistan, eshmirezayevdoston9@gmail.com

**Abstract.** The article analyzes the changes of air temperature and soil surface temperature during the observation periods of 5<sup>00</sup> and 14<sup>00</sup> hours in Jizzakh and Samarkand meteorological stations in January and July.

**Keywords:** Agriculture, air temperature, soil surface temperature, meteorological station, climate, vegetation, observation period.

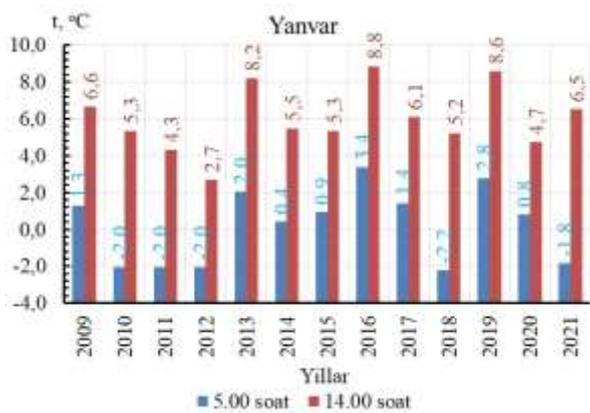
O‘zbekistonda qishloq xo‘jaligi ekinlari (g‘o‘za, donli ekinlar) o‘zining o‘sishi va rivojlanishi jarayonida tuproq-iqlim sharoiti va uni o‘rab turgan muhitning turli omillari ta‘siriga tushib urug‘ unadi, o‘sadi va rivojlanadi, ulardan asosiylari havo harorati, yog‘ingarchilik va boshqalar. Ushbu kattaliklar ekilgan ekinning rivojlanish chegaralari va davrda maksimal hosil olishga imkoniyatini pasaytiradi. Biz ushbu omillardan foydalanish uchun eng avvalo ekish muddatlariga alohida ahamiyat berishimiz zarur, so‘ngra o‘simlikga omillar qanday ta‘sir ko‘rsatishini tushunib va har bir hududda ekishni optimal ta‘minlanganlik muddatini aniqlash zarur bo‘ladi.

Meteorologik kuzatishlar ma‘lumoti asosida hududlarning iqlimi normal tayanch davr bo‘yicha aniqlanadi. Har qaysi turdagi o‘simliklarning o‘sishi va rivojlanishi uchun havo harorati ma‘lum aniq qiymatlardan past bo‘lmasligi kerak. O‘simlik rivojlanadigan bunday eng past haroratni biologik minimum deb yuritiladi. Havo harorati ko‘pchilik fiziologik jarayonlarda muhim omil bo‘lib, ekinlarning rivojlanishi sur‘atiga jiddiy ta‘sir qiladi. Bundan tashqari, o‘simlik rivojlanishi fazalarining boshlanishi va davomiyligi ham havo haroratiga bog‘liq [1, 2, 3 va boshq.].

Tuproq ko‘pchilik organizmlar uchun suvdan quruqlikka o‘tishda oraliq muhit hisoblanadi. Tuproq uchun nisbiy barqarorlik ham mavjud. Shu bilan birga tuproqning muhiti gorizontal va vertikal yonalishda xech ham bir xil emas. Unda bir vaqtni o‘zida qattiq, suyuq, gazsimon moddalar hamda turli tuman bakteriyalar, zamburug‘lar aktinomitsetlar mikro va mezofaunaning vakillari mavjudligidan mikrozonalar yuzaga keladi. Tuproqdagi harorat suvdagidan tez o‘zgaradi, insolyatsiya ham (quyosh nuri bilan yoritilishi) kuchli. Shunga ko‘ra, tuproqdagi suvo‘tlar qurg‘oqlikka, harorat va kuchli yorug‘likni o‘zgarishiga chidamli bo‘lishi kerak. Termik resurslarning asosiy ko‘rsatkichi o‘rtacha havo harorati, tuproq yuzasi haroratidir [1, 2, 3, 10 va boshq.].

1-rasmda Jizzax meteorologik stansiyasida 2009-2021 yillarda 5<sup>00</sup> va 14<sup>00</sup> kuzatish muddatidagi havo haroratining yanvar va iyul oylarida o‘zgarish dinamikasi keltirilgan.

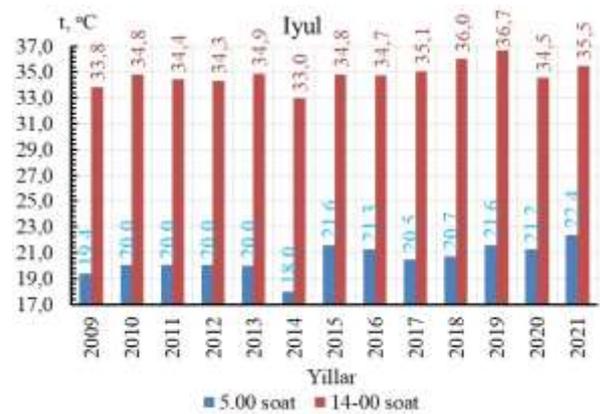
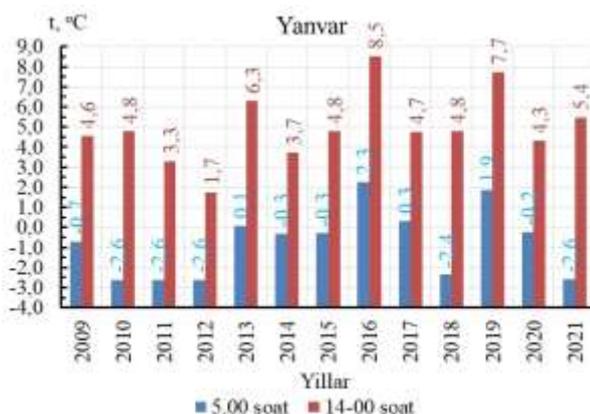
1-rasmdan ko‘rinib turibdiki, yanvar oyida havo haroratining yillar davomida soat 5<sup>00</sup> da -2,2 dan +3,4°C, soat 14<sup>00</sup> da +2,7° dan +8,8°C, iyul oyida soat 5<sup>00</sup> da +18,9° dan +22,5°C, soat 14<sup>00</sup> da +33,0° dan +36,7°C oralig‘ida oralig‘ida tebranib turgan.



**1-rasm. Jizzax stansiyasida 5<sup>00</sup> va 14<sup>00</sup> kuzatish muddatidagi havo haroratining yanvar va iyul oylarida yillararo o‘zgarish dinamikasi**

2-rasmda Samarqand stansiyasida 2009-2021 yillarda 5<sup>00</sup> va 14<sup>00</sup> kuzatish muddatidagi havo haroratining yanvar va iyul oylarida o‘zgarish dinamikasi keltirilgan.

2-rasmdan ko‘rinib turibdiki, yanvar oyida havo haroratining yillar davomida soat 5<sup>00</sup> da -2,6 dan +2,3°C, soat 14<sup>00</sup> da +1,7° dan +8,5°C, iyul oyida soat 5<sup>00</sup> da +18,0° dan +22,4°C, soat 14<sup>00</sup> da +33,0° dan +36,7°C oralig‘ida oralig‘ida tebranib turgan.



**2-rasm. Samarqand stansiyasida 5<sup>00</sup> va 14<sup>00</sup> kuzatish muddatidagi havo haroratining yanvar va iyul oylarida yillararo o‘zgarish dinamikasi**

Termik resurslarning asosiy ko‘rsatkichi o‘rtacha havo harorati, tuproq yuzasi haroratidir. Yalang tuproq sirtining harorati yozda katta qiymatlarga: tropiklarda 82°C, O‘rta Osiyoda 77-79°C, 60° sh.k. da 60°C gacha haroratga ega bo‘ladi. O‘simlik qoplami tuproqning tungi sovushini kamaytiradi. Bunda tungi nurlanish asosan o‘simliklar sirtidan yuz beradi va ular ancha kuchli soviydi. O‘simlik qoplami ostidagi tuproq esa yuqoriroq haroratga ega bo‘ladi. Biroq kunduzi o‘simliklar tuproqning radiatsion isishiga to‘sqinlik qiladi. Shunday qilib, o‘simlik qoplami ostida tuproq haroratining amplitudasi kamayadi, o‘rtacha sutkalik harorat esa pasayadi [1, 2, 3 va boshq.].

3-rasmda Jizzax meteorologik stansiyasida 5<sup>00</sup> va 14<sup>00</sup> kuzatish muddatidagi tuproq yuzasi haroratining yanvar va iyul oylarida o‘zgarish dinamikasi keltirilgan.

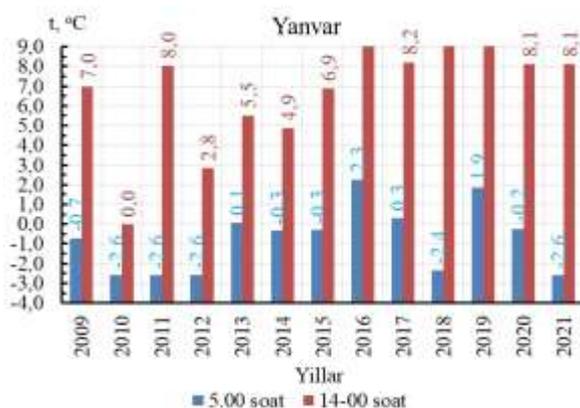
3-rasmdan ko‘rinib turibdiki, yanvar oyida tuproq yuzasi haroratining yillar davomida soat 5<sup>00</sup> da -3,5°C dan +1,1°C, soat 14<sup>00</sup> da +3,7°C dan +12,4°C gacha, iyul oyida soat 5<sup>00</sup> da +15,2°C dan +20,3°C, soat 14<sup>00</sup> da +56,2°C dan +63,8°C oralig‘ida oralig‘ida tebranib turgan.



**3-rasm. Jizzax stansiyasida 5<sup>00</sup> va 14<sup>00</sup> kuzatish muddatidagi tuproq yuzasi haroratining yanvar va iyul oylarida yillararo o'zgarish dinamikasi**

4-rasmda Samarqand meteorologik stansiyasida 5<sup>00</sup> va 14<sup>00</sup> kuzatish muddatidagi tuproq yuzasi haroratining yanvar va iyul oylarida o'zgarish dinamikasi keltirilgan.

4-rasmdan ko'rinib turibdiki, yanvar oyida tuproq yuzasi haroratining yillar davomida soat 5<sup>00</sup> da -2,6°C dan +2,3°C, soat 14<sup>00</sup> da 0,0°C dan +8,2°C gacha, iyul oyida soat 5<sup>00</sup> da +18,0°C dan +22,4°C, soat 14<sup>00</sup> da +60,6°C dan +66,7°C oralig'ida tebranib turgan.



**4-rasm. Samarqand stansiyasida 5<sup>00</sup> va 14<sup>00</sup> kuzatish muddatidagi tuproq yuzasi haroratining yanvar va iyul oylarida yillararo o'zgarish dinamikasi**

Xulosa qilib aytganda, Jizzax va Samarqand meteorologik stansiyalarida turli muddatlardagi havo harorati hamda tuproq yuzasi haroratlari yillar davomida o'zgarib turgan. Tahlil natijalari shuni ko'rsatdiki havo harorati Jizzax stansiyasida -2,2°C dan +36,7°C gacha, Samarqand stansiyasida -2,6°C dan +36,7°C gacha, tuproq yuzasi harorati esa Jizzax stansiyasida -3,5°C dan +63,8°C gacha, Samarqand stansiyasida -2,6°C dan +66,7°C gacha o'zgarib turgan.

#### Adabiyotlar ro'yxati

1. Агроклиматические ресурсы Самаркандской и Джизакской области Л.: Гидрометеоиздат, 1976. – 206 с.
2. Муминов Ф.А., Абдуллаев Х.М. Агроклиматические ресурсы Республики Узбекистан. Ташкент. САНИГМИ, 1997. – 178 с.
3. Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на гидрометеорологические процессы, агроклиматические и водные ресурсы Республики Узбекистан. – Ташкент: НИГМИ, 2007. –132 с.
4. Холбаев Г.Х., Эшмирзаев Д.Р., Эгамбердиев Х.Т. Суғориладиган худудларнинг вегетация даври иссиқлик таъминотини баҳолаш (Самарқанд ва Жиззах вилояти мисолида) Ўзбекистон География жамияти ахбороти. 64-жилд, -2023. Тошкент. -Б 202-213.
5. Eshmirzayev D., Axmuratova B.X. Jizzax MSdagi o'rtacha havo haroratining yillararo o'zgarishini tadqiq qilish // O'zbekiston Milliy universiteti talabalar va ilmiy-tadqiqotchilarining ilmiy

konferensiyasi / mavzusidagi ilmiy-amaliy anjuman materiallari. Toshkent, 2022. -B. 102-103.

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

7. Xolbayev G.X., Egamberdiyev H.T., Quziyev J., Eshmirzayev D.R. Transchegaraviy hududlarda termik resurslarning davriy o‘zgarishini baholash (Jizzax va Sirdaryo viloyatlari misolida). Markaziy osiyo va qo‘shni mintaqalardagi transchegaraviy hududlar: hamkorlik imkoniyatlari va muammolari. Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. II QISM. Samarqand, 2022-yil 5-6-may. –B. 142-146.

8. Eshmirzayev D., Xolbayev G. Turli muddatlarda havo haroratining o‘zgarishi (Sirdaryo meteorologik stansiyasida misolida). “Iqlim o‘zgarishi sharoitida arid hududlar suv resurslari: muammolar va ularning yechimlari” mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. Toshkent, 2023 yil 20-oktabr. -B. 69-73.

9. Eshmirzayev D.R., Xolbayev G.X. Jizzax meteorologik stansiyasida turli muddatlarda havo haroratining o‘zgarishi. “Geografik tadqiqotlar: Innovatsion g‘oyalar va rivojlanish istiqbollari” III Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya. Toshkent. 2023 yil 5-6 may. -B. 8-13.

10. Kholbaev G., Egamberdiev Kh., Kuziev J., Kazakbaeva A., Eshmirzaev D., Kholbaeva K., Babajanova G. The Effect of Air Temperature and Relative Humidity to Winter Wheat Growth during Vegetation Period in Uzbekistan. Nature and Science. 2022; 20(4):47-55]. URL: <http://www.sciencepub.net/nature>. DOI -10.7537/marsnsj200422.06.

11. Kholbaev G., Egamberdiev Kh., Eshmirzaev D. The Monitoring of Changes in Meteorological Quantities in Different Periods. Nature and Science, 2023, 23(6):51-58]. ISSN1545-0740(print); ISSN2375-7167(online). URL: <http://www.sciencepub.net/nature> 07. DOI - 10.7537/marsnsj210623.07.

12. Mohammad Reza Kousari & Mohammad Amin Asadi Zarch. Minimum, maximum, and mean annual temperatures, relative humidity, and precipitation trends in arid and semi-arid regions of Iran. Arabian Journal of Geosciences. 2011. Volume 4, -PP. 907–914.

## НЕУСТОЙЧИВОСТЬ АТМОСФЕРЫ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

Янгиров А.Д.

Научный руководитель: Аухадеев Т.Р.

Казанский (Приволжский) Федеральный Университет, Казань, Россия, [ayddyangirov@stud.kpfu.ru](mailto:ayddyangirov@stud.kpfu.ru)

**Аннотация.** Исследование направлено на выявление наиболее показательных индексов для диагноза особенностей в распределении неустойчивости атмосферы на основе общедоступных данных глобального реанализа. В работе рассматриваются основные индексы неустойчивости атмосферы по территории России. Получены карты пространственного распределения индексов неустойчивости, выявлены основные закономерности их пространственно-временного распределения.

**Ключевые слова:** неустойчивость атмосферы, реанализ NCEP/NCAR, изменение климата.

## INSTABILITY OF THE ATMOSPHERE IN RUSSIA

Yangirov A.D.

Scientific supervisor: Auhadeev T.R.

Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russia, [ayddyangirov@stud.kpfu.ru](mailto:ayddyangirov@stud.kpfu.ru)

**Abstract.** The study is aimed at identifying the most indicative indices for diagnosing features in the distribution of atmospheric instability based on publicly available global reanalysis data. The paper examines the main indices of atmospheric instability across the territory of Russia. Maps of the spatial distribution of instability indices were obtained, and the main patterns of their spatio-temporal distribution were revealed.

**Keywords:** atmospheric instability, NCEP/NCAR reanalysis, climate change.

Решающими факторами от которых зависят параметры неустойчивости атмосферы выступают, во-первых, широта, ввиду того, что на единицу земной поверхности на различных широтах поступает разное количество солнечного тепла, тем самым тропики и субтропики прогреваются гораздо сильнее чем умеренные, приполярные и полярные районы [1]. Во-вторых, сезон года, летом неустойчивость атмосферы выражена лучше по

сравнению с зимним периодом года. В-третьих, фактором неустойчивости также могут быть некоторые локальные особенности, такие как топография региона, наличие водоемов, преобладающие ветра и т.д. [2].

Неустойчивость атмосферы можно интерпретировать различными расчетными показателями. В частности, в данной работе для численного описания пространственно-временного распределения неустойчивости атмосферы был использован индекс Total Totals Index (ТТ).

В годовом ходе неустойчивости атмосферы отмечаются сезонные особенности. В зимний период высокие значения индекса атмосферы ТТ наблюдаются в тропических и субтропических регионах Земного шара, особенно данный эффект выражен над океанами. В полярных районах неустойчивость атмосферы сравнительно низкая, в целом, летом неустойчивость атмосферы на суше слабее, нежели над океаном, однако в зимний период значения неустойчивости выравнивается, как на суше, так и над океаном [3].

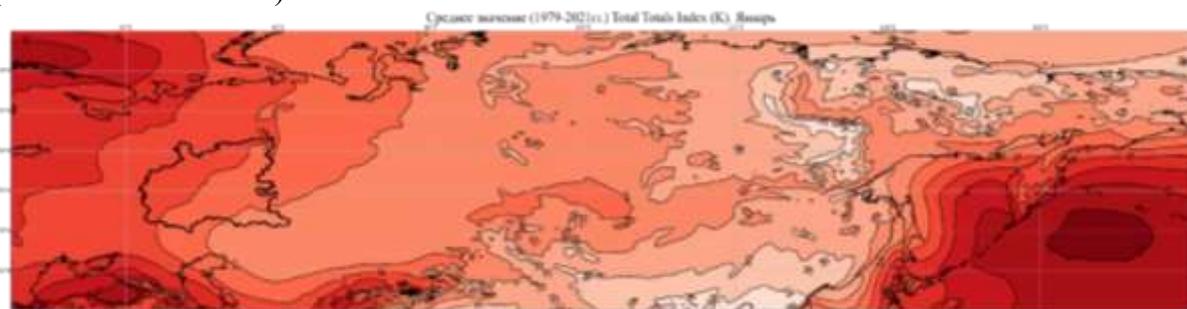
Весной в средних широтах и в полярном регионе неустойчивость атмосферы начинает постепенно усиливаться. Тропические и субтропические широты также остаются сильно неустойчивыми [2].

В летние месяцы в средней полосе неустойчивость атмосферы достигает пика своего развития. В районах с высокой повторяемостью сильной неустойчивости отмечаются высокая повторяемость гроз и ливней – преимущественно это районы тропиков и субтропиков, однако под влиянием конвекции – процессы проникают и в северные, умеренные районы [4].

Осенью характерна слабовыраженная неустойчивость атмосферы в средних широтах, по мере уменьшения солнечного тепла. Тропические и субтропические регионы остаются также неустойчивыми, но не так выражено, как в летний период. В полярных районах неустойчивость снова становится слабой [5].

Результаты и обсуждение. Оценка параметров неустойчивости предполагает учет вертикального градиента температуры. В качестве основного источника данных вертикальной стратификации атмосферы выступают данные аэрологического зондирования. Однако, в силу редкой сети аэрологических станций и неравномерности покрытия ими территории Российской Федерации в настоящей статье предпринята попытка оценки параметров неустойчивости на основе данных реанализа NCEP/NCAR.

На рис. 1 представлена карта распределения индекса ТТ в январе. Как мы уже выяснили зимой в умеренных широтах неустойчивость атмосферы будет весьма незначительной. По карте (рис. 1) видно, что на всей территории от Урала и до Дальнего Востока по полученным значениям индекса ТТ видно, что они не входят даже в градацию (значения ниже 40 К).



**Рис. 1. Среднее многолетнее распределение за период 1979-2021 года в январе индекса Total Totals (К)**

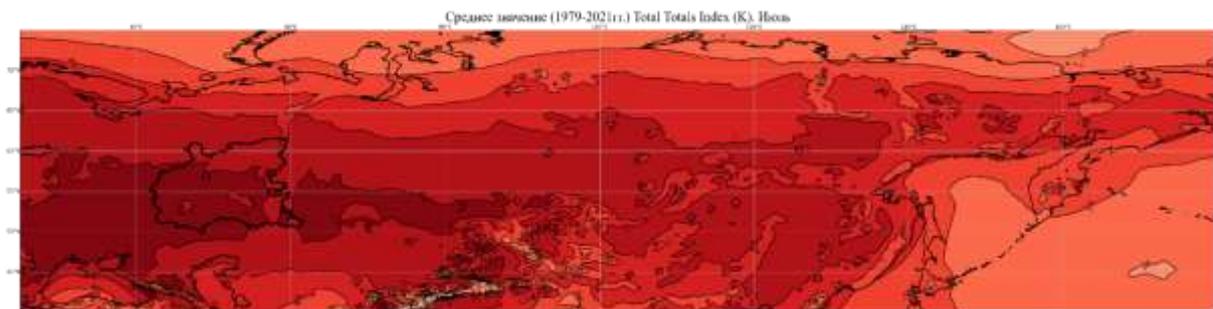
Слабая неустойчивость атмосферы (ТТ от 40 до 45К) наблюдается только в районе Черного моря и небольших районах Восточного Причерноморья – предгорьях Большого Кавказа, индекс ТТ достигает 42 К. Другой регион с индексом ТТ выше 40 является Северо-Западная часть ЕТР – к северо-западу от линии Смоленск - Москва – Архангельск. Данная закономерность распределения индекса объясняется влиянием теплых воздушных масс,

приходящих с запада, а именно с Атлантического океана, с его теплым океанским течением – Гольфстримом.

Согласно отмеченным выше особенностям, вся Западная Сибирь, Восточная Сибирь и Дальний Восток имеют крайне низкие значения индекса ТТ, ниже 40 К, в некоторых регионах индекс ниже 30 К, особенно выделяются Восточно-Сибирские хребты – Верхоянский хребет, хребет Черского, Колымское нагорье. Столь низкие значения индекса можно связать, во-первых, с широтой местности, она достаточно высокая. Во-вторых, сильным влиянием Арктических воздушных масс, который зимой приносят на данную территорию очень холодный воздух, что является очень неблагоприятным для развития неустойчивости.

В Тихом океане индекс ТТ значительно выше, чем на суше. В западной части Тихого океана индекс ТТ достигает 44 К, это самый высокий показатель из всех, что неудивительно, ведь Тихий океан один самых теплых океанов, логично полагать, что и его северо-западная часть будет также хорошо прогретой. Под влиянием Тихого океана также попадают и юго-восточная часть Охотского моря, где значения индекса также выше 40 К. А также прибрежная часть полуострова Камчатка, где индекс ТТ достигает 40 К. Распространение неустойчивости, хоть и слабый, на запад от Тихого океана препятствуют скорее всего холодные Арктические воздушные массы, а также топография региона, которая представляет собой «стену» из гор и хребтов. Так, проникновению со стороны Охотского моря препятствует Курильская гряда – цепочка островов, полностью отделяющая Охотское море от внешнего Тихого океана. Со стороны Камчатки – это цепочка молодых гор и вулканов – Срединный хребет, Восточный хребет, Корякское нагорье.

Лето (рис. 2) характеризуется тем, что практически на всей территории атмосфера становится слабо неустойчивой. Только в приполярных регионах значения индекса ТТ остаются ниже порогового значения 40 К.



**Рис. 2. Среднее многолетнее распределение за период 1979-2021 года в июле индекса Total Totals (K)**

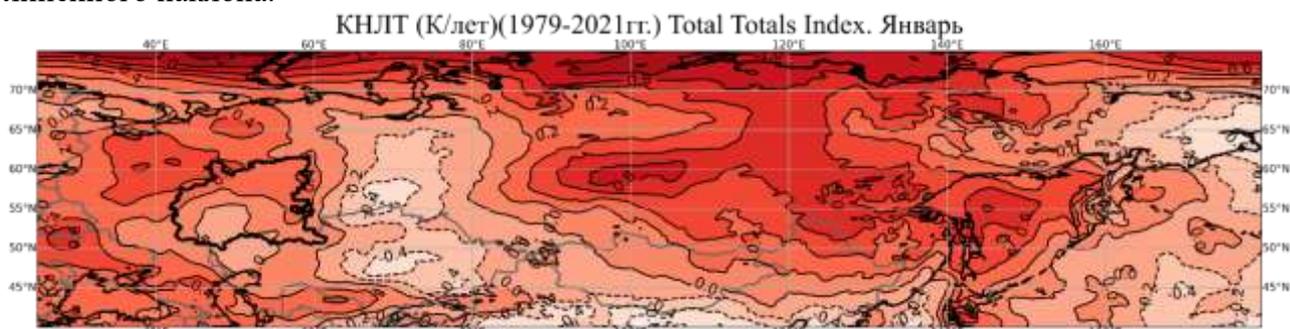
В средней полосе, включающей все южнее линии Санкт-Петербург – Киров - Пермь, а с севера: северным побережьем Черного и Азовского морей – Кума-Манычской впадиной – границей с Казахстаном, весь этот регион имеет в среднем значение индекса ТТ = 44К, что довольно близко к следующей градации 46 – 50 К – умеренно неустойчивой атмосфере.

Северо-западная часть Тихого океана наоборот характеризуется низкими значениями индекса ТТ, порядка 34 – 38 К, это ниже градации слабо неустойчивой атмосферы.

Можно отметить, что наибольшие значения индекса приходятся на весенне-летний период, именно тогда, когда на Северном полушарии наблюдается максимум поступающего солнечного света, что собственно и является катализатором конвективно-неустойчивых процессов.

Анализ временных рядов позволил выявить ряд закономерностей.

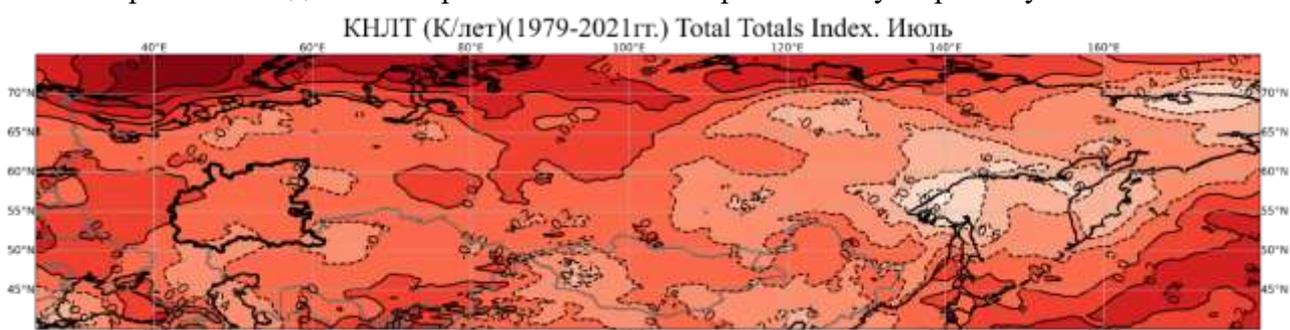
Зимой (рис. 3) значения индекса ТТ подвержены слабому изменению. КНЛТ не превышает 1.0 и для положительных, и для отрицательных значений коэффициента линейного наклона.



**Рис. 3. Распределение значений КНЛТ за период 1979-2021 года в январе для индекса Total Totals (К/10 лет)**

На всей Европейской части России КНЛТ варьируется от 0.0 до 0.6 К/10 лет, наблюдается слабый рост. В Западной Сибири и Средней Азии, наоборот наблюдаются отрицательные значения коэффициента изменений -0.4 К/10 лет. Наиболее сильный рост отмечается в Центральной и Восточной Сибири, максимальный рост 0.8 К/10 лет в районе плато Путорана. Аналогичные слабоположительные изменения (до 0.6 К /10 лет) фиксируются в акватории Охотского моря. В районе Приморья изменения околонулевые. Северо-западная часть акватории Тихого океана, Камчатка и прибрежные районы Чукотского полуострова подвержены слабоотрицательному изменению КНЛТ до -0.4 К/10 лет. Наиболее сильный рост коэффициента отмечается в приполярных районах страны и акватории Северного Ледовитого океана (до 1.0 – 1.2 К /10 лет).

Летом (рис. 4) поле изменений КНЛТ, в сравнении с другими периодами года, практически однородное на всей территории России – значения линейного коэффициента колеблется от слабоотрицательных, -0.2 К/10 лет, до слабоположительных – 0.2 К/10 лет. Лишь очагами наблюдаются, сравнительно более отрицательные значения КНЛТ до -0.8 К /10 лет в районе западного побережья Охотского моря и на полуострове Чукотка.



**Рис. 4. Распределение значений КНЛТ за период 1979-2021 года в июле для индекса Total Totals (К/10 лет)**

Наибольшие значения индекса ТТ приходятся в основном на летний период, когда практически достигается граница слабо неустойчивой и умеренно неустойчивой атмосферы. Наиболее сильные изменения значений КНЛТ претерпевают преимущественно в зимне-весенний и осенне-зимние периоды года, тогда как летом наблюдается преимущественно статическая картина, без сильных колебаний.

Сезонное распределение индекса Total Totals (рис. 1-2). Для территории России характерна слабая конвективная неустойчивость. Наблюдается некоторая динамика, в разные сезоны неустойчивость может усиливаться или ослабевать. Наиболее сильная неустойчивость на территории России наблюдается в летний период, а наименее сильная в

зимний период года. В весенний период происходит усиление неустойчивости, а осенью, наоборот ее ослабление. Все это происходит в связи с увеличением в весенне-летний период поступления тепла и ее ослаблением в осенне-зимний период.

Динамика многолетней изменчивости значений индекса Total Totals (рис. 3-4) складывается следующая: наиболее сильные положительные изменения наблюдаются в холодный (зимний) период года, а также в переходные (весенний и осенний). В летний - практически нулевая, либо слабоотрицательная изменчивость.

### Список литературы

1. National Oceanic and Atmospheric Administration. URL: <https://forecast.weather.gov/glossary.php?word=Total-Totals+index> (дата обращения: 05.03.2024).
2. Wallace J. M. and P. V. Hobbs. Atmospheric Science: An Introductory Survey // Academic Press, 2006. – 2nd ed. - P. 504.
3. Holton J. R. and G. J. Hakim. An Introduction to Dynamic Meteorology. – Academic Press, 2012. - 5th ed. – P. 552.
4. Peixoto J. P. and A. H. Oort. Physics of Climate. – American Institute of Physics, 1992. – P. 520.
5. Trenberth K. E. Atmospheric Circulation Systems: The Global Atmosphere and Precipitation. – Cambridge University Press, 1995. – P. 602.

## ВЛИЯНИЕ МАКРОЦИРКУЛЯЦИОННЫХ МОД НА РЕЖИМ ВОЛН ТЕПЛА В ЕВРОПЕ

Шайхуллин В.Р.

Научный руководитель: Николаев А.А.

Казанский (Приволжский) Федеральный Университет, Казань

**Аннотация.** В настоящее время такие явления, как волны тепла являются трудно прогнозируемыми, а в условиях глобального изменения климата Земли необходимо понимание механизмов, влияющих на процесс его формирования, а также выявление причинно-следственных связей для дальнейшего совершенствования методов атмосферных процессов различных масштабов. Помимо этого, трудности возникают в прогнозировании изменений индексов макроциркуляционных мод, которые, в свою очередь, являются едва ли не основным климатообразующих факторов, в том числе и на территории Европы.

**Ключевые слова:** волны тепла, макроциркуляционные моды, реанализ NCEP/NCAR, изменение климата, Европа.

Shaikhullin V.R.

Scientific supervisor: Nikolaev A.A.

Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan

**Abstract.** Currently, phenomena such as heat waves are difficult to predict, and in the context of global climate change on Earth, it is necessary to understand the mechanisms influencing the process of its formation, as well as to identify cause-and-effect relationships for further improvement of methods of atmospheric processes of various scales. In addition, difficulties arise in predicting changes in the indices of macrocirculatory modes, which, in turn, are almost the main climate-forming factors, including in Europe.

**Keywords:** heat waves, macrocirculatory modes, NCEP/NCAR reanalysis, climate change, Europe.

**Введение.** Волна тепла - значительное потепление, распространяющееся в определенном направлении, связанное с адвекцией теплой воздушной массы.

Порогом аномальной температуры считается ее превышение на 5 °С, поэтому для предварительной оценки последствий жары был использован именно этот показатель. Аномальная жара в июле 2010 г. затронула почти все регионы ЦФО, часть регионов

Приволжского федерального округа, Санкт-Петербург и Вологодскую область на северо-западе [2].

Исходными данными данной работы являются среднесуточные данные реанализа температуры воздуха с шагом сетки  $2,5^{\circ} \times 2,5^{\circ}$  NCEP/NCAR [6] и среднемесячные значения индексов [5].

Для оценки влияния циркуляционных мод на волны тепла и холода был произведён расчёт корреляции, путём сопоставления двух рядов данных: среднегодовые значения индексов и количество определённых волн тепла за каждый год в период 1979-2023 гг. С учётом известного количество степеней свободы выборки, был определён  $t_n = 2,01$ , следовательно, предельно допустимые значения коэффициента корреляции  $\pm 0,29$ . На основе проведённого анализа были составлены карты корреляционного анализа.

В работе были исследованы следующие макроциркуляционные моды: Северо-Атлантическое колебание (NAO), Восточно-Атлантическое колебание (EAO), Скандинавское колебание (SCAND), Арктическое колебание (AO), Полярное колебание (POLAR) и Восточная Атлантика – Западная Россия (EAWR). Далее представлено описание и причины исследования этих мод.

Северо-Атлантическое колебание (NAO) – явление крупномасштабного взаимодействия атмосферы и океана, влияющее на характер синоптических процессов и формирование погоды над внеэкваториальными широтами Северного полушария. Это явление может быть описано количественными характеристиками взаимодействия североатлантических центров действия атмосферы (Исландской депрессии и Азорского максимума). Для вычисления месячных значений индекса САК используется метод, принятый в Центре климатического анализа Мирового метеорологического центра в Вашингтоне [3].

Арктическая осцилляция (АО) - представляют в виде двух фаз: высокий и низкий индексы, то есть теплая и холодная фазы соответственно. Во время теплой фазы из Атлантического океана в Арктику приходят более теплые и соленые воды, уменьшая тем самым слой особо холодной воды, подпертой льдом. Это приводит к тому, что климатические условия в северной Европе становятся теплее и влажнее, чем обычно. В период низкого индекса, холодная свежая вода остается в заливах и бухтах северных морей, что препятствует таянию морского льда. [1].

Скандинавское колебание (SCAND) состоит из первичного центра циркуляции над Скандинавией, с более слабыми центрами противоположного знака над Западной Европой и восточной Россией / западной Монголией. Положительная фаза этого колебания связана с положительными аномалиями высоты, иногда отражающими основные блокирующие антициклоны, над Скандинавией и западной Россией, в то время как отрицательная фаза колебания связана с аномалиями отрицательной высоты в этих регионах [5].

Восточно-Атлантический тип колебания (EAO) охватывает три центра, расположенные в районах Канарских островов, Великобритании и Черного моря. В случае положительной фазы индекса степень меридиональности атмосферной циркуляции увеличивается с появлением в поле H500 мощного гребня на востоке Северной Атлантики и сопряженной с ним ложбины, протянувшейся с акватории Баренцева моря на юг в направлении западной части Средиземного моря. Отрицательная фаза индекса, наоборот, характеризуется усилением зонального переноса в восточной части Северной Атлантики и над территорией Западной Европы. Центры действия атмосферы, связанные с данным колебанием, прослеживаются во все сезоны года, незначительно меняя свое географическое положение [4].

Модель «Восточная Атлантика/Западная Россия» (EAWR) является одной из трех основных моделей электросвязи, которые влияют на Евразию в течение года. Восточно-Атлантическая/Западная Россия состоит из четырех основных центров аномалий. Положительная фаза связана с положительными аномалиями высот, расположенными над

Европой и северным Китаем, и отрицательными аномалиями высот, расположенными над центральной частью Северной Атлантики и севером Каспийского моря. [5]

Расчёт и анализ результатов. По данным реанализа NCEP/NCAR были сделаны расчёты аномалий температуры для каждой точки координатной сетки. После этого были найдены количество волн и их интенсивность. Под интенсивностью понимается средняя аномалия волны тепла выраженная в °С/день. Имея данные рядов количества дней волн тепла зафиксированных за год и значений индексов колебаний был рассчитан коэффициент корреляции так же для каждой точки координатной сетки. Следующим шагом было графическое изображение результатов в виде пространственного распределения интенсивностей волн тепла, а также области значимой корреляции.

Рассматривая пространственное распределение коэффициента корреляции между волнами тепла и значениями индекса NAO можно заметить, что наибольшая площадь, где прослеживается взаимосвязь, располагается на территории России. Крупнейшие области находятся на Северо-западе России и в районе Среднего Поволжья и Урала, а также в южной части Восточно-Европейской равнины, на побережье Азовского и Черного морей, между реками Днепр и Волга. Более мелкие очаги “разбросаны” по остальной территории Европы. В частности, видны очаги на юге Финляндии, в южной части п-ва Скандинавия, на п-ве Ютландия и на о-ве Великобритания. Стоит отметить, что зависимость на территории России обратная, а в остальной Европе прямая. Из этого следует, что с ростом значения индекса NAO в Европе увеличивается количество дней аномальной температуры, обратная картина наблюдается в России, с ростом значения индекса NAO количество дней волн тепла уменьшается.

Оценивая пространственное распределение коэффициента корреляции между волнами тепла и индексом АО, можно заметить, что есть несколько обширных зон взаимосвязи. Одна из них занимает территорию Западной Европы от центра о-ва Великобритания до юга Иберийского п-ва, огибая Альпийские горы. Вторая, самая крупная, занимает практически всю территорию Центральной и Восточной Европы, широтный диапазон этой зоны от 42 до 55 параллели. Значимая корреляция прослеживается и севернее, а именно на территории севера Скандинавского и Кольского п-вов. Отдельные очаги определяются на Среднем Поволжье, Южном Урале и на побережье Финского залива. Во всех рассмотренных областях корреляция прямая, соответственно в них с ростом значения индекса АО растёт и количество дней волн тепла.

Следующей была рассмотрена корреляция со значениями индекса SCAND. В данном случае небольшие области выделены на территории центральной и южной частях о-ва Великобритания, северо-западной части Иберийского п-ова, восточной части Балканского п-ова. Более обширная область находится в восточной части Среднего Поволжья и Уральских гор. Значения корреляции волн тепла и SCAND в этих областях обратная, что говорит о снижении количества дней, когда фиксировались волны тепла, при увеличении значений индекса.

При рассмотрении корреляции значений индекса ЕАО и ряда количества дней волн тепла видны три крупных области значимой взаимосвязи: на территории Скандинавского п-ова, за исключением его северных частей, от центральной Франции до п-ова Ютландия, включая Арденны и западную Германию и от севера Карпатских гор до реки Днепр. Корреляция в этих областях прямая, соответственно можно говорить о том, что с ростом значения индекса ЕАО растёт и кол-во дней волн тепла.

Пространственное распределение корреляции значений индекса ЕАВР и количества дней позволяет выделить большую область охватывающую часть территории Европейской территории России, за исключением её северо-западной части, Нижнего Поволжья и севера Кольского п-ва. Эта зона протягивается от Скандинавского п-ва и Прибалтики до Уральских гор. Выделены так же небольшие области в Центральной Европе и западном побережье Иберийского п-ва. Все описанные зоны за исключением

Центральной Европы имеют обратную взаимосвязь и со снижением значения индекса повышается количество дней волн тепла.

### Список литературы

1. Лобанов В.А. Лекции по климатологии. Ч. 2. Динамика климата. Кн. 1. В 2 кн.: учебник. – СПб.: РГГМУ, 2016. – 332 с.
2. Ревич, Б.А. Волны жары как фактор риска для здоровья населения/ Б.А.Ревич//Пульмонология. -2011. -№4 –С. 56-66
3. Ю.П. Переведенцев, И.И. Мохов, А.В. Елисеев, Теория общей циркуляции атмосферы, 2013. - 45 с.
4. Северо-Евразийский климатический центр, URL: <http://seakc.meteoinfo.ru/training/volatility> (дата обращения: 15.03.2024)
5. Центр прогнозирования климата, URL: <https://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/teledoc/scand.shtml> (дата обращения: 14.03.2024)
6. NOAA Physical Sciences Laboratory, URL: <https://psl.noaa.gov/data/reanalysis/> (дата обращения: 16.03.2024)

## CORRELATION AND COMPARATIVE ANALYSIS OF THE DISTRIBUTION OF MOIST AIR MASSES BY CLIMATIC ZONES OF THE TRANSBOUNDARY PANJ RIVER WATERSHED

Normatov I.Sh.<sup>1</sup>, Shoeva S.J.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tajik National University, Dushanbe, Tajikistan, inomnor@gmail.com

<sup>2</sup>Kulyab State University named after A. Rudaki, Kulyab, Tajikistan, zar.rahimov@mail.ru

**Abstract.** The results of correlations of the average annual precipitation and temperature values of the Western, Central, and Eastern Pamirs using data from meteorological stations of the corresponding Pamir regions are presented. It found that the coefficients of correlation of atmospheric precipitation in the western and central climatic zones are characterized by higher values than the corresponding values of the Western and Eastern meteorological stations. In the case of correlation dependencies of the average annual temperatures of climatic zones, the correlation coefficients by sufficiently high values were characterized. Based on the results obtained, it was found that the humid air mass from the Mediterranean, carried by westerly wind currents, is the main source of moisture supply in the western and central parts of the Pamirs. Due to the significant influence of mountain orography on the movement of air masses, the contribution of Mediterranean moisture to the formation of precipitation in the eastern part is negligible. The observed high values of the temperature correlation coefficients are primarily due to atmospheric and mountain-valley air mass circulations.

**Keywords:** Pamir, correlation, air mass, humidity, orography, Mountain, precipitation

The moisture of the humid air contributes to precipitation in remote areas blown by the ocean can be transported over long distances. In conditions of ongoing climate change, the ratio between sources and places of precipitation is constantly changing and plays an important role in assessing the water budget [1].

The accumulation of moisture in the Pamir Mountains is a determining factor of hydrological cycles and affects local communities due to risks and socio-economic aspects such as hydropower, agriculture, and infrastructure. Insufficient and unreliable data from natural observations do not allow an accurate assessment of moisture reserves and their temporal and spatial changes in various environments. The problems of determining the sources of moisture supply in the Central Asian region, especially its mountainous part, have been widely covered in a series of publications in recent years [2, 3].

Mediterranean moisture is considered one of the most likely sources of precipitation in Central Asia, and many ways of its penetration into the region have been proposed, not excluding the position of polar air masses and western continental winds [4, 5].

The purpose of this work is to determine the main sources of moisture supply to the climatic zones of the Pamirs by studying the mutual correlation of their precipitation values.

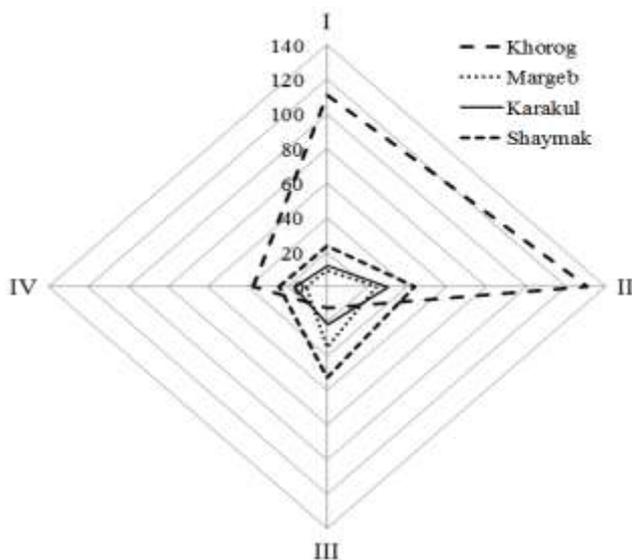
The object of the study is the meteorological conditions of the Western, Central, and Eastern Pamirs. In this regard, meteorological data from these regions, obtained from the Agency for Meteorology of the Committee for Environmental Protection under the Government of the Republic of Tajikistan, are widely used. These are, first of all, precipitation and temperature data from the meteorological stations of Khorog, Darvaz, Irkht, Khumrogi, Rushan, Karakul, and Shaimak. Statistical methods, Pearson, Spearman, and Student correlation were widely used in data processing.

The spatial change of humid air from west to east occurs according to the mechanism of its gradual relief along the route as a result of the mixing of warm air mass with local cold air and precipitation formation. The maximum amount of precipitation in the western Pamirs falls in spring, and in the east of the Pamirs, it falls in summer [6].

It was previously shown that at lower altitudes of the western Pamirs (Darvaz, Khumrogi), precipitation falls mainly in liquid form and a small snow cover does not last long, and with increasing altitude, precipitation in the solid phase begins to prevail. Changes in snow cover at lower altitudes are mainly due to an increase in precipitation in the form of rain, [7].

The seasonal distribution of average annual precipitation by the Eastern Pamirs meteorological stations in comparison with the Khorog meteorological station is presented.

As follows from Fig. 1 at the Khorog meteorological station, reflecting the meteorological conditions of the Western Pamirs, precipitation is observed mainly in winter and spring.



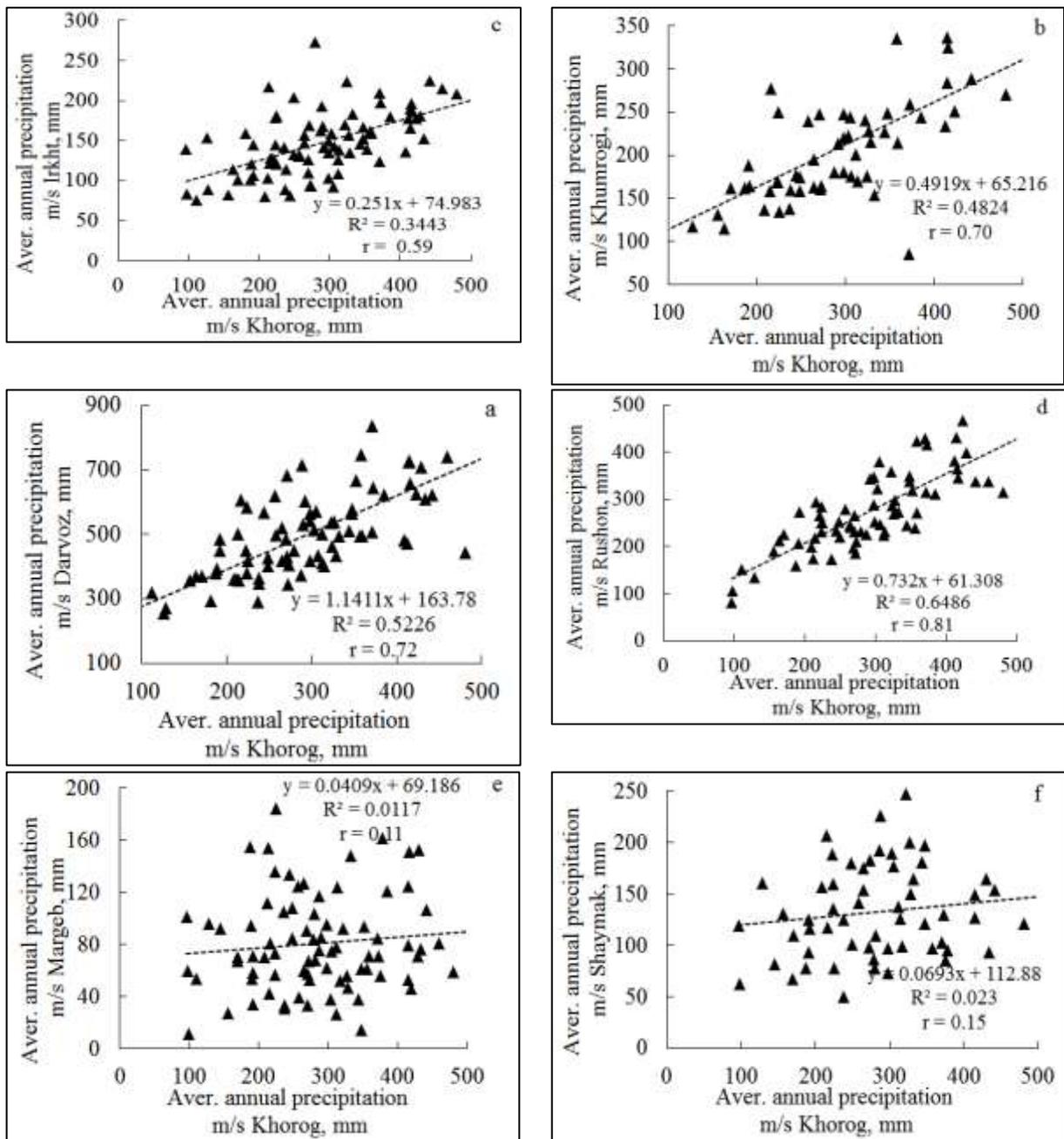
**Fig. 1. Seasonal distribution of average annual precipitation according to the Eastern Pamirs meteorological stations data and the meteorological station**

**Khorog (Western Pamir).** According to the meteorological stations Margeb and Shaimak precipitation in Eastern Pamir mainly occurs in the summer. The data of the meteorological station Karakul of the Eastern Pamir do not show a clear origin of precipitations by season, and more noticeable precipitations occur in spring and summer.

The Margeb and Shaimak weather stations are at a sufficient height above sea level is located, however, they are characterized by a non-significant depth of snow cover, and this is because the high ridges of the mountain systems of the central Pamirs become an obstacle to the penetration of moist western air masses from the Mediterranean into the eastern part.

This suggests that both humid air masses from the Mediterranean and the summer Indian monsoons contribute to the formation of atmospheric precipitation in the dry and cold climatic zones of the Pamirs, depending on the season of the year.

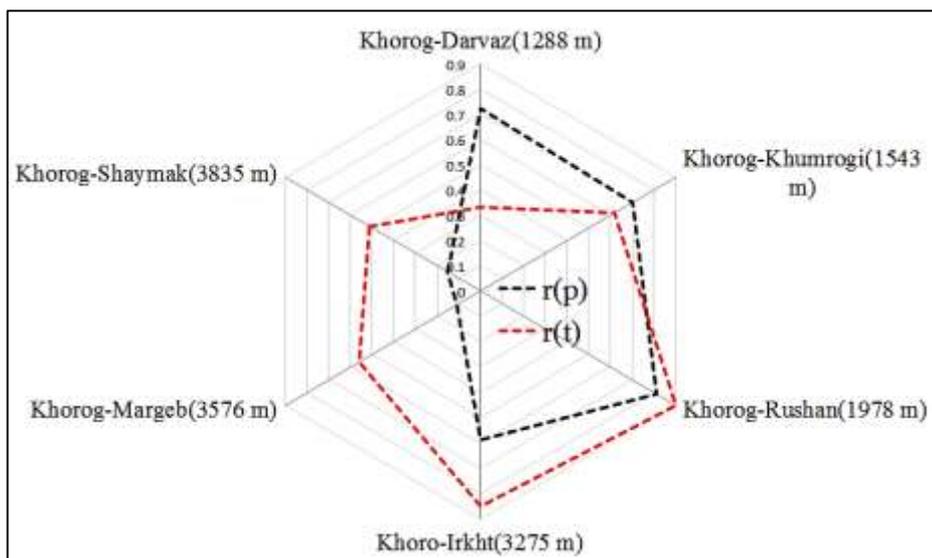
Fig. 2 and Fig. 3 show, respectively, the correlation dependences of precipitation values of the Pamir climatic zones and a diagram of the values of the correlation coefficients between the average annual precipitation and temperatures in the western, central, and eastern climatic zones of the Pamirs.



**Fig. 2. Correlation of average annual precipitation values of the Western (m/s Khorog), Central (m/s Rushan, Irkht, Khumrogi) and Eastern Pamirs (Margeb, Shaimak)**

It can be seen from the diagram in Fig. 3 that the correlation coefficients for average annual precipitation of the western and central climatic zones are very high and confirm that these climatic zones are provided by the same type of moist air mass – the air mass from the Mediterranean transported by western flows. A completely different picture in the correlation dependences of precipitation of Western and Eastern meteorological stations whose correlation coefficients range from 0.1-0.2. The correlation coefficients of the average annual temperature values of the Pamir climatic zones, as follows from the diagram in Fig. 3, vary between 0.5-0.9 (except Darvaz due to the altitude factor) regardless of the climatic zones.

The spatial distribution of temperature reacts little to the orographic features of the terrain in comparison with atmospheric precipitation and is determined by atmospheric and valley-mountain air mass circulations.



**Fig. 3. The correlation coefficients of average annual precipitation ( $r(p)$ ) and temperatures ( $r(t)$ ) of meteorological stations in the Western, Central and Eastern Pamirs**

### References

1. Pohl E. Remote Sensing-Based Assessment of the Variability of winter and summer Precipitation in the Pamirs and Their Effects on Hydrology and Hazards Using Harmonic Time Series Analysis // *Remote Sens.*, 2015. 7:9727-9752.
2. Aizen V. B. Isotopic measurements of precipitation on central Asian glaciers (southeastern Tibet, northern Himalayas, central Tien Shan) // *J. Geophys. Res.*, 1996. 101:9185–9196.
3. Kreutz K. J. Seasonal deuterium excess in a Tien Shan ice core: influence of moisture transport and recycling in Central Asia // *Geophys. Res. Lett.*, 2003. 30:21–24.
4. Pang H. Influence of regional precipitation patterns on stable isotopes in ice cores from the central Himalayas // *Cryosphere*, 2014. 8:289–301.
5. Peel M. C. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification // *Hydrology and Earth System Sciences*, 2007.11:1633–1644.
6. Normatov I. Sh., Frumin G.T., Homidov A. Seasonal and altitude fluctuations of stable isotopes of the Western and Central Pamirs surface waters. *Gidrometeorologiya i Ekologiya //Journal of Hydrometeorology and Ecology*, 2022. 67: 230–242. (in rus).
7. Normatov I., Normatov P. Climate change impact on hydrological characteristics and water availability of the Mountain Pamir Rivers // *Proc. IAHS*, 2020. 383: 31–41.

### GLOBAL WARMING CLIMATE: WHAT NEXT?

Rafikov V.A.

Institute of Seismology, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,  
Tashkent, Uzbekistan, e-mail: uz-hydrolog@mail.ru

**Abstract:** the information is given about possible ecological and social-economic consequences of the global climate change. In this connection, the importance of the timely development of the relevant measures, which will make it possible to avoid the catastrophic manifestations or to minimize them, is emphasized.

**Keywords:** global warming, drought, glacier degradation, climate and ecology, greenhouse effect, green economy

**Global warming** is not a myth, it's an emergency. According to the World Meteorological Organization (World Meteorological Organization - United Nations specialized intergovernmental agency in the field of meteorology. Founded in 1950.) The next five years may be the hottest in the history of observations. In addition to rising temperatures, rainfall patterns will also change: for example, increased rainfall is projected in northern Siberia and droughts are expected over the Amazon and parts of Australia. The Maldives and Holland will be swept off the face of the Earth by rising water levels. And the only way to solve this problem is through human resources: time and money.

**Why do climate problems affect everyone?**

**Global warming** is a gradual increase in the temperature of the planet itself, which is already rising several degrees, and is most intense in the Arctic. If for a person a temperature increase of +2 degrees is a pleasant weather surprise, then for the planet it means:

- **The disappearance of perennial ice.** This will cause the temperature of the planet to rise even more, as large spaces will open up;

- **Rising sea level.** Experts stick to the figure of 50-70 cm. For humans, these are negligible indicators, but for the climate - a disaster and the risk of loss of continents and islands;

- **Glacier Degradation.** This means, for example, the gradual destruction of Greenland;

- **There will be no permafrost.** In many countries, roads, overpasses, airfields, infrastructure are built on permafrost, piles pushed into the ground. Which means everything's gonna start to fall apart;

- **Environmental Problems.** Climate and ecology are closely related. Climate change has destroyed about 70 per cent of the world's forests and about 90 per cent of the world's large fish stocks. Wetlands have been reduced, on the verge of the total destruction of more than a million species of animals and plants;

- **New Diseases.** Because of changing weather conditions, animals and insects will begin to migrate. Experts [1] are confident that malaria will take over those northern areas where it has never been before.

Over the last 100 years, the temperature of the Earth has increased by 0.86 degrees Celsius. For comparison, in the ice age, when there were completely different atmospheric processes, the average temperature was +11, which is different from today's 4 degrees. It is believed that until the temperature changes by 2 degrees, humanity will live in the usual system, and then there will be global changes.

Climatologists are confident [1] that already in the next century our children and grandchildren will live in a completely different world if no action is taken today. For example, by the beginning of 2100, small island States will be submerged and Saint Petersburg will be under threat.

The rise of the water level will be small. In the 21st century it will be one-and-a-half. For small island states like the Maldives, it's fatal. They'll be gone, protected by some dams. But in the 22nd century, the water level is projected to increase to three or even five meters.

The other side of climate change is severe drought. Scientists of the Institute of Global Climate and Ecology of the Russian Academy of Sciences (Institute of Global Climate and Ecology named after Academician Y.A. Israel RAS) conducted a risk study together with the main geophysical observatory and found that the Arctic, the South of the European part of Russia is at risk - drought may occur in these areas, which will require agricultural transformation. Megacities are also at risk because they are hotter than small cities.

«The main negative consequence of global warming is not heat waves, but a shortage of fresh water. Although it would seem that when it gets warmer - more evaporation, more evaporation - the atmosphere has more water vapor, and water vapor is the most important greenhouse gas, and there should be more precipitation. And yes, there will be more, but they will be very unevenly distributed. Where there's enough rain, there'll be more. Where there is a deficit there will be less, and droughts will be more often» [1].

Global climate change could lead to outbreaks of infectious diseases. Because of severe warming, mosquitoes can become carriers of dangerous diseases.

According to the expert [2], an increase in temperature may lead to the activation of some pathogens. These include malaria and dengue fever.

«Mosquitoes are anopheles that spread malaria. In particular, they can inhabit basements where warm water flows. In order for malaria to begin to spread, a patient, for example, from an African country, must come to the house where these mosquitoes breed in the basement. Thus, all residents of the house will be at risk. Unfortunately, there have been cases. Dengue fever is also dangerous. Previously we did not have it, but now, I'm afraid, in the southern regions it can be established».

**What influences the climate?** The responsibility of people for climate change is divided into several activities. They all came from man, and without them, the climate couldn't change at this rate.

- **Electricity.** Over 60% of the electricity on the planet is generated by burning minerals.

- **Industry.** Oil, coal and gas are used to build buildings, create goods and food, and extract new minerals.

- **Deforestation.** Every year, about 12 million hectares of trees disappear for the benefit of construction sites, pastures and fields. Deforested forests stop extracting carbon dioxide from the atmosphere and producing oxygen.

- **Transportation.** This is one of the main «suppliers» of greenhouse gases, since most cars, ships and aircraft work on burned fuel: gasoline, diesel, kerosene and so on.

- **Excessive consumption.** A huge amount of energy is spent on the production of clothes, plastic and gadgets.

**Paris Agreement: How to Achieve Carbon Neutrality?** One area of the struggle is an international agreement, expressed in the form of protocols, aimed at limiting greenhouse gas emissions into the atmosphere. One of the most famous documents is the 2005 Kyoto Protocol. The signatory countries have taken responsibility for halting greenhouse emissions. In addition, the parties to the protocol had the opportunity to sell the quotas released to companies of other states. But the experts are sure that it was initially doomed to failure. The fact is that its quotas and figures were small and could not stop the process. It also did not include developing countries, it was not supported by the US, it entered the treaty and immediately Canada withdrew from it.

The Paris Agreement was to replace the Kyoto Protocol. It was adopted in 2015. The main objective of the document is to prevent an annual increase in world temperature by more than 2 degrees Celsius by 2100. That is why participants agreed to adopt national emission reduction plans and then update them every five years. Unlike the Kyoto Protocol, the Paris Agreement commits all States, not just developed countries, to reducing greenhouse gas emissions. Nor does the document contain specific quantitative commitments to reduce or limit CO<sub>2</sub> emissions, suggesting that each country should determine its own policy in this area.

The 197 countries of the Framework Convention on Climate Change supported the document. The United States, Syria and Nicaragua opposed the agreement.

«There must be synergy between all UN sustainable development goals. We will not solve the problem of climate change with any single ambitious solution. It is addressed through socio-economic measures: fighting hunger, improving medicine. It's all connected to everything. Yes, global warming is caused by human factors. But one must approach these issues in a competent and balanced manner. Whether or not an environmental catastrophe will occur is a question, but if we do not approach the problem wisely, the economic catastrophe will come precisely. Let us not forget that the common vector of all UN sustainable development goals is the quality of life of people. It is this factor that is driving us in the right direction. The Paris Climate Agreement should be adhered to, but each country should follow its own path and speed» [3].

According to forecasts by 2050, humanity should spend 9% of the country's GDP annually to reach carbon neutrality. Frontal investment is even higher – 12% of GDP – and this could lead to a gradual collapse of the economy.

It is believed that the «green economy» will also affect the lives of ordinary citizens: large groups of the population will suffer due to the decline in GDP and restructuring.

«Drivers make up the largest professional group in the world – a few hundred million people. And imagine that in the foreseeable future the world will begin to drive self-driving cars, and these few hundred million drivers will be out of work. Question: “Can they be trained as programmers, neuroscientists, biophysicists, nuclear scientists?” If they couldn't do it when they were young, it's unlikely they can do it now. Imagine the enormous burden that will be placed on the entire social sphere, and therefore on the economy. Progress does not always bring only positive things, but also creates new challenges, often terrible, to which one must be prepared.

We are not ready for those transformations that take place in scientific and technological progress» [4].

In the idea of switching to electric cars: «The longer a car is used, the less new it takes, the less metal, plastic, resources, energy and so on. What is an electric car? It's the same trolley bus, only small and without wires. The run of the Russian (according to the Ministry of Transport of the Russian Federation) trolleybus to the first repair - 600 thousand kilometers, and drove two million kilometers. Are there electric cars that can do at least 600,000? If we're moving to new technologies, shouldn't we create a car that can run 600 grand like a trolley bus? It's technologically possible, but why don't industrialists do it? Because this is the most difficult technological transition, because the automotive industry is not so profitable. Here without political decisions, without the state to transfer the automotive industry to a new mode of functioning is almost impossible. And business doesn't want to do that, because business makes money. Are we consumers ready to move to a new mode of consumption for these products? Are we ready for a minimally repaired car to go for decades? We are not ready because the world is still in a state of consumer race» [5].

**How can we help the climate?** Experts see several ways to solve the problem: compliance with international protocols, adaptation, or geoengineering. The last is the most difficult and expensive. Geoengineering involves the introduction of new innovative technologies into nature. In Israel, for example, every tree has a water pipe. Experts track when and how much water is required. According to unconfirmed data, this method of irrigation saves 50% of water, but to implement it, it was necessary to create a single water system that covers the whole country [7].

Another way - sustainable adaptation – is supported by some environmentalists.

But there are those who do not support adaptation. Eco-activists believe that there is a need to change the general attitude towards ecology and climate change. To do this, it is proposed to change their consumption behavior. For example, to buy less products and goods, to give preference only what is really needed. It is also believed that many of the things we buy are not produced in an environmentally friendly way, but with harmful effects on the environment. They used natural resources (including non-renewable resources) that will return to nature only as garbage.

In many countries, eco-labelling is practised and promoted by the State. The idea is that the enterprise that wants to be eco-labelled introduces eco-standards. For example, makes a phosphate-free product or releases it in a recyclable package. After that, the company applies to the certification body - an independent organization that checks the product or service for compliance with the requirements of the standard and issues an environmental certificate. For example, in China, the eco-labelling programme operates at the state level [6].

One person is not enough to save the planet from pollution and heating. In a few decades, the world may change beyond recognition, and the cities and countries that tourists love will be submerged. Experts believe that it is impossible to stop climate change without the help of the state. According to experts, it is up to the authorities to create a climate agenda in the country, to instill in citizens the habit of environmentally friendly consumption, to solve the problem of unemployment in case of transition to a low-carbon economy. But it will take a lot of time and a lot of money.

## References

1. Kokorin A. O., Smirnova E. V., Zamolodchikov D. G. Climate change. – M.: World Wildlife Fund (WWF), 2013. – 220 P.
2. Nikiforov V.A. Modeling the dynamics of CO<sub>2</sub> in a fresh water body. – M.: Water resources. 2004. №2. – PP. 132-135.
3. Porfiryev B.A. Modeling the global cycle of DDT. – M.: Meteorology and hydrology. 2017. №2. – PP. 37-45.
4. Kalashnikov S.N. Washing out pollutants from the atmosphere. – M.: Meteorology and hydrology. 2008. №10. – PP. 66-72.

5. Fadeev V.G. Receipt of pollutants from the atmosphere with precipitation in the Southern Baikal region. – M.: Meteorology and hydrology. 1991. №1. – PP. 48-54.
6. Gracheva Yu. Absorption of CO<sub>2</sub> by Russian forests. – M.: Meteorology and hydrology. 2013. №1. – PP. 5-14.
7. Rafikov V.A. Theoretical and scientific foundations for studying the problem of interaction between nature and society and their consequences for the purposes of environmental safety. – Tashkent. News of the Geographical Society of Uzbekistan. 2010. №35. – PP. 19-22.

---

---

**2-ШЎБА. ИҚЛИМ ҲАВВАРИШИ ШАРОИТИДА СУВ ОБЪЕКТЛАРИНИНГ  
ГИДРОЛОГИК РЕЖИМИ, ТРАНСЧЕГАРАВИЙ СУВ РЕСУРСЛАРИДАН  
ҲАМКОРЛИҚДА ФОЙДАЛАНИШ МУАММОЛАРИ**

**2-СЕКЦИЈА. ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ В  
УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА, ПРОБЛЕМЫ СОТРУДНИЧЕСТВА В  
ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТРАНСГРАНИЧНЫХ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ**

**SECTION 2. HYDROLOGICAL REGIME OF WATER OBJECTS UNDER CLIMATE  
CHANGE, PROBLEMS OF COOPERATIVE USE  
OF TRANSBOUNDARY WATER RESOURCES**

---

---

**BUXORO VOHASIDA SUV MUAMMOLARINI BARTARAF QILISHDA  
SUV OMBORLARINING AHAMIYATI**

Abbasov S.B.<sup>1</sup>, Mirzoyeva I.E.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Samarqand davlat universiteti, O'zbekiston,

<sup>2</sup> Buxoro davlat universiteti, O'zbekiston

*Annotatsiya.* Maqolada Buxoro vohasidagi suv muammolarini bartaraf qilishda suv omborlarining o'rni hamda vohada hosil bo'lgan tashlama ko'llar to'g'risida batafsil ma'lumot berilgan.

*Kalit so'zlar:* suv ombori, ko'l, melioratsiya, zovur, gidrologik rejim, cho'l mintaqasi, ochiq karer, ekosistema, antropogen ko'l, botqoqli landshaft.

**ЗНАЧЕНИЕ ВОДОХРАНИЛИЩ В ЛИКВИДАЦИИ ВОДНЫХ ПРОБЛЕМ  
В БУХАРСКОМ ОАЗИСЕ**

Аббасов С.Б.<sup>1</sup>, Мирзоева И.Э.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Самаркандский государственный университет, Узбекистан,

<sup>2</sup> Бухарский государственный университет, Узбекистан

*Аннотация.* В статье подробно рассказывается о роли водохранилищ в решении водных проблем Бухарского оазиса, а также о сбросных озерах, образовавшихся в оазисе.

*Ключевые слова:* водохранилище, озеро, мелиорация земель, канава, гидрологический режим, пустынный регион, открытый карьер, экосистема, антропогенное озеро, болотистый ландшафт.

**THE IMPORTANCE OF RESERVOIRS IN THE ELIMINATION  
OF WATER MUMMIES IN THE BUKHARA OASIS**

Abbasov S.B.<sup>1</sup>, Mirzoeva I.E.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Samarkand State university, Uzbekistan,

<sup>2</sup> Bukhara State university, Uzbekistan

*Abstract.* Article details the role of reservoirs in eliminating water problems in the Bukhara Oasis, as well as the dump lakes formed in the Oasis.

*Keywords:* reservoir, lake, reclamation, ditch, hydrological regime, desert region, open quarry, ecosystem, anthropogenic lake, swampy landscape.

O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Shavkat Mirziyoyevning "Yangi O'zbekiston Strategiyasi" asarida belgilangan suv olish limitlaridan tejab foydalanish, suvni iqtisod qiluvchi sug'orish texnologiyalarini joriy qilgan suv iste'molchilarini, rag'batlantirish hamda suv olish tartibini buzganlik uchun javobgarlikni kuchaytirish choralari ko'rish zarur ekanligi bejizga ta'kidlab o'tilmagan.

Azaldan ota-bobolarimiz suvni muqaddas ne'mat bilib, uning har tomchisidan samarali va tejamli foydalanishgan. Chunki, suv resurslarining miqdori va sifati jamiyatning barqaror ijtimoiy va iqtisodiy rivojlanishini belgilaydigan muhim omillardan hisoblanadi.

Cho'l zonasidagi geokologik holatni shamollarsiz tasavvur qilib bo'lmaydi. Issiq va qurg'oqchil iqlim va yoz mavsumidagi yarim yalang'och, qaqrangan yuzalar shamol eroziyasi va cho'llanish jarayoni uchun qulay imkoniyatdir. "Qum bosish" davrining (1850-1941-yillar) bo'lganligi ushbu makon tarixidagi mudhish haqiqatdir. Shamollar aksariyat shimol tomondan esadi. "Faol shamollar" (4 m/s dan yuqori) yoz oylarida kuchayadi. Tezligi 15 m/s va undan ortiq bo'lgan shamollar bir yilda 9 -11 kun (vegetatsiya davrida) takrorlanadi. Ular quruq va issiq garmselning salbiy ta'sir kuchini oshiradi va madaniy ekinlar hosiliga ofat keltiradi. Hududda ko'chma qumlarning katta maydonlarining bo'lishi ham bevosita shamollar faoliyati oqibatidir. Yuqorida qayd qilinganidek, viloyatda mahalliy ichimlik suv manbalari yo'q. Viloyatda yagona suv manbai, 1962-1975 yillarda qurilgan Amu-Buxoro mashina kanalidir. Kanal orqali Amudaryodan har yili 4,2 - 4,8 km<sup>3</sup> suv olinadi va relyef nishabligiga teskari yo'nalishda Buxoro Qorako'l, Qorovulbozor vohalariga oqiziladi. Vohalar hududida hosil bo'ladigan zovur, oqava suvlar esa zovurlar orqali cho'l zonasidagi pastqamliklarga tashlanadi. Faqat Porsonko'l orqali ularning bir qismi Amudaryo o'zaniga tashlanadi, xolos.

Cho'l mintaqasida joylashgan Buxoro xalqi uchun doimo ichimlik va sug'orma suvlar alohida ahamiyat kasb etgan. Buxoro viloyatida qo'riq yerlarni qishloq xo'jaligi ekinlari uchun o'zlashtirish, ko'pchilik tumanlarda keyingi yillarda urf bo'lib qolgan ko'p suv talab qiladigan sholi ekish, melioratsiya va sug'orish ishlari rejasiz qilinganligi natijasida viloyatda zovur suvlarni tashlaydigan ko'llar soni oxirgi yillarda son jihatdan ortib bormoqda. Masalan, Dengizko'l, Qoraqir, Oyoqog'itma, Tuzkon (Zamonbobo) Xadicha, Zikri, Devxona, Qumsulton shular jumlasidandir. Hidrologik rejimning buzilishi tabiiy ekosistemalarga ta'sir etib, gidrofil qush turlarining yashash muhitlarini, tur tarkibini o'zgarishiga olib keldi. Viloyatda hosil bo'lgan ko'llarda, suv havzalarida xilma-xil suv o'tlari qamishzorlar paydo bo'ldi. Bunday namlangan joylarda turli-tuman baliq turlari bilan birga turli-tuman umurtqali va umurtqasiz hayvonlar va ba'zi bir hasharotlarning ko'payishi uchun qulay sharoit yuzaga keldi [1, 2].

Antropogen ko'llarning hosil bo'lishi insonning xo'jalik faoliyati bilan bog'liqdir. Irrigatsiya, gidroenergetika, baliqchilikni rivojlantirish maqsadlarida qurilgan suv omborlari, ekin maydonlarini sug'orishda ortiqcha suvlarning yer sirtidagi tabiiy hamda ochiq karerlar o'rnidagi botiqlarda to'planishi natijasida hosil bo'lgan ko'llar shu guruhga mansubdir. Buxoro viloyatida, antropogen ko'llar guruhini quyidagi kichik guruhlarga ajratish mumkin:

1. Suv omborlari (To'dako'l, Quyimozor, Sho'rko'l)
2. Irrigatsiya-tashlama ko'llari. (Qoraqir, Oyoqog'itma, Zamonbobo, Xadicha, Zikri, Devxona, Qumsulton)
3. Juda kichik ko'lchalar

To'dako'l suv ombori tabiiy botiqda joylashgan. Qadimgi Qashqadaryo daryosining To'dako'l irmog'i o'rnida voronkasimon chuqurlikda suv to'planib To'dako'l suv omborini hosil bo'lgan. PaleoQashqadaryoning to'rtta asosiy irmog'i Buxoro viloyati hududi tomon oqqan To'dako'l, Yomonjar, Qorovulbozor, Qumsulton. Jumladan, Qorovulbozor irmog'i panjasimon Qorovulbozor tomon oqqan qumlarga shimilib ketgan. Qumsulton irmog'i, Poykant tomon oqib, Zarafshon daryosiga qo'shilgan. To'dako'l suv ombori qadimgi Qashqadaryoning mahsuli hisoblanadi. Undan hozirgi vaqtda suv ombori sifatida foydalanilmoqda.

Ayni vaqtdagi O'zbekiston Respublikasi Vazirlar mahkamasining qarori 2021 yil 14-iyun kuni 368-son qaroriga muvofiq "Aydarko'l-Arnasoy ko'llar tizimi va To'dako'l ko'li rekreatsion ko'llar hududida 2021-2025 yillarda turizmni rivojlantirish" konsepsiyasi ishlab chiqilishi suv ombori muhofazasi va turizm salohiyatiga va unga bo'lga e'tiborning yanada kuchaytirilganligidan dalolat beradi. Suv omboridan yanada samarali foydalanish maqsadida To'dako'l atroflardagi yerlardan 50 gektar bo'sh yer maydonlari ajratilib ularni tadbirkorlarga berish yuzasidan qaror qabul qilindi. Bu esa suv ombori muhofazasi uchun alohida o'rin egallaydi. Suv havzasi qirg'oqlarida yangi texnologiyalarga asoslangan turli xildagi transportlari mavjud mini portlar tashkil etish rejada qo'yildi. Xorijiy hamda mahalliy sayyohlarni To'dako'l suv havzasi hududiga tashrif sonini oshirish hamda ular bir qancha qulayliklar yaratish maqsadida

temir yo'l stansiyalarni tashkil etilib, To'dako'l suv havzasi atrofida sanitar gigeyena shahobchalarini tashkil etish va mavjudlarini yaxshilash holati belgilandi.

Hozirgi davrda mazkur suv ombori atrofida ko'lmakli, botqoqli landshaftlar, dam oladigan maskanlar va ular bilan bog'liq infratuzilmalar barpo qilingan.

Quyimozor suv ombori shu nomli botiqda bunyod etilgan va Zarafshondan hamda Amu-Buxoro kanali orqali Amudaryodan suv oladi. Uning maydoni 6 km<sup>2</sup>, eng chuqur yeri 22,8 m, o'rtacha chuqurligi 16,8 m, suv sig'imi 350 mln m<sup>3</sup>.

Ushbu sun'iy ko'llar asosan Buxoro qisman esa, Navoiy hududiga tegishli obikor yerlarni hamda, Buxoro viloyati aholisini ichimlik suv bilan ta'minlash maqsadida barpo qilingan edi. Keyinchalik esa suv omborlari atrofida suv bilan bog'liq infratuzilmalar hamda Navoiy, Buxoro viloyati aholisi uchun dam olish maskanlari tashkil qilindi. Suv omborlarining janubi - sharqiy qismida esa Amu - Buxoro mashina kanalining ishga tushirilishi (1975y) tufayli yangi o'zlashtirilgan maskan - O'rtacho'l vohasi barpo etildi. Hozirgi kunda mazkur hudud Navoiy va Buxoro viloyatlari chegaralariga tutash bo'lgan joyda tabiiy resurslar shiddat bilan o'zlashtirilayotgan joylaridan biriga aylanib bormoqda.

Sho'rko'l suv ombori- Sho'rko'l Buxoro viloyatidagi G'ijduvon tumani va Navoiy viloyatidagi Konimex tumanlari chegarasida joylashgan. Sho'rko'l 1983 yilda ishga tushgan. Maydoni 4200 - 5000 ga, suv sig'imi 170-230 mln m<sup>3</sup>. Eng chuqur joyi 12-13 m, o'rtacha 8 m. Maksimal chuqurligi - 20 - 25 metr. Sho'rko'lga 3 ta manba Konimex, Zarafshon va Amu Buxoro kanali suv tashlaydi. Sho'rko'lning vazifasi suvni yig'ish ya'ni suv ombori vazifasini bajarib, Shofirkon tumani yerlarini yil davomida suv bilan ta'minlashdan iborat. Suv ko'lning suv o'simliklari bilan qoplanganligi 10% ni tashkil qiladi [2, 9].

Bizga ma'lumki, viloyatimiz hududi qadimdan sug'orma dehqonchilikka yo'naltirilgan bo'lib, asosan Zarafshon daryosi suvi hisobiga suvga bo'lgan talab qondirilgan. Ammo keyinchalik Zarafshon daryosining suvi Buxoro hududiga yetib kelmasligi va Zarafshon daryosining quyi oqimida yuzaga kelgan suv taqchilligi muammolari yechimi sifatida Amudaryodan suv olish, ya'ni Amu-Buxoro mashina kanalini qazish g'oyalari ilgari surilgan va bu g'oyalar amalga oshirilib muammo o'z yechimini topdi.

XIX-asr oxirlarida Zarafshonning yuqori oqimida suv omborlari barpo etish va Buxoroda Amudaryodan suv chiqarish g'oyalari paydo bo'lgan. Bu davrda Karmana tog' oraliq'i yo'lagida Zarafshon daryosining o'rtacha yillik suv sarfi (1960-yillargacha) 100-120 m<sup>3</sup>/sekundni tashkil qilgan bo'lsa, 1960-yillarning boshlarida 70 m<sup>3</sup>/sek atrofida bo'lgan xolos. Hozirgi kunda daryo suvi Navoiy viloyati hududida batamom tugaydi. Zarafshonning Buxoro vohasidan o'tgan qismi Markaziy Buxoro zovuri deb nomlangan bo'lib, oqava va zovur suvlari hisobiga oqadi. Shu sababli ham Buxoroga Amudaryodan suv chiqarish masalasiga alohida e'tibor qaratilgan va bu masala XX asrning 60-yillariga kelib uzil-kesil o'z yechimini topdi. Vohaning sug'orish sistemasi qayta qurilib, gidroinshootlar ko'paytirildi. Zarafshon daryosi bo'ylab "Oq va Qoradaryo suv ayirg'ichi", "Xarxo'r", "Shoxrud", "Shofirkon" va boshqa yirik gidrouzellar qurildi. [2, 4]

Buxoro viloyati zovurlari - viloyatdagi dehqonchilik qilinadigan yerlarning meliorativ holatini yaxshilash maqsadida zovur sistemasi yaratilgan. Ularning aksariyati, ochiq zovurlardir. Har yili 1,5<sup>3</sup> km hajmdagi zovur va oqava suvlar vohadan tashqariga chiqariladi. Bu turli darajada sho'rlangan suvning kichik bir qismi Katta Tuzkon (Zamonbobo) ko'lga yig'ilib, so'ngra Porsonko'l zovuri orqali Amudaryo o'zaniga borib quyiladi. Qolgan asosiy qismi esa Jilvon, Shimoliy Shofirkon, Amir Temir, Naqib, Roxkent, Xargo'sh, G'arbiy Romitan, Chilong'i, Bahovuddin, Sho'r ariq zovurlari orqali Buxoro vohasidan chiqarilib Qoraqir, Oyoq og'itma ko'llariga quyiladi.

Qaraun, Markaziy Olot, Janubiy tutashtiruvchi, Qorako'l zovurlaridan Dengizko'l, Katta Tuzkon ko'llariga yig'iladi. Qorovulbozor vohasidan yig'ilgan oqova va zovur suvlari bilan birga Qarshi kollektori suvlari bilan qo'shib Xadicha, Zikri, Devxona ko'llariga quyilsa, bir qismi Qumsulton ko'lga quyilmoqda. Kogon, Jondor va Buxoro tumanidagi oqova va sizot suvlarining bir qismi ham shu joyga quyilmoqda [1, 4].

**Buxoro viloyatida suv manbalaridan ma'muriy hududlar bo'yicha 2017 – 2020 yillarda yerlarni sug'orish uchun foydalanilgan suvlar to'g'risida ma'lumot**

№	Tumanlar Nomi	yillar	Jami olingan suv miqdori mln.mz	Shu jumladan			
				Amudaryo-dan	Ichki soy va daryolardan	yer osti suvlari-dan	Zovur-lardan
1	Buxoro	2017	376,2	357	16,5	-	2,7
		2018	383,6	367,8	11,2	-	4,6
		2019	376,5	351,3	20,7	-	4,5
		2020	395,5	383,2	7,8	-	4,5
2	Vobkent	2017	355,4	302,2	46,6	3,5	3,1
		2018	380,3	318,7	48,1	9,4	4,1
		2019	355,4	272	69,6	9,6	4,2
		2020	373,6	324,4	34,5	9,6	5,1
3	Jondor	2017	473,9	462,1	-	-	11,8
		2018	503	489	-	-	14
		2019	474,4	460,6	-	-	13,8
		2020	501,4	484,3	-	-	16,9
4	Kogon	2017	286,3	273,1	10,7	-	2,5
		2018	308,5	295,2	9,1	-	4,2
		2019	286,3	263	19,2	-	4,1
		2020	303	290,8	8,1	-	4,1
5	Qorako'l	2017	355,7	350,9	-	-	3,8
		2018	382,5	377,1	-	-	5,4
		2019	355,8	350,3	-	-	5,5
		2020	377,2	370,1	-	-	7,1
6	Qorovul bozor	2017	245,3	243,9	-	-	1,4
		2018	271,8	269,4	-	-	2,4
		2019	245,1	242,5	-	-	2,6
		2020	260,5	257,8	-	-	2,6
7	Olot	2017	307,6	303,8	-	-	3,8
		2018	330,7	326,5	-	-	4,2
		2019	307,8	303,5	-	-	4,3
		2020	326	321,1	-	-	4,9
8	Peshku	2017	330,4	288,6	30,3	2,6	8,9
		2018	352,3	304	31,5	6,9	9,9
		2019	330,4	264,7	47,8	7	10,9
		2020	348,4	302,1	25,9	6,7	13,7
9	Romitan	2017	400,3	359,9	29,4	2,5	8,5
		2018	427,6	382,1	30,9	5,1	9,5
		2019	400,1	337,7	47	4,9	10,5
		2020	421,5	376,9	25,3	4,7	14,6
10	Shofirkon	2017	406,8	282,3	99,4	14,4	10,7
		2018	435,9	271,8	128,9	20,6	14,6
		2019	406,9	208	162,6	21,5	14,8
		2020	431,1	293,6	97,7	21,5	18,3
11	G'ijduvon	2017	399,1	286,8	96,2	13,2	2,9
		2018	423,3	276,1	124,4	17,9	4,9
		2019	399,2	218,1	159,5	16,9	4,7
		2020	423,5	305,1	94,6	16,9	6,9
12	Buxoro sh	2017	79,1	74	5,1	-	-
		2018	80,6	76,4	4,2	-	-
		2019	79	72,2	6,8	-	-
		2020	76,7	69,2	7,5	-	-
<b>Viloyat bo'yicha jami</b>			1645,1	1086,3	474,7	64,9	19,4

Jadval G'arbiy-O'zbekiston Dala Gidrogeologiya Ekspeditsiyasi ma'lumotlari asosida tuzildi.

Yuqoridagi jadvaldan ko‘rinib turibdiki, Buxoro viloyatining tumanlar kesimida yerlarni sug‘orish uchun zovur va yer osti suvlaridan foydalanish darajasi turlicha gidrologik ko‘rsatkichlarni tashkil etadi. Jumladan, viloyatning ayrim tumanlari Buxoro tumani, Jondor tumani, Qorako‘l tumani, Olot tumani, Qorovulbozor tumani, Kogon tumani va Buxoro shahri hududlarida yerlarni sug‘orish maqsadida yer osti suvlaridan deyarli foydalanilmaydi. Zovur suvlaridan yerlarni sug‘orish uchun esa faqat Buxoro shahridan boshqa barcha tumanlar qo‘shimcha suv manbasi sifatida foydalanadi. Viloyatdagi mavjud zovur suvlaridan foydalanishda eng yuqori ko‘rsatkich Shofirkon tumaniga to‘g‘ri kelib, uning miqdori 2014 yilda 10,7 mln.m<sup>3</sup>ni tashkil etgan bo‘lsa, 2017 yilga kelib bu ko‘rsatkich 18,3 mln.m<sup>3</sup> tashkil etdi. Qorovulbozor tumani bo‘yicha bu ko‘rsatkich 2014 yilda 1,4 mln.m<sup>3</sup> ni, 2017 yilga kelib esa 2,6 mln.m<sup>3</sup> ga yetdi. Bu ko‘rsatkichlardan ko‘rinib turibdiki, yillar mobaynida yer osti va zovur suvlariga bo‘lgan talab oshib bormoqda.

Buxoro viloyati tumanlaridagi zovur suvlarining mineralizatsiyasi miqdori laboratoriya sharoitida tekshirilganda:

- Buxoro, Vobkent, G‘ijduvon, Shofirkon tumanlari 2-3 g/l.
- Jondor, Kogon va Romitan, Peshku tumanlari 3-5 g/l.
- Olot, Qorako‘l va Qorovulbozor tumanlarida 5 g/l dan ko‘p bo‘lganligi aniqlandi.

Viloyatning sug‘oriladigan maydonlarida yer osti suvlari rejimining o‘zgarishi ariq va kanallar orqali, sug‘orish maydonlari orqali bug‘lanish, hamda yer osti suvlarining harakati ta‘sirida vujudga keladi. Sizot suvlarining sath o‘zgarishlari mavsumiy davrlarda quyidagi holatlarni egallaydi.

Sug‘oriladigan maydonlarning sho‘rini yuvish yanvardan mart oylariga kadar davom etishi sababli sizot suvlarining sathi (0,5-1,7m; 1,0-2,5m) gacha o‘zgarib turadi. Sizot suvlarining ko‘tarilishi asosan yer yuzining geomorfologiyasiga bog‘liqdir. Sath o‘zgarishlarining pasayishi aprel, may, iyun oylarida sodir bo‘lib, miqdoriy jihatdan o‘zgarishlar 1,5 -3,3 m ni tashkil qiladi.

Kogon, Jondor va Buxoro shahrining janubiy hududlarida yer osti sizot suvlari sathining ko‘tarilishi natijasida (0,9-1,4 m) zax bosish holatlari uchraydi, bunday holatlarning sodir bo‘lishiga sabab, drenaj quduqlarning va zovur-zaxkash tarmoqlarining qoniqarsiz va o‘z vaqtida ishlamasligidir.

Buxoro vohasining markaziy maydonlarida yer osti suvlarining sath o‘zgarishlari iqlimiy va texnogen sharoitlarga bog‘liq bo‘lib, bahor oylaridagi yog‘ingarchilik va foydalanadigan tik quduqlarning normal holatda ishlamasligi natijasida sizot suvlarining sathi 0,6-1,0 m ba‘zi joylarda 1,0-1,7 m ko‘tarilganligi kuzatiladi.

Jami sug‘oriladigan maydonlarda yer osti suvlari o‘zgarishlari o‘rganilayotgan qatlam chuqurligi va sizgichlarning joylashuv oralig‘iga bog‘liq bo‘lib, sizot suvlaridagi tuzlarning tarkibi 0,8-2,5 g/l ni, chuqurroqda bu o‘zgarish 4,0-6,0 g/l gacha, ba‘zi joylarda Kogon, Qorako‘l, Jondor va Buxoroda 8-12 g/l ni tashkil qiladi.

Yer osti suvlarining sathining o‘zgarish dinamikasi kuzatilib, ruletka ya‘ni sath o‘lchagich qarsildoq yordamida aniqlandi.

Viloyatning Jilvon massivi Ko‘kcha yer osti suv koni atroflaridagi neogen davr yotqiziqlarida 120-200 m chuqurliklarda yer osti suvi sifat jihatidan chuchuk bo‘lib “Ichimlik suvi” standarti talablariga mos keladi va uning tuz miqdori 0,6 g/l dan 1,5 gacha bo‘lib, qattiqligi 7-10 mg-ekv/l ni tashkil qiladi. Lekin bu chuchuk suvlar zahirasi kam bo‘lib, ma‘lum chegaradagi aholini talabini qondirish mumkin.

Buxoro viloyati zovurlari - viloyatdagi dehqonchilik qilinadigan yerlarning meliorativ holatini yaxshilash maqsadida zovur sistemasi yaratilgan. Ularning aksariyati, ochiq zovurlardir. Har yili 1,5<sup>3</sup> km hajmdagi zovur va oqava suvlar vohadan tashqariga chiqariladi. Bu turli darajada sho‘rlangan suvning kichik bir qismi Katta Tuzkon (Zamonbobo) ko‘liga yig‘ilib, so‘ngra Porsonko‘l zovuri orqali Amudaryo o‘zaniga borib quyiladi. Qolgan asosiy qismi esa Jilvon, Shimoliy Shofirkon, Amir Temir, Naqib, Roxkent, Xargo‘sh, G‘arbiy Romitan, Chilong‘i, Bahovuddin, Sho‘r ariq zovurlari orqali Buxoro vohasidan chiqarilib Qoraqir, Oyoq og‘itma ko‘llariga quyiladi. Qaraun, Markaziy Olot, Janubiy tutashtiruvchi, Qorako‘l zovurlaridan

Dengizko'l, Katta Tuzkon ko'llariga yig'iladi. Qorovulbozor vohasidan yig'ilgan oqova va zovur suvlari bilan birga Qarshi kollektori suvlari bilan qo'shilib Xadicha, Zikri, Devxona ko'llariga quyilsa, bir qismi Qumsulton ko'liga quyilmoqda. Kogon, Jondor va Buxoro tumanidagi oqova va sizot suvlarining bir qismi ham shu joyga quyilmoqda [1, 4].

Buxoro vohasida hosil bo'lgan kollektor-zovur suvlarining katta qismi hozirgi kunda tabiiy botiqlarga oqizilib, ularda ko'llar hosil qiladi. Qaytarma oqimning ma'lum qismi esa to'g'ridan-to'g'ri Amudaryoga tashlanib, daryo suvi kimyoviy tarkibining salbiy o'zgarishiga sabab bo'lmoqda. Shu holatlarni hisobga olsak, bugungi kunda eng dolzarb masalalardan biri - vohada suvni ham miqdor, ham sifat jihatidan muhofaza qilishdir. Bu asosiy masala esa bir qancha qo'shimcha choralar tizimini o'z ichiga oladi. Ulardan eng maqbuli kollektor-zovurlar suvlarini daryolar, ko'llar, suv omborlariga oqizishni iloji boricha kamaytirishga, ayrim hollarda esa to'la to'xtatishga qaratilishi lozim. Ayni paytda ekin maydonlarida shakllanadigan qaytarma suvlarni iqtisodiy jihatdan tejamli hisoblangan biologik usul bilan tozalashga hamda ulardan ikkilamchi resurs sifatida foydalanishga ham alohida e'tibor qaratish zarur.

Xulosa o'rnida aytish joizki, hozirgi kunda, balki qadim-qadimda ham Buxoro vohasini suv bilan ta'minlash, vohaga suv keltirish va suv taqsimoti masalalari eng dolzarb masala bo'lib kelgan. Zarafshon vohasining quyisida joylashgan Buxoro va Navoiy viloyatlarining ulkan "obihayot arteriyalari" Amudaryodan boshlanadi. Shuning uchun O'zbekistonda o'ziga xos eng yirik gidrotexnik inshoot bo'lgan Amu – Buxoro mashina kanalining viloyatimiz hayotidagi o'rni shu "qon tomiri"da oqayotgan "qon-suv"ga bog'liqligi ko'z yumib bo'lmas haqiqatdir.

Yuqoridagi xulosalardan kelib chiqib quyidagi taklif va tavsiyalarni keltirishni joiz deb topdik:

1. To'dako'l suv havzasi qirg'oqlarida yangi texnologiyalarga asoslangan turli xildagi transportlari mavjud mini portlar tashkil etish;

2. To'dako'l suv ombori atrofida tashkil etilayotgan ijtimoiy infratuzilmani rivojlantirish maqsadida chiqindi tashlash qutilari hamda o'rindiqlar o'rnatish, sonini ko'paytirish va yo'laklarni ta'mirlash ishlarini amalga oshirish;

3. Amu-Buxoro mashina kanali suv resurslaridan yanada samarali foydalanish maqsadida, suvning shimilishi va bug'lanishiga qarshi chora-tadbirlar, shu soha vakillari tomonidan ishlab chiqilishi hamda sug'orishning kam suv sarflaydigan yangi texnologiyalarini ishlab chiqish, qishloq xo'jaligida kam suv talab qiladigan ekin navlarini yaratish zarur;

4. Ta'lim-tarbiya jarayonida o'quvchilarda suvga bo'lgan ijobiy munosabatni shakllantira borish, bunda ularni o'lka suv resurslari, suv ta'minoti bilan yaqindan tanishtirish zarur; Bunda bo'lajak ekolog va geograflarning o'rni va roli nihoyatda katta va bu orqali o'quvchilarda vatanparvarlik xislatlarini uyg'otish maqsadga muvofiq.

### **Adabiyotlar ro'yxati**

1. Аббасов С.Б. Қизилкум чўли ландшафтлари динамикаси ва экологияси // Монография. – Самарқанд: СамДУ, 2019. - 174 б.

2. Назаров И.К. Аллаёров И.Ш. Бухоро географияси. 1-қисм. – Бухоро, 1994. - 67 б.

3. Назаров И.К. Абиогенные потоки в аридных геосистемах: оптимизация природопользования. (На материалах нижней части р. Зарафшан). – Ташкент, "Фан", 1992. - 101 с.

4. Мухаммаджонов А. Куйи Зарафшон воҳасининг суғориш тарихи. – Тошкент "Фан" 1972. - 380 б.

5. Муродов Ш., Валиев Х., Холбоев Б., Бозоров Р. Сув ресурсларидан мукамал фойдаланиш ва муҳофаза қилиш. – Тошкент, 2007. – 112 б.

6. Расулов А.Р., Хикматов Ф.Х. Гидрология асослари. – Тошкент: Университет, 2003. - Б. 176-237.

7. Тошов Х.Р. Чўл ландшафтлари ва уларнинг агроимкониятларидан самарали фойдаланиш (Бухоро вилояти мисолида) // География фанлари номзоди илмий даражасини олиш учун тайёрланган диссертация. Тошкент. 2008 йил. 153 бет.

8. Хикматов Ф.Х., Юнусов Ф.Х., Рахмонов К.Р. Гидрологик башорат. -Тошкент: "Файласуфлар", 2013. - 144 б.

9. Ҳикматов Ф., Айтбаев Д.П., Аденбаев Б.Е., Пирназаров Р.Т. Гидрологияга кириш. – Тошкент: Университет, 2017. - 200 б.

## **YIRIK KO‘LLARDA SUV SATHINI ANIQLASH UCHUN SUN‘IY YO‘LDOSH MA‘LUMOTLARIDAN FOYDALANISH ISTIQBOLLARI**

Adenbayev B.E., Kalabaev S.B.

Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti, Toshkent, O‘zbekiston

**Annotatsiya.** Ushbu maqola 2008-2021 yillardagi sun‘iy yo‘ldosh balandliklar ma‘lumotlariga ko‘ra, Janubiy Orolbo‘yi hududida joylashgan eng yirik ko‘l bo‘lgan Sudoche ko‘li suv sathining yillik o‘zgaruvchanligi o‘rganilgan. Tadqiqotda G-REALM ixtisoslashtirilgan altimetr ma‘lumotlar bazasi ma‘lumotlari to‘plangan va tahlil qilingan. Ushbu altimetr ma‘lumotlar bazasidagi suv sathi ma‘lumotlari suv sathi o‘lchagich stantsiyalaridagi in-situ yozuvlari bilan solishtirildi. Ma‘lumotlar statistik tahlil qilinib, altimetr ma‘lumotlariga tuzatmalar kiritilgan.

**Kalit so‘zlar:** Sudoche ko‘li, suv sathi, sun‘iy yo‘ldosh altimetri, suv sathini o‘lchash stantsiya.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УРОВНЯ ВОДЫ В КРУПНЫХ ОЗЕРАХ**

Аденбаев Б.Е., Калабаев С.Б.

Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, Ташкент, Узбекистан

**Аннотация:** В данной работе на основе данных спутниковой альтиметрии изучена годовая изменчивость уровня воды озера Судочье — крупнейшего озера Южного Приаралья с 2008 по 2021 год. В ходе исследования были собраны и проанализированы данные из специализированной базы данных высотомеров G-REALM. Данные об уровне воды из этой базы данных высотомеров сравнивались с полевыми записями станций уровня воды. Данные были статистически проанализированы и внесены поправки в высотомер.

**Ключевые слова:** озеро Судочье, уровень воды, спутниковая альтиметрия, станция измерения уровня воды.

## **PROSPECTS OF USING SATELLITE DATA FOR DETERMINING WATER LEVELS IN LARGE LAKES**

Adenbaev B.E., Kalabaev S.B.

National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Tashkent, Uzbekistan

**Abstract:** In this work, based on satellite altimetry data, the annual variability of the water level of Lake Sudoche, the largest lake in the Southern Aral Sea region, from 2008 to 2021 is studied. During the study, data from the specialized G-REALM altimeter database was collected and analyzed. Water level data from these altimeter databases were compared with in-situ records from water level gauge stations. The data was statistically analyzed and corrections were made to the altimeter data.

**Keywords:** Lake Sudoche, water level, satellite altimetry, water level gauge station.

Suv havzalaridagi suv sathi to‘g‘risidagi ma‘lumotlarni olish an‘anaviy ravishda yer usti o‘lchovlari (gidropostlar va dala tadqiqot stansiyalari) orqali amalga oshiriladi. Biroq, iqtisodiy sabablarga ko‘ra barcha suv havzalarda muntazam ravishda bunday kuzatishlar amalga oshirilmaydi. Suv sathi to‘g‘risidagi ma‘lumotlarni muntazam ravishda olish muammosini radar altimetri yordamida hal qilish mumkin. Sun‘iy yo‘ldosh altimetri tarixi taxminan yarim asr avval boshlanib, dastlab ERS-1/2, TOPEX/Poseidon, GFO-1, Jeyson-1/2, Envisat va boshqalar kabi sun‘iy yo‘ldoshlar uchirilgan. 2016 yildan buyon Sentinel-3 missiyasi 300 m yuqori fazoviy aniqlikka ega bo‘lgan dengizlar va ichki suvlarning topografiyasini o‘rganish uchun mo‘ljallangan altimetr ishga tushirilgan [1].

Oxirgi yigirma yil ichida yirik ko‘llar va suv havzalarining suv sathini aniqlash uchun sun‘iy yo‘ldoshlardan olingan ma‘lumotlar hajmi va sifati sezilarli darajada oshdi. Masalan janubiy Amerika, Afrika va Sibirdagi ko‘llar va daryolarning gidrologik rejimini o‘rganish uchun

sun'iy yo'ldosh balandlik o'lchovi ma'lumotlaridan muvaffaqiyatli foydalanilgan [6]. Volga daryosining quyi oqimidagi suv sathi [7], Volga suv havzalari kaskadi [8], Rossiya va Estoniya chegarasida joylashgan Ilmen va Ladoga ko'li uchun sun'iy yo'ldoshdan balandlik o'lchash ishlari amalga oshirilgan [4].

Yuqoridagilardan relib chiqqan holda mazkur maqolada asosiy etibor sun'iy yo'ldosh ma'lumotlari asosida, Janubiy Orolbo'yi hududida joylashgan Sudoche ko'li suv sathining yillik o'zgarishlarini o'rganishga qaratilgan.

Janubiy Orolbo'yi ko'llari suv sathi balandligini aniqlash uchun G-REALM bazasi — Amerika Qo'shma Shtatlari Qishloq xo'jaligi departamenti (USDA) tomonidan ishlab chiqilgan ko'l suv sathi haqida ma'lumotlar jamlandi. Sun'iy yo'ldosh o'lchovlarining 1992 yil sentabrdan hozirgi kungacha 10 kunlik vaqt oralig'ida bir xil yo'llar bo'ylab ko'l sathi bo'yicha uzluksiz qator ma'lumotlarni olish imkonini berdi. G-REALM bazasidan 1992 yil 1 oktabrdan 2023 yil 31 dekabrigacha o'lchangan ma'lumotlar tanlangan [3, 5]. Ushbu ma'lumotlar ko'ldagi suv sathining yillik o'zgaruvchanligini o'rganish va ma'lumotlarini ko'ldagi suv sathi o'lchash stantsiyalaridagi in-situ yozuvlari bilan solishtirish uchun foydalanildi.

So'nggi yigirma yil ichida suv havzalaridagi suv sathini geomatik<sup>1</sup> usullar va vaqt oralig'ida suratga olish asosida o'lchashning muqobil in-situ usullari ishlab chiqilgan, bu juda aniq va kam xarajatlar talab qiladi [9]. Bu yangi usullar suv sathi o'lchagich stantsiyalari yetishmasligi, qimmat infratuzilma, ma'muriy to'siqlar va hokazolarda qo'llanilishi mumkin. Suv sathini o'lchashning sun'iy yo'ldosh balandligi, masofaviy, bilvosita va turli in-situ usullarining o'ziga xos afzalliklari va kamchiliklari mavjud. Masalan, masofaviy zondlash jahon okeani, ichki dengizlar, ko'llar, suv havzalari va daryolar uchun global qamrovga va yagona o'lchov tizimiga ega, ammo ma'lumotlarni qayta ishlash (turli xil tuzatishlar to'plami qo'llanilishi) bilan bog'liq ma'lum kamchiliklarga ega. Bundan tashqari, o'lchovlar suv havzasini qirg'oq chizig'iga juda yaqin kesib o'tishi mumkin va o'lchovlarning takrorlanishi 10 kun yoki undan ko'proq davom etadi. Boshqa tomondan, in-situ o'lchovlari suv sathining chastotasini daqiqalargacha yuqori aniqlik bilan o'lchash imkonini beradi, lekin ularning qirg'oqlarda joylashishi o'ziga xos mahalliy oqimlar, shamollar, to'lqinlar, orografiya omili va hokazolarning ta'sir kuzatiladi. Bunga O'rto Osiyo cho'llarida ko'plab misollar keltirish mumkin. Har bir usulning har bir suv havzasi uchun o'ziga xos bo'lishi mumkin bo'lgan afzalliklari va kamchiliklari bor va faqat turli usullarning kombinatsiyasi eng yaxshi natijani berishi mumkin.

Dasturiy ta'minot altimetr ma'lumotlariga barcha standart tuzatishlar (atmosfera va ionosfera ta'siri, yer qobig'i ta'siri) yordamida altimetrik signallarni qayta ishlaydi. Barcha altimetr tuzatishlar kiritilgandan so'ng sun'iy yo'ldosh seriyasini keyingi qayta ishlash yuqorida aytib o'tilgan usulda olingan sun'iy yo'ldosh ma'lumotlarini yerdagi o'lchovlar natijalari bilan taqqoslashga asoslangan usul bilan amalga oshiriladi.

Ikkinchi usulda nafaqat sun'iy yo'ldosh ma'lumotlaridagi xatolarni baholashga imkon beradi, balki ularni tuzatish usullarini ishlab chiqish va moslashtirish uchun o'ziga xos ko'rsatkich bo'lib xizmat qiladi. Sun'iy yo'ldosh va yerdan olingan ma'lumotlardagi xatolarning sabablari va manbalari, ushbu ma'lumotlarning uzoq muddatli seriyalarini taqqoslash va tahlil qilish usullari, ularning aniqligini oshirish uchun sun'iy yo'ldosh kuzatuvlari natijalarini moslashtirish usullari orqali tahlil qilindi.

Sun'iy yo'ldosh o'lchovlaridagi xatolar, shuningdek, sun'iy yo'ldosh traektoriyalari turlicha bo'lishi va ular ko'lni har xil yo'nalishda kesib o'tishi bilan bog'liq. Ularni ma'lum bir gidropost joylashgan joyiga bog'lab bo'lmaydi. Sun'iy yo'ldosh ma'lumotlaridagi xatolarning yana bir manbasi — suv havzalarida muz qoplaminin mavjudligi. Qishda muz borligida altimetr ko'rsatkichlarining aniqligi pasayishi aniqlangan [2]. Suv havzasini kesib o'tadigan har bir yo'l vaqt va joylashuv oralig'ini aniqlashi juda muhimdir. Bunday sun'iy yo'ldosh o'lchovlarini qayta ishlashning tegishli texnologiyasini ishlab chiqish uchun muz bilan qoplangan suv havzalaridagi

---

<sup>1</sup> Geomatika geografik ma'lumotlarni yig'ish, tarqatish, saqlash, tahlil qilish, qayta ishlash va taqdim etish uchun ishlatiladigan usullar va texnologiyalarni anglatadi.

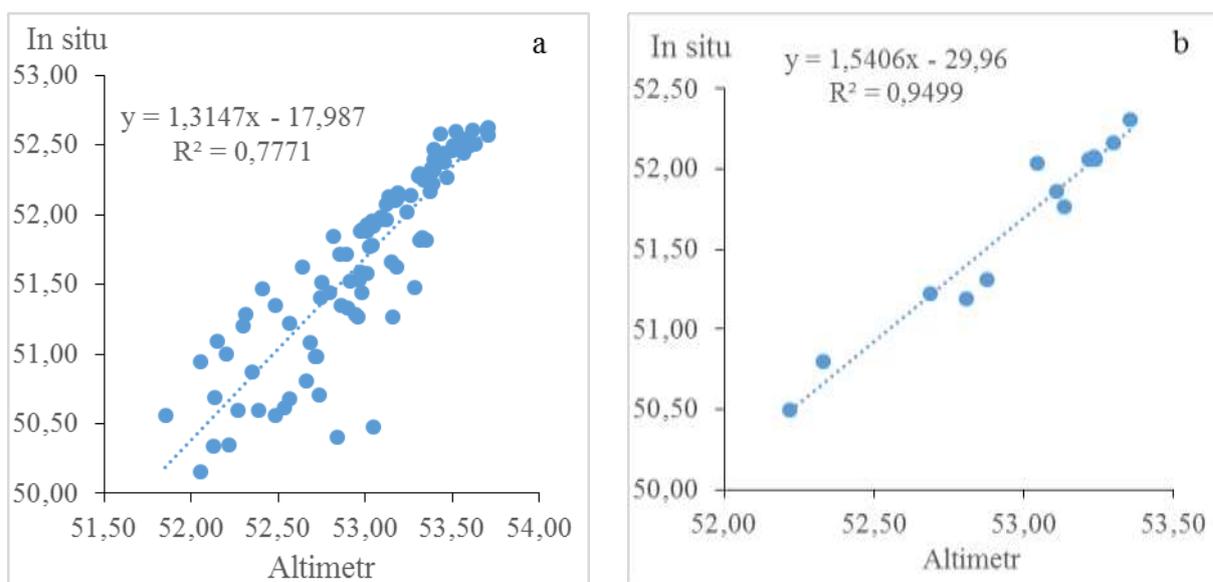
suv sathini o'lashda katta xatolarning sabablarini aniqlash bilan maxsus tadqiqotlar olib borilishi kerak.

Uzoq muddatli sun'iy yo'ldosh ma'lumotlar seriyasidagi bo'shliqlarni to'ldirish uchun chiziqli interpolatsiya (chiziqli interpolatsiya, k-eng yaqin qo'shnilar algoritmi, 2 va 3 darajali polinomlar bilan interpolatsiya va germit bo'lakli kub interpolatsiyasi) usullaridan foydalanildi. Bunda chiziqli interpolatsiya eng maqbul ekanligini boshqa hisob-kitob natijalarida o'z isbotini topdi [1]. Bo'shliqlarni to'ldirgandan so'ng, uzoq muddatli yerdagi kuzatuvlar seriyasi bilan birgalikda keyingi tahlil qilish uchun mos keladigan sun'iy yo'ldosh ma'lumotlarining o'zgartirilgan qatori shakllantirildi.

Bunda ikkala qator uchun standart og'ish qiymatlari bir-biriga yaqin bo'lishi va juft chiziqli korrelyatsiya koeffitsienti qiymatlari juda yuqori bo'lishi mumkin ( $r > 0,95$ ). Bunday hollarda sun'iy yo'ldosh seriyasining barcha a'zolarining qiymatlarini sun'iy yo'ldosh va yerdagi ma'lumotlar seriyasining o'rtacha qiymatlari orasidagi farqqa teng bo'lgan doimiy tuzatish qiymati bo'yicha tuzatish kerak. Sudoche ko'li suv sathining standart yer va sun'iy yo'ldosh qiymatlaridagi o'zgarishlarning birlashtirilgan xronologik grafiklari chizilganda umumiy tendentsiya kuzatildi. Sun'iy yo'ldosh seriyasidagi noto'g'rilikni istisno qilish uchun uning barcha standart qiymatlari sun'iy yo'ldosh va yer seriyasining o'rtacha (median) qiymatlari o'rtasidagi farq qiymati bilan tuzatildi.

Oylik o'rtacha suv sathini olish uchun sun'iy yo'ldosh seriyasini hisoblashda, o'zgartirilgan kundalik qiymatlarning sun'iy yo'ldosh seriyasi ma'lumotlardan foydalanilgan.

Altimetriya va in-situ ma'lumotlar to'plami o'rtasidagi bog'liqlikni ko'rish uchun bunday turdagi vazifalar uchun keng tarqalgan jarayon bo'lgan bog'lanish chizmasi (scatterplots) chizildi. Korrelyatsion bog'liqlikni ko'rsatish uchun korrelyatsiya koeffitsienti  $r$  hisoblandi (1- rasm).



**1- rasm. Altimetr va in-situ oylik (a) va yillik (b) ma'lumotlarning 2009-2021 yillar olingan suv sathlari o'rtasidagi bog'lanish grafigi.**

Korrelyatsiya koeffitsienti qiymatlari 0,85 dan yuqori bo'lgan holda, sun'iy yo'ldosh ma'lumotlaridan olingan uzoq muddatli suv sathining seriyasi ishonchli hisoblanadi. Shunday qilib, ikkala statistik xarakteristikaning qiymatlari tahlil qilingan suv havzasi uchun sun'iy yo'ldosh qatorlarini muvaffaqiyatli tuzatish va ularni amaliy qo'llash imkoniyatini ko'rsatadi. Tuzatilgan sun'iy yo'ldosh va yer seriyasining yuqorida ko'rsatilgan statistik xarakteristikalari qiymatlari o'rtasida sezilarli farqlar bo'lsa, aniqlangan xatolarni keyinchalik bartaraf etish va sun'iy yo'ldosh qatorlarini tuzatish bilan bunday farqning mumkin bo'lgan sabablarini tahlil qilish kerak.

Bajarilgan tadqiqot natijalarini umumlashtirgan holda, **xulosa** sifatida quyidagilarni qayd etish mumkin:

- ichki suv havzalarining suv sathini baholash uchun yerdan olingan ma'lumotlarni sun'iy yo'ldosh ma'lumotlari bilan taqqoslanmasdan va tuzatish tartibini qo'llamasdan to'g'ridan-to'g'ri foydalanish ularning yetarli darajada aniq emasligi sababli asossizdir. Sun'iy yo'ldosh ma'lumotlaridan to'g'ridan-to'g'ri foydalanish ko'p hollarda, ularning qiymatlarini yerdan olingan ma'lumotlarga nisbatan tizimli ravishda oshirib yuborish yoki past baholash tendentsiyasi kuzatilishi mumkin.

- bunday holatning sabablari suv havzalari ustida uchadigan sun'iy yo'ldoshlar soni va turining doimiy o'zgarishi, shuningdek, ularda o'rnatilgan masofaviy zondlash uchun texnik qurilmalar, altimetr signallarini o'lchangan balandliklarga aylantirish usulining nomukammalligir.

- yer yuzasi, suv havzalari ustidagi yo'llarning yerdagi kuzatuvlar chastotasiga nisbatan kamligi hamda yo'l holatidagi noaniqligidir.

### **Adabiyotlar ro'yxati**

1. Kostianoy A.G., Zavialov P.O., Lebedev S.A. What do we know about dead, dying and endangered lakes and seas? In Dying and Dead Seas. Climatic versus Anthropic Causes; Nihoul, J.C.J., Zavialov, P.O., Micklin, P.P., Eds.; NATO ARW/ASI Series; Kluwer Acad. Publ.: Dordrecht, The Netherlands, 2004; pp. 1–48.

2. Williamson, C.E.; Saros, J.E.; Vincent, W.F.; Smol, J.P. Lakes and reservoirs as sentinels, integrators, and regulators of climate change. *Limnol. Oceanogr.* 2009, 54, 2273–2282.

3. Lebedev, S.A.; Troitskaya, Y.I.; Rybushkina, G.V.; Dobrovolsky, M.N. Satellite altimetry of large lakes of the Baltic Basin. In Proceedings of the 2014 IEEE/OES Baltic International Symposium (BALTIC), Tallinn, Estonia, 27–29 May 2014; IEEE: Piscataway, NJ, USA, 2014; pp. 1–5.

4. Kostianoy, A.G.; Kostianaia, E.A.; Lebedev, S.A.; Serykh, I.V.; Prokofiev, Y.A. Interannual variability in the level of lakes in northwestern Russia. In Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference “Fundamental and Applied Aspects of Geology, Geophysics and Geoecology Using Modern Information Technologies”, Maykop State Technological University, Maykop, Russia, 17–21 May 2021; Part 1. pp. 158–167.

5. Campos, I.O.; Mercier, F.; Maheu, C.; Cochonneau, G.; Kosuth, P.; Blitzkow, D.; Cazenave, A. Temporal variations of river basin waters from Topex/Poseidon satellite altimetry. Application to the Amazon basin. *Earth Planet. Sci.* 2001, 333, 633–643.

6. Lebedev, S.A.; Kostianoy, A.G. Satellite Altimetry of the Caspian Sea; Publ. House “Sea”: Moscow, Russia, 2005; 366p.

7. Rybushkina, G.V.; Troitskaya, Y.I.; Soustova, I.A.; Balandina, G.N.; Lebedev, S.A.; Kostianoy, A.G. Satellite altimetry of inland water bodies. *Tr. GOIN (Proc. Russ. State Oceanogr. Inst.)* 2011, 213, 179–192.

8. Kostianoy, A.G.; Lebedev, S.A.; Kazmina, M.V.; Tsepelev VYu Varlashina, V.M.; Neschadimova, T.G. Satellite Monitoring of Transboundary Waters of Russia and Estonia; Publ. House “Signal”: Moscow, Russia, 2012; 16p.

9. Calmant, S.; Seyler, F. Continental surface waters from satellite altimetry. *C. R. Geosci.* 2006, 338, 1113–1122.

## **IQLIM ILISHI SHAROITIDA ZARAFSHON DARYOSI GIDROKIMYOVIY REJIMINING INSON FAOLIYATI TA'SIRIDA SHAKLLANISHI**

Artikova F.Ya., Jo'raeva G.O.

Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy Universiteti, Toshkent, O'zbekiston,  
farida.artikova@umail.uz

**Annotatsiya.** Maqolada Zarafshon daryosi suvlari kimyoviy tarkibining inson faoliyati ta'sirida o'zgarishi, gidrokimyoviy rejimiga ta'sir etuvchi omillar aniqlandi, suvning minerallashuv darajasining sug'oriladigan erlardan qaytgan suvlar hisobiga daryo uzunligi bo'yicha o'zgarishi ko'rib chiqildi, daryo gidrokimyoviy rejimning qayta shakllanishi o'rganildi, daryo suvlarining minerallahuvi ko'rib chiqildi, shaharlarning chiqindi suvlari ta'sirida Zarafshon suvlari minerallashuvining daryo uzunligi bo'yicha o'zgarishi aniqlandi. Daryo suvlarining umumiy minerallahuvi bilan suv sarflari orasidagi bog'lanishlar

yuqori Ravotxo'ja gidrostvori bo'yicha hisoblandi. Zarafshon daryosi uzunligi bo'yicha umumiy minerallashuv darajasining o'zgarishi, kation va anionlar bilan uning bog'liqligi va o'zgarishlari aniqlangan.

**Kalit so'zlar:** suv sarflari, suvlarning kimyoviy tarkibi, gidrokimyoviy rejimi, suvlarning umumiy minerallashuvi, ifloslantiruvchi moddalar, o'lchash gidropostlari, kationlar, anionlar, sug'oriladigan erlar, qaytgan suvlar.

## **ФОРМИРОВАНИЕ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА РЕКИ ЗЕРАВШАН ПОД ВЛИЯНИЕМ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА**

Артыкова Ф.Я., Джураева Г.А.

Национальный университет Узбекистана имени Мирза Улугбека, Ташкент, Узбекистан e-mail:  
farida.artikova @umail.uz

**Аннотация.** В статье определены изменения химического состава вод реки Зеравшан под влиянием деятельности человека, определены факторы, влияющие на гидрохимический режим, рассмотрены изменения уровня минерализации воды по длине реки за счет возвратных вод с орошаемых земель, изучено переформирование гидрохимического режима реки под влиянием сброса сточных вод городов, рассмотрены изменения минерализации Зеравшанских вод по длине реки. Связи между общей минерализацией речных вод и расходом воды рассчитывались по верхнему Роватходжинскому гидроузлу. Установлено изменение общей степени минерализации по длине реки Зеравшан, ее соотношения и изменения с катионами и анионами.

**Ключевые слова:** расход воды, химический состав воды, гидрохимический режим, общая минерализация воды, загрязняющие вещества, измерительные гидропосты, катионы, анионы.

## **FORMATION OF THE HYDROCHEMICAL REGIME OF THE ZERAVSHAN RIVER UNDER THE INFLUENCE OF HUMAN ACTIVITY IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE**

Artikova F.Ya., Jo'raeva G.O.

National University of Uzbekistan named after Mirza Ulugbek, Tashkent, Uzbekistan,  
farida.artikova@umail.uz

**Abstract.** The article identifies changes in the chemical composition of the waters of the Zarafshan River under the influence of human activity, factors influencing the hydrochemical regime, considers changes in the level of water mineralization along the length of the river due to water returned from irrigated lands, studies changes in the hydrochemical regime of the river, considers the mineralization of river waters, considers changes in the mineralization of wastewater from the cities of Zerafshan waters along the length of the river have been determined. The relationships between the total mineralization of river waters and water flow were calculated for the upper Ravotkhodzinsky hydroelectric complex. A change in the total degree of mineralization along the length of the Zerafshan River, its relationship and changes with cations and ions has been established.

**Keywords:** water flow, chemical composition of water, hydrochemical regime, total mineralization of water, pollutants, measuring gauging stations, cations, anions.

O'rta Osiyo mintaqasida yirik daryolar vodiylari aholi zich joylashgan, ishlab chiqarish tarmoqlari va sug'orma dehqonchilik keng ko'lamda rivojlangan hududlarga kiradi. Zarafshon vodiysi qadimdan aholi zich yashaydigan O'rta Osiyo vohalaridan biridir. Vodiyda O'zbekistonning Samarqand, Buhoro, Navoiy kabi yirik shaharlari va ularning sanoat korxonalari joylashgan, shuning uchun daryo oqimi sanoat va kommunal xo'jalik ehtiyojlariga, qishloq ho'jalik ekinlarini sug'orishga butunlay sarflanadi. Natijada ishlab chiqarish korxonalarining oqava suvlari, sanoat chiqindilari va sug'oriladigan erlardan qaytgan suvlar Zarafshon vohasi er usti va er osti suvlarini miqdor va sifat jihatdan o'zgartiradi.

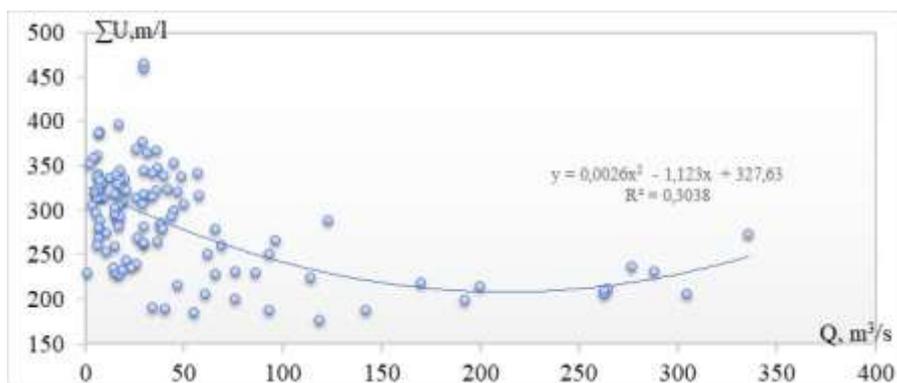
Zarafshon havzasining suv zahiralari etishmaganligi uchun daryo vodysining kuyi qismiga 1960-yilda Amu-Qorako'l va 1966-yilda Amu-Buhoro kanallari orkali Amudaryodan suv olib kelindi.

Tabiiy va antropogen omillar ta'sirida Zarafshon daryosining gidrokimyoviy rejimining o'zgarishini o'rganish dolzarb vazifadir. Tadqiqotning maqsadi daryo oqimiga antropogen ta'sir ko'rsatish manbalarini aniqlash va Zarafshon daryosi suvlari kimyoviy tarkibidagi o'zgarishlarni miqdoriy jihatdan baholashdan iborat.

Sanoatdagi suv iste'moli suv resurslarining miqdoriga sezilarli ta'sir ko'rsatmaydi, chunki sanoat korxonalarida qaytarib bo'lmaydigan suv iste'moli atigi 5-10%ni tashkil etadi, ular asosan suvning kimyoviy tarkibini o'zgartiriladi. Korxonalaridagi tozalash inshootlarining quvvati oqava suvlarni to'liq tozalashga etishmaydi, shu sababli ularning oqava suvlari daryo suvlarini sezilarli darajada ifloslantirib, daryoning gidrokimyoviy rejimini o'zgartiradi.

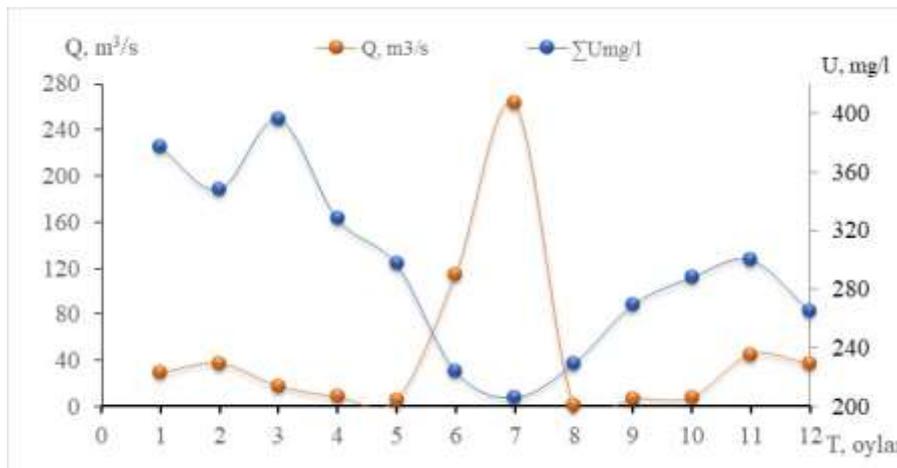
Sanoat oqava suvlaridagi ifloslantiruvchi moddalarning kimyoviy tarkibi ishlab chiqarish turiga, ishlatiladigan xom ashyolarga, texnologik jarayonga va boshqa omillarga bog'liq holda o'zgaradi. Zarafshon daryosi havzasida suvning kimeviy tarkibi haqidagi ma'lumotlarni 5 hidrologik stvorlardagi gidrokimyeviy kuzatishlar asosida o'rganildi, bular: 1) Zarafshon –q. Ravotxo'ja tugonining quyi b'efi, 2) Zarafshon –Navoiy (yuqori), 3)Zarafshon – Navoiy (quyi),4) Zarafshon –Buhoro sh. (yuqori), 5) Zarafshon – Buhoro sh.(quyi).

Zarafshon daryosining gidrologik va gidrokimyoviy regimi tabiiy holatda Zarafshon-Dupuli ko'prigi gidropostidan yukori qismidagina saqlanib qolgan. Dupulidan gidropostidan Ravotxo'ja quyi b'efigacha bir qator kanallar suv oladi. Shu sababli quyidagi grafikda keltirilgan (1-rasm) umumiy minerallashuv bilan suv sarflari orasidagi bog'lanishning korrelyatsiy koeffitsientining qiymati atigi  $r=0.55$  ga teng.



**1-rasm. Zarafshon-Ravotxo'ja gidrostvorida suv sarflari va minerallashuvning bog'lanish grafigi**  
 $\Sigma U=f(Q)$

Daryolarning kam suvli davrida suvning minerallashuvi uqori bo'ladi, chunki daryolar asosan er osti suvlariga to'yinadi (2-rasm).



**2-rasm. Zarafson daryosi -Ravotxo'ja gidrostvorida suv sarflari va minerallashuvining o'zgarishi**

Zarafshon daryosi bo'ylab, suvlarining umumiy minerallashuv Ravotxo'ja gidrostvoridan Buhoro shahridan quyidagi gidrostvorgacha o'zgarishi haqida ma'lumotlar quyidagi jadvalda keltirilgan. Ravotxo'ja gidrostvorida suvlarining minerallashuvi 206 mg/l (iul)dan 396 mg/l gacha

o'zgargan. Buhoro shahridan yuqorida 2439(oktyabr)-2832(mart)mg/l, Buhoro shahrining quyidagi gidrostvorda 2426 (noyabr)-2802(mart) mg/l, demak minimal va maksimal minerallashuv miqdori yuqori stvorga mos ravishda 11 va 7 barobar ortgan. Daryo suvlarining minerallashuvi shaharlar oqava suvlari va dalalardan qaytgan suvlari hisobiga ortgan. Navoiy shahridan yuqorida suvning minerallashuvi 772-1716 mg/l, shahardan quyidagi gidrostvorda esa 766-1704 mg/l oralig'ida o'zgaradi.

Zarafshon daryosi suvlari kimyoviy tarkibi gidrostvorlar bo'yicha o'rganildi (3, 4, 5-rasmlar). Zarafshon-Rovatxo'ja gidrostvoridagi suvlarning umumiy minerallashuvi bilan anion va kationlar orasidagi bog'lanishlar hisoblandi. Anionlardagi gidrokarbonatlar bilan suvning umumiy minerallashuvi (3-rasm) o'rtasidagi bog'lanishni ifodalovchi korrelyatsiya koeffitsienti  $r=0,89$  ga teng bo'di, sulfat va xloridlarning bog'lanishi mos ravishda 0,91 va 0,53 ni tashkil etdi. Kationlardan kaltsiyning bog'lanish koeffitsienti  $r=0,94$  ga teng bo'di, magniy, natriy va kaliylar bilan bog'lanish kuzatilmadi.

1-jadval

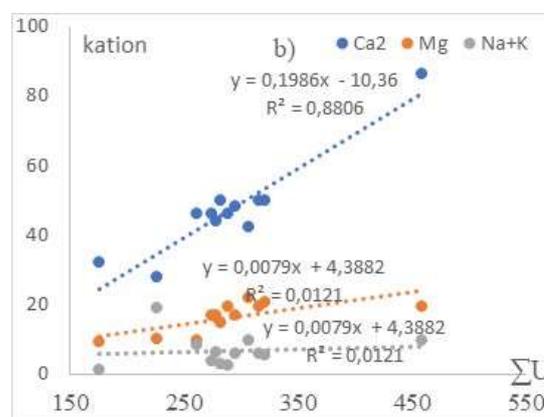
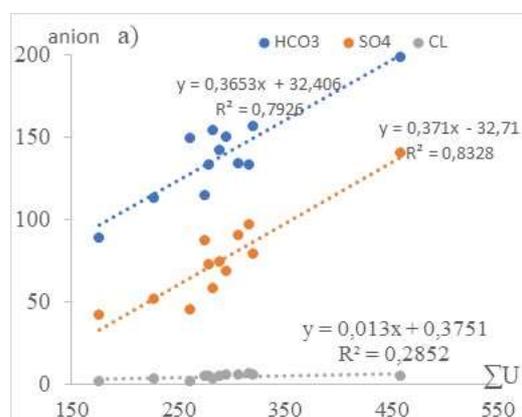
Zarafshon daryosi suvlari minerallashuvning  $\sum U$ , mg/l o'zgarishi

Gidrostvor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ravatxo'ja	377	348	396	328	297	224	206	229	269	288	300	265
Buhora yu.	2515	2519	2832	2670	2676	2762	2619	2714	2638	2439	2454	2583
Buhora q.	2603	2597	2802	2723	2566	2674	2647	2581	2683	2474	2426	2525
Navoiy yu.	1615	1469	1716	1587	1410	1257	1121	772	1021	1076	1310	1360
Navoiy q.	1589	1460	1704	1584	1390	1276	1136	766	1005	1034	1274	1369

2-jadval

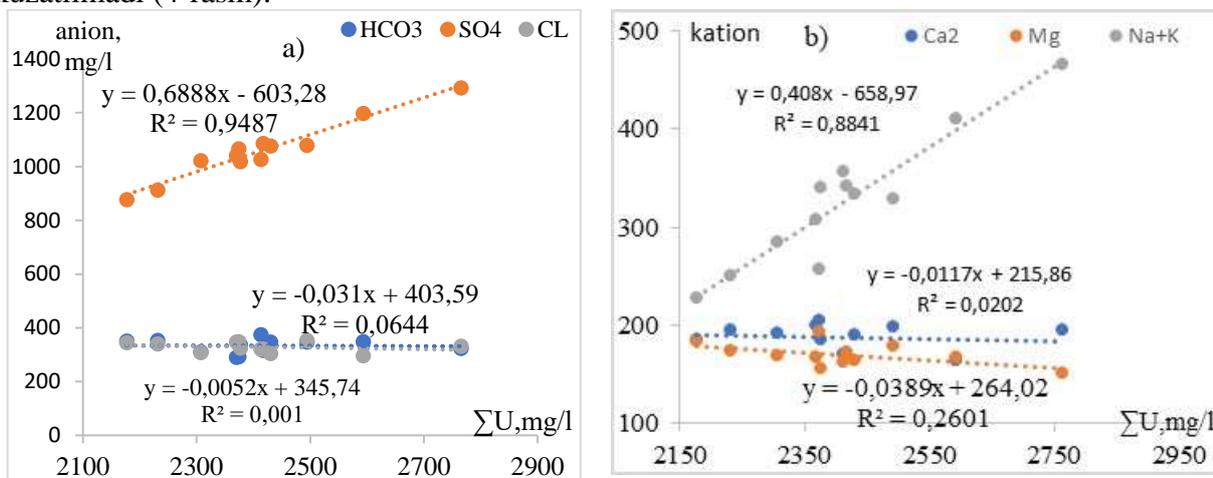
Zarafshon daryosi suvlarining minerallashuvi, anion va kationlarning maksimal va minimal qiymatlari (mg/l), 2022 god

Gidrostvor	$\sum U$	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl	Ca	Mg	Na+K
Rovatxo'ja	maksim	396,5	165	133	9,4	56,1	22,0
	minim	206,1	85,5	38,3	1,84	32,1	1,00
Navoiy(yuqori)	maksim	1716	322	816	124	152,3	202
	minim	772,5	168	366	37,5	64,1	73
Navoiy(quyi)	maksimum	1704	291	818	125	144,3	217
	minim	766	166	360	40,1	63,3	73
Buxoro(yuqori)	maksim	2832	360	1281	407	204	500
	minim	2439	268	1090	349	100	307
Buhoro(quyi)	maksim	2802	361	1291	393	210	442
	minim	2426	234	1105	328	134	300

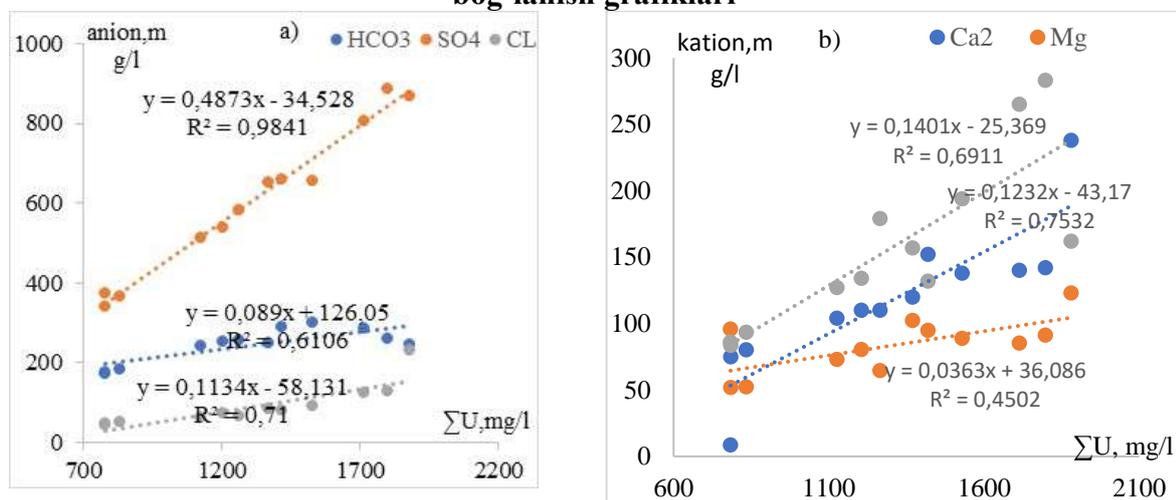


3-rasm. Zarafshon-Rovatxo'ja: a) anionlar va b) kationlarning minerallashuv bilan bog'lanish grafiklari

Buhoro shahri yaqinidagi daryo suvlaridagi sulfatlar bilan umumiy minerallashuvning o'rtasidagi korrelyatsiya koeffitsienti  $r=0,974$ , boshqa anionlar bilan bog'lanish kuzatilmadi, kationlardan natriy+kaliy bilan boglanish  $r=0,94$  tashkil etdi, kaltsiy va magniy bilan bog'lanish kuzatilmadi (4-rasm).



4-rasm. Zarafshon-Buxoro(yuqori): anion va kationlarning minerallashuv bilan bog'lanish grafiklari



5-rasm. Zarafshon-Navoiy anion va kationlar bilan minerallashuvning bog'lanish grafiklari

Navoiy shahri oralig'ida daryo suvlari sulfatlar bilan umumiy minerallashuvning o'rtasidagi korrelyatsiya koeffitsienti  $r=0,992$  ga teng, gidrokarbonatlar va xloridlar bilan bog'lanish korrelyatsiya koeffitsientlari mos ravishda  $r=0,78$  va  $r=0,84$  tashkil etadi. Kationlardan yuqori darajada umumiy minerallashuvi bilan kaltsiy bog'langan  $r=0,87$ , magniy  $r=0,67$ , natriy +kaliy  $r=0,83$  tashkil etadi (5-rasm). Demak daryoning quyi oqimida anion va kationlar miqdori ko'payadi.

Zarafshon daryosi suvlari gidrokimyoviy tarkibiga ko'ra gidrostvorlar bo'yicha O.A.Alyokin tasnifi asosida tasniflandi. Zarafshon-Rovatxo'ja gidrostvoridagi suvlar gidrokarbonatlar sinfiga, kaltsiyli guruhga, birinchi tipga kiradi, Buhoro shahri yaqinidagi suvlar sulfatlar sinfiga o'tadi, kaltsiyli guruhi esa ba'zi oylarda magniyga o'zgaradi va ikkinchi tipdagi suvlarga aylanadi. Navoiy shahri yaqinida daryo suvlari sulfatlarlar sinfiga, natriyli guruhga va ikkinchi tipga kiradi.

#### Xulosalar.

1. Zarafshon daryosi suvlarining sifati salbiy o'zgarishlarga uchraydi. Daryoning quyi oqimiga borib suvning minerallashuvi 10 barobar ortadi.

2. Zarafshon-Ravotxo'ja gidrostvorida daryo suvlarining minerallashuvi yil davomida 206 - 396 mg/l oralig'da o'zgarsa, Buhoro shahridan yuqorida 2439-2832mg/l, Buhoro shahrining quyidagi gidrostvorda 2426-2802 mg/l, demak minimal va maksimal minerallashuv miqdori mos ravishda 11 va 7 barobar ortadi.

3. Navoiy shahridan yuqorida suvning minerallashuvi 772-1716 mg/l, shahardan quyidagi gidrostvorda esa 766-1704 mg/l oralig'ida o'zgaradi

4. O.A.Alyokin tasnifi bo'yicha Zarafshon-Ravotxo'ja gidrostvoridagi daryo suvlari gidrokarbonatlar sinfiga, kaltsiy guruhiga, birinchi tipga kiradi, Buhoro shahri yaqinida suvlar sulfatlar sinfiga, kaltsiyli va magniyli guruhlarga o'zgarib turadi, shuningdek, ikkinchi tipga o'tadi. Navoiy shahri yaqinida daryo suvlari sulfatlarlar sinfiga, natriyli guruhga va ikkinchi tipga kiradi.

5. Daryo suvlarining minerallashuvi shaharlarning oqava suvlari va dalalardan qaytgan kollektor –zovur suvlari hisobiga daryo uzunligi bo'yicha ko'payib boradi.

### **Adabiyotlar ro'yxati**

1. Владимиров А.М., Ляхин Ю.И. и др. Охрана окружающей среды: Учебник. - Л.: Гидрометеоздат, 1991, с. 159-265.
2. Владимиров А.М. Орлов В.Г. Охрана и мониторинг поверхностных вод суши. Учебник. - СПб.: РГГМУ, 2009. - 220 с.
3. Гидрохимический бюллетень. Ташкент. Узгидромет. 1986, 2012-2022 гг.
4. Никаноров А.М. Гидрохимия / Учебное пособие.–Л.: Гидрометеоздат, 1989. – 347 с.
5. Рубинова Ф.Э., Иванов Ю.Н. Качество воды рек бассейна Аральского моря и его изменение под влиянием хозяйственной деятельности.–Ташкент:НИГМИ Узгидромет, 2005. -185 с.
6. Рубинова Ф.Э. Изменение стока р. Сырдарья под влиянием водохозяйственного строительства в ее бассейне Труды САРНИГМИ, - вып. 58 (139), 1979. - 136 с.

## **ОЦЕНКА СТЕПЕНИ МИНЕРАЛИЗАЦИИ РЕКИ СЫРДАРЬЯ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН**

Бозорова Н.<sup>1</sup>, Норматов И.Ш.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Худжандский научный центр Национальной Академии наук Таджикистана, Худжанд, Таджикистан, nigora.s82@mail.ru

<sup>2</sup> Таджикский национальный университет, Душанбе, Таджикистан, inomnor@gmail.com

**Аннотация.** Представлены результаты химических анализов проб воды из пяти пунктов реки Сырдарья на территории Республики Таджикистан. При проведении химических анализов и интерпретации результатов руководствовались нормативными документами и установленными стандартами. Установлено, что сток реки Сырдарья поступает на территории Таджикистана с более высокими значениями Ph и минерализации, хотя все они находятся в пределах допустимого порога ФАО для Ph от 6,80 до 8,40. Максимальное значение Ph образца воды из ствола реки после Кайраккумского водохранилища свидетельствует о накопление в нем достаточно большое количество катионов и анионов.

**Ключевые слова:** Сырдарья, минерализация, электропроводность, катионы, анионы, орошение, водохранилище.

## **ASSESSMENT OF THE SYRDARYA RIVER MINERALIZATION DEGREE IN THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN**

Bozorova N.<sup>1</sup>, Normatov I.Sh.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Khujand Scientific Center of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Khujand, Tajikistan, nigora.s82@mail.ru

<sup>2</sup> Tajik National University, Dushanbe, Tajikistan, inomnor@gmail.com

**Abstract.** The results of chemical analyses of water samples from five points along the Syrdarya River in Tajikistan are presented. The analyses were conducted in accordance with established standards and regulatory documents, and the results were interpreted accordingly. The Syrdarya River enters Tajikistan with a high Ph and mineralization, but all values are within the acceptable FAO range for Ph,

from 6.80 to 8.40. The maximum Ph value of the water sample from the river trunk downstream of the Kayrakkum reservoir indicates the accumulation of a sufficiently large number of cations and anions in the water.

**Keywords:** Syrdarya, mineralization, electrical conductivity, cations, anions, irrigation, reservoir

Концепция водной безопасности наряду с охватом проблемы дефицита воды обостряет внимание на безопасность воды с точки зрения химического состава, уровня загрязненности рек и распространения загрязнителей по руслам рек [1].

Реки являются основным компонентом глобального водного цикла и играют важную роль в геохимическом круговороте элементов [5].

Гидрохимический состав водного объекта зависит от геологической формации, через которую он протекает, или его петрографического состава, растительности водосбора и атмосферного поступления, типа и количество осадков, рельефа бассейна [10, 11] и отражают состояние климат и окружающей среды района протекания реки.

Являясь важным фактором, определяющим использование воды в бытовых, ирригационных или промышленных целях, гидрохимические характеристики имеют большое значение для устойчивого управления использованием водных ресурсов, а также для защиты и создания экологической среды [14].

Ионы в воде рассматриваются как естественные “индикаторы” и анализ основного ионного состава воды может быть использован для выявления и контроля основных процессов, влияющих на химический состав воды. Это выветривание горных пород в речных бассейнах, испарение и концентрация водных объектов, а также поступление атмосферных соединений через осадки [4,6,12]. Между тем, антропогенная деятельность, такая как орошение, оказывает большое влияние на соленость воды, большое количество солей и агрохимические нагрузки будут влиять на качество воды при обратном орошении [7].

Развитие ирригации привело к изменению содержания ионов в воде реки Сырдарья с карбонатно – кальциевого на натриево– магниевого и сульфатно-хлоридного [9]. В общей сложности 20 миллионов тонн соли в год поступает в реку Сырдарья по осушенному обратному стоку, что увеличивает содержание соли в реке с 300 до 600 мг.

В солевом составе  $MgSO_4$ ,  $Ca(HCO_3)_2$ ,  $NaCl$  и  $CaSO_4$  обычно содержатся в количестве от 3000 мг/л выше по течению до 3000 мг/л ниже по течению от Ферганской долины [13]. Согласно результатам многолетних исследований, проведенных в последние десятилетия в отношении воды низовьев Сырдарьи, степень минерализации поверхностных вод достигает 900-1100 мг/л, а концентрация сульфатных соединений повышается до 40-45% [3, 8].

Настоящая работа посвящена исследованию изменения минерализации вод реки после пересечения границы Узбекистан – Таджикистан и по стволу реки на территории Таджикистана между гидрологическими станциями Акджар и Кызылкишлак. При проведении химических анализов и интерпретации результатов руководствовались нормативными документами [2]. Содержание натрия и  $K^+$  определяли пламенно-фотометрическим,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  объемно титрованием этилендиаминтетрауксусной кислотой,  $Cl^-$  определяли титрованием нитратом серебра. Сульфатные анионы ( $SO_4^{2-}$ ) осаждались хлоридом бария в виде сульфата бария и определялись гравиметрически.

В таблице 1 обобщены результаты физико-химических анализов вод реки Сырдарья.

Уровень pH является показателем преобладания катионов и анионов. Высокий уровень pH воды для орошения указывает на возможность осаждения соли карбоната кальция, которая может привести к закупорке источников в капельной системе. Допустимая норма pH установленная ФАО для ирригационной воды 6.8 – 8.4.

## Результаты титриметрического анализа проб воды

Показатели	Ед. изм	г/п Акджар	Булок	Канибадам	ГЭС Кайрак-кум	г/п Кызылкишлок
pH		7.71	7.28	7.33	7.81	7.39
ЭП	мСм/см	1.487	1.494	1.483	1.154	1.158
Ca <sup>2+</sup>	мг/л	68.2	76.0	72.1	56.4	52.3
Mg <sup>2+</sup>	мг/л	33.6	38.4	38.4	26.4	28.8
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	мг/л	164.7	207.4	176.9	134.2	137.9
Cl <sup>-</sup>	мг/л	39.7	22.6	34.0	19.8	19.7
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	мг/л	340	386	386	370	266
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	мг/л	4.37	3.11	3.12	0.42	0.97
Минер-ция	г/л	1.488	1.487	1.476	1.134	1.141
TDS	г/л	1.073	1.058	1.050	0.817	0.824

Из рис.1, где представлено значений Ph для образцов вод, отобранных из пяти точек по стволу реки Сырдарья видно что, из Узбекистана поступает вода с более высокими значениями Ph, хотя все они находятся в пределах допустимого порога ФАО от 6,80 до 8.40. Максимальное значение Ph в образце воды отобранного из ствола реки после Кайраккумского водохранилища свидетельствует о накоплении в нем достаточно большое количество катионов и анионов.

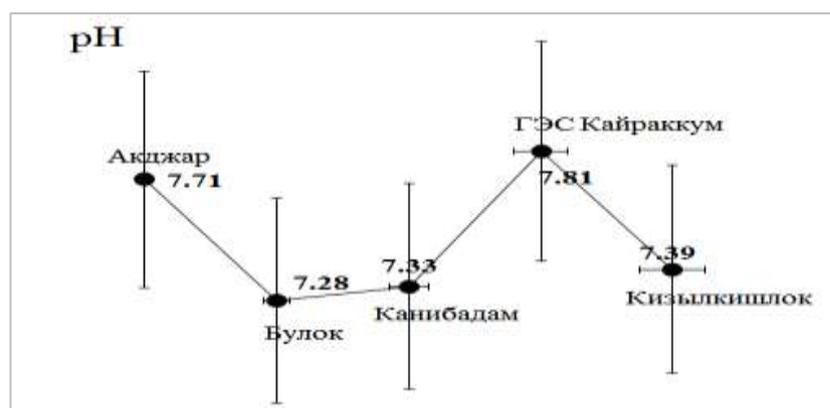


Рис.1. Значений Ph вод по створам реки Сырдарья

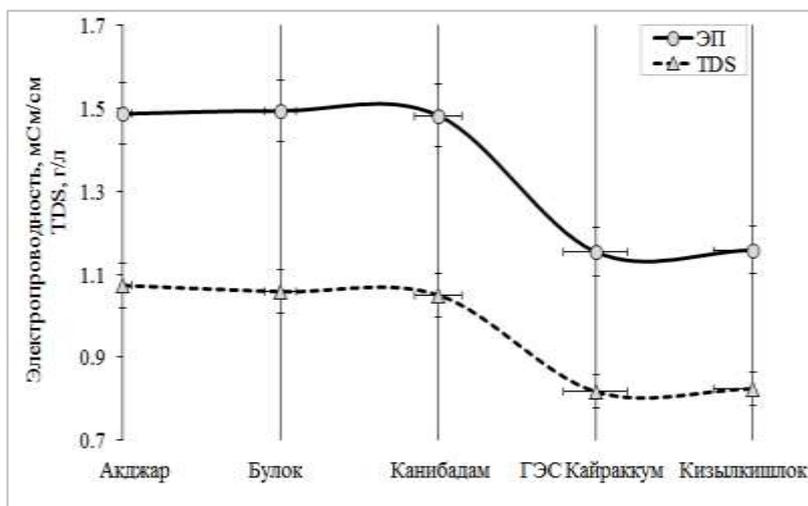
Из рис.1, где представлено значений Ph для образцов вод, отобранных из пяти точек по стволу реки Сырдарья видно, что из Кыргызстана поступает вода с более высокими значениями Ph, хотя все они находятся в пределах допустимого порога ФАО от 6,80 до 8.40.

Другим важным параметром используемого в качестве индикатора качества поливной воды является электропроводность, показывающего общее количество минеральных солей, растворенных в воде, благодаря чему часто используется для измерения засоления, связанных с орошением сельскохозяйственных культур.

На рис. 2 приведена электропроводность (ЭП) и числовое значение присутствия примесей в воде (TDS) исследуемых образцов воды из реки Сырдарья.

Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединённых Наций (ФАО) установлен допустимый для вод, используемых для полива сельскохозяйственных культур предел электропроводности равного 1000 мкСм/см.

Из рис.2 следует, что река Сырдарья пересекающая границу поступает на территорию Таджикистана с более высокими значениями степени минерализации и лишь после Кайраккумского водохранилища становится приемлем для орошения сельскохозяйственных земель.



**Рис. 2. Изменения электропроводности и числовых значений присутствия примесей в воде (TDS) реки Сырдарья на территории Таджикистана**

### Список литературы

1. Норматов И.Ш., Шерматов Н., Норматов П.И., Маркаев Б.А., Норматов А.И. Формирование и изменение химического состава воды вдоль русла трансграничной реки Пяндж (Таджикистан) // Геосферные исследования, № 4, 2023. – С. 65–76.
2. Amirgaliev N., Askarova M., Normatov I., Ismukhanova L., Kulbekova R. On the choice of optimal parameters for the integrated assessment of surface water quality // News NAN Republic of Kazakhstan. Series Geology & Tech. Science, 2019. 3(435):
3. Bekbaev R. K., Kazykenova, G. V. Water resources management on irrigated lands of the lower reaches of the Syr Darya // Ecological sustainability and advanced approaches to water resources management in the Aral Sea basin. Central Asian International Scientific and Practical Conference, Almaty. 2003.– P. 141. (rus).
4. Dinka M. O., Loiskandl W., Ndambuki J. M. (2015). Hydrochemical characterization of various surface water and groundwater resources available in Matahara areas, Fantalle Woreda of Oromiya region // Journal of Hydrology: Regional Studies, 2015. 3:444–456.
5. Garrels R.M., Mackenzie F.T., Hunt C. Chemical cycle and the global environment //–New York: William Kaufman. 1973. –260 p.
6. Han G., Liu C. Q. Water geochemistry controlled by carbonate dissolution: a study of the river waters draining karst-dominated terrain, Guizhou Province, China // Chemical Geology, 2004. 204(1-2):1–21.
7. Isidoro D., Aragüés R. (2007). River water quality and irrigated agriculture in the Ebro basin: an overview // International Journal of Water Resources Development, 2007. 23(1):91–106.
8. Kenjebayeva S. S. Hydro-geological conditions of the territory of the lower Syrdarya river flow due to the irrigation of agriculture lands // Res Publica, 2015. 3:52–62 (rus).
9. Kipshakbaev N., De Shouter J., Dukhovny V., Malkovsky I., Ogar N., Haibullin A., Yaprntsev V., Tuchin A., Yakhiyaeva K. Ecosystem restoration in the Syrdarya delta and Northern part of the Aral Sea // –Almaty: EVERO. 2010.-132с.
10. Mason B., Moore C.B., Hintermaier-Erhard G. Basic features of geochemistry with 66 tables // – Stuttgart: Enke. 1985. –101p.
11. Meybeck M. Global chemical weathering of surficial rocks estimated from river dissolved loads // Amer. J. Sci., 1987. 287(5): 401–428.
12. Sadashivaiah C. R. R. C., Ranganna G. Hydrochemical Analysis and Evaluation of Groundwater Quality in Tumkur Taluk, Karnataka State, India // International Journal of Environmental Research & Public Health, 2008. 5(3):158–164.
13. SIC ICWC, UNECE, & CAREC. Water quality in the Amudarya and Syrdarya river basins // Analytical Report, 25–26. –Tashkent. United Nations Economic Commission for Europe. 2011.
14. Zhang W., Ma L., Abuduwaili J. Hydrochemical characteristics and irrigation suitability of surface water in the Syr Darya River, Kazakhstan // Environ Monit. Assessment, 2019. 191:572-589.

## KICHIK SOYLAR OQIMINING IQLIMIY OMILLARGA BOG‘LIQLIGI

G‘aniyev Sh.R., Shirinboyev D.N., Nabiyev D.Z.

Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti, Samarqand, O‘zbekiston,  
shaxobganiyev88@gmail.com

*Annotatsiya.* Maqolada O‘rta Zarafshon havzasidagi kichik daryolar va soylar oqimining yil davomida taqsimlanishini iqlimiy omillarga bog‘liq holda o‘zgarishlari ko‘rib chiqilgan. Shu maqsadda, tadqiqot obyekti sifatida tanlab olingan Omonqo‘tonsoyda kuzatilgan o‘rtacha oylik va yillik suv sarflari, hamda NASAning “Prediction Of Worldwide Energy Resources” bazasida zondlash asosida kuzatilgan atmosfera yog‘inlari ma’lumotlaridan foydalanilgan. Natijada, Omonqo‘tonsoy oqimining yil davomida o‘zgarishlari ko‘rsatib berilgan.

*Kalit so‘zlar:* daryo, daryo oqimi, yil davomida taqsimlanishi, yog‘in, zondlash, eng ko‘p oqimli oy.

## ЗАВИСИМОСТЬ СТОКА МАЛЫХ РЕК ОТ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Ганиев Ш.Р., Ширинбоев Д.Н., Набиев Д.З.

Самаркандский государственный университет имени Шарофа Рашидова,  
shaxobganiyev88@gmail.com

*Аннотация.* В статье рассматриваются изменения годового распределения стока малых рек и сайев бассейна Среднего Зарафшана в зависимости от климатических факторов. Для этого были использованы среднемесячное и годовое потребление воды, наблюдаемое в Аманкутансай, выбранном в качестве объекта исследования, а также данные об атмосферных осадках, наблюдаемых на основе зондирования в базе данных НАСА «Прогнозирование мировых энергетических ресурсов». В результате показаны изменения стока Амонкотонсоя в течение года.

*Ключевые слова:* река, сток реки, распределение в течение года, осадки, зондирование, наиболее полноводный месяц.

## DEPENDENCE OF SMALL RIVERS FLOW ON CLIMATIC FACTORS

Ganiyev Sh.R., Shirinboyev D.N., Nabiev D.Z.

Samarkand State University named after Sharof Rashidov, shaxobganiyev88@gmail.com

*Abstract:* changes in the annual distribution of runoff of small rivers and saies of the Middle Zarafshan depending on climatic factors are considered. It uses average monthly and annual water consumption, studies satellites and Amankutansai, selected and selected sites, as well as precipitation data, satellite sensors and NASA “Prediction Of Worldwide Energy Resources” data. And the results show changes in the reserves of Amankutansay and the Flow of the Year.

*Key words:* river, river flow, distribution throughout the year, precipitation, sounding, the deepest month.

Mamlakatimiz iqtisodiyotining turli tarmoqlarida foydalaniladigan hamda ekin maydonlarini sug‘orishda ishlatiladigan suvning asosiy qismi qo‘shni davlatlar, ya‘ni Qirg‘iziston va Tojikiston respublikalari hududidan boshlanuvchi transchegaraviy daryolar hisobiga to‘g‘ri keladi [1, 2, 3]. Bu holat O‘zbekiston Respublikasi hududida shakllanadigan mahalliy suv resurslarining yil davomida taqsimlanishini o‘rganishni va ulardan tegishli tashkiliy xulosalar chiqarishni taqozo etadi. Bu borada, O‘rta Zarafshon havzasi va Samarqand viloyati uchun muhim ahamiyatga ega bo‘lgan Omonqo‘tonsoy misolida o‘rganish yanada **dolzarb** ahamiyat kasb etadi.

Umuman olganda, mazkur masala, ya‘ni daryolar oqimining yil davomida taqsimlanishi V.G.Andreyanov, B.N.Bolshakov, K.P.Voskresenskiy, V.L.Shuls, O.P.Sheglova, A.Raxmatullayev, F.H.Hikmatov, S.A.Xaydarov, D.N.Shirinboyev, R.R.Ziyayev va boshqalar tomonidan o‘rganilgan [1, 3, 4, 5]. Lekin, ularda O‘rta Zarafshon havzasidagi kichik daryolari alohida tadqiqot obyekti sifatida ko‘rib chiqilmagan.

Mazkur tadqiqotning asosiy maqsadi O‘rta Zarafshon havzasidagi Omonqo‘tonsoy oqimining yil davomida oylar va fasllar bo‘yicha taqsimlanishini o‘rganishga qaratilgan. Ushbu maqsadni amalga oshirish uchun tadqiqotimizda quyidagi vazifalar belgilab olindi: 1) Omonqo‘ton havzasida kuzatilgan atmosfera yog‘inlari malumotlari O‘ZGIDROMET va

NASAning “Prediction Of Worldwide Energy Resources” bazasida kuzatilgan zondlash ma’lumotlarini olish va o’zaro taqqoslash 2) tadqiqot obyekti sifatida tanlab olingan daryolarning o’rtacha oylik va yillik suv sarflari haqidagi ma’lumotlarni to’plash; 3) O’rta Zarafshon havzasidagi daryolar va soylar oqimining yil davomida oylar va fasllar bo’yicha taqsimlanishini birinchi bazaviy iqlimiy davr (BBID, 1961-1990 yy.) va joriy iqlimiy davrlar (JID, 1991-2022 yy.) uchun hisoblash; 4) daryo va soylarda kuzatilgan ekstremal suvli yillarni aniqlash va ularda oqimning yil davomida oylar va fasllar bo’yicha taqsimlanishi xususiyatlarini o’rganish.

Omonqo`ton qishlog`i Samarqand viloyatining Urgut tumanida joylashgan bo`lib, Samarqand va Qashqadaryo viloyatlarini bog`lovchi Taxtiqaracha dovoni orqali o`tdigan avtomobil yo`li yoqasida joylashgan. Chaqilkalon va Qoratepa tog`larini ajratib turadigan chegara hududining balandligi 2000 metrga yetadi va shu balandlikdan boshlanadigan soy “Omonqo`tonsoy” nomi bilan ataladi. Soyning uzunligi 29 km bo`lib, havzasining maydoni 57,8 km<sup>2</sup> dir [4]. Omonqo`tonsoy havzasi Samarqand viloyatidagi eng ko`p atmosfera yog`inlari yog`adigan joy bo`lgani uchun daryo o`zanida doimiy suv oqimi kuzatiladi [5]. Daryo asosan yomg`ir va mavsumiy qor hamda yer osti suvlari bilan oziqlanadi. Jala yomg`irlarining asosiy oqimi bahor oylariga to`g`ri keladi va bu ba`zan sel – toshqinlarini keltirib chiqaradi. Omonqo`tonsoy o`ndan ortiq katta-kichik irmoqlarga ega bo`lib irmoqlari Tillasoy, Qumbelsoy, Konsoy, Toklisoy, Mulatsoy, Shiroqbuloq (Sharrakbuloq), Bulbulzorsoy, Qayrog`ochsoy, Maydonsoy, Shohoksoy (Jiydalisoy), Yo`lsoy, Qaflatunsoy (Qoflotunsoy), Tersaksoy, Qo`zichisoy, Sevazsoy deb nomlanadi va bu irmoqlar Omonqo`tonsoyning doimiy suv bilan ta`minlaydi. Chaqilkalon tog`ining g`arbiy, shamolga ro`para yonbag`rida Samarqand viloyatining eng yirik sun`iy (antropogen) o`rmonlaridan biri joylashgan [4, 5, 6]. Omonqo`tonsoyning o`rtacha ko`p yillik suv sarfi 0,901 m<sup>3</sup>/sek ga teng (1-jadval).

**1-jadval**

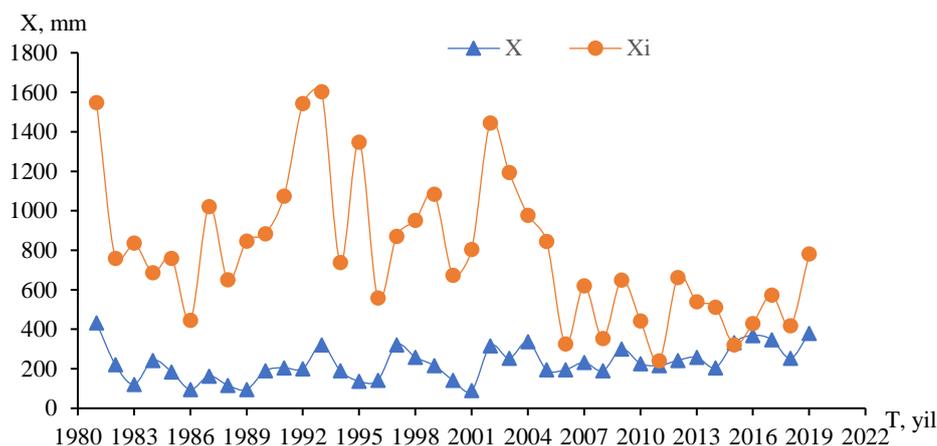
**Omonqo`tonsoyning ko`p yillik o`rtacha oqim ko`rsatkichlarik**

Daryo - post	F, km <sup>2</sup>	H, km	Q, m <sup>3</sup> /s	W, 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	M, l/s km <sup>2</sup>	h, mm
Omonqo`tonsoy-Omonqo`ton q.	57,8	1,601	0,901	28,4	16,5	518

Omonqo`ton havzasida 1981-2022 yillarda kuzatilgan atmosfera yog`inlari malumotlarini O`zgidrometning manbalaridan hamda NASAning “Prediction Of Worldwide Energy Resources” bazasida kuzatilgan zondlash ma’lumotlari olindi va o’zaro taqqoslandi (1-rasm). Natijalar, o’zaro yaqin bo`lib zondlash ma’lumotlarida nisbatan keskin tebranishlar kuzatilmagan. Bunga sabab, butun havzada kuzatilgan yog`inlar ma`lum birliklar asosida olinganligida. Natijalar oxirgi o`n yillikda ozgina o`zgarishlar borligi aniqlandi. Lekin ushbu ma’lumotlardan havzada shakllanadigan suv resurslarini baholashda foydalanish imkoyatlari yuqori ekanligini ko`rsatdi.

Omonqo`tonsoyning ko`pyillik oqimi tahlil qilinganda nisbatan daryoda oqimning oshganligi ko`rish mumkin. Lekin, Omonqo`ton havzasida aholi sonining oshishi, tog`oldi, tog` va yaylovlarning o`zlashtirilishi natijasida suvga bo`lgan talabning ortishi bilan Omonqo`tonsoyning quyi qismida suvning keskin kamayishi kuzatilmogda. Bu jarayon kiyingi yillarda Omonqo`tonsoy kelib quyiladigan Qoratepa suv omborida suv sathining pasayishida yaqqol namoyon bo`lmoqda.

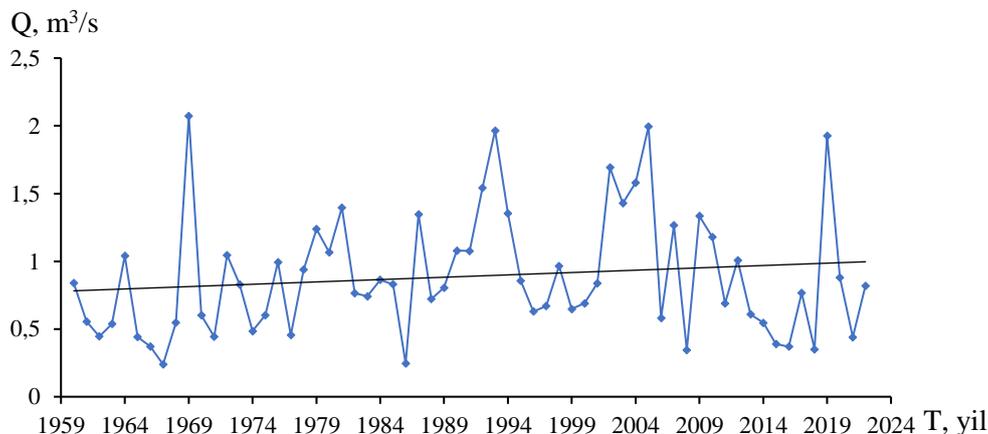
Omonqo`tonsoyning ko`p yillik o`rtacha oqimining tebranishiga (1-rasm) e`tibor bersak, eng ko`p suvli yillar 1969, 1993, 2005 va 2019 yillarda kuzatilgan. Ushbu yillarda kuzatilgan suv sarflari mos ravishda 2,07 m<sup>3</sup>/s, 1,97 m<sup>3</sup>/s, 1,99 m<sup>3</sup>/s va 1,93 m<sup>3</sup>/s ni tashkil etganligini ko`rishimiz mumkin. Soyning oqimi ko`p bo`lgan yillari atmosfera yog`inlari, bug`lanish jadalligiga nisbatan bir necha marta yuqori bo`lgan. Omonqo`tonsoy mavsumiy yomg`ir, qor suvlaridan to`yinuvchi daryolar tipiga kiradi. Soyning ko`p suvli yillari atmosfera yog`inlarining ko`p yillik o`rtacha meyoriga nisbatan ortiqcha miqdorda yog`ishi bilan izohlanadi.



**1-rasm. Omonqo‘ton havzasida 1981-2022 yillarda kuzatilgan atmosfera yog‘inlari**

*Izoh: X - NASAning “Prediction Of Worldwide Energy Resources” bazasida kuzatilgan zondlash ma’lumotlari,  $X_i$  - O‘ZGIDROMET ma’lumotlari*

Omonqo‘tonsoyni ko‘p yillik suv sarfini tahlil qilish natijasida ma’lum bo‘ldiki, kam suvli yillar 1986, 2008 va 2015 yillarga to‘g‘ri keladi (Eng ko‘p yillik va eng kam yillik suv sarflari o‘rtasidagi farq  $1,83 \text{ m}^3/\text{s}$  ga teng). Ushbu yillarda mos ravishda o‘rtacha suv sarfi  $0,24 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $0,346 \text{ m}^3/\text{s}$  va  $0,385 \text{ m}^3/\text{s}$  suv miqdorlari kuzatilgan. Kam suvli yillarda suv miqdorining kam bo‘lishiga asosan atmosfera yog‘inlarining daryo havzasiga kam yog‘ishi va havo haroratining shu hudud uchun yuqori qiymatlari kuzatilishi bilan bog‘liq. Masalan quyida (2-rasmda) Omonqo‘tonsoyning ko‘p suvli yillardan biri, tahlili shuni ko‘rsatadiki 2019 yil uchun tuzilgan grafikda to‘linsuv davridagi kuzatilgan eng ko‘p suv sarfi



**2-rasm. Omonqo‘tonsoyning o‘rtacha ko‘p yillik suv sarflarining yillararo tebranishi**

may oyida  $5,85 \text{ m}^3/\text{s}$  ni, eng kam suv sarfi oktyabr oyiga to‘g‘ri kelib  $0,223 \text{ m}^3/\text{s}$  ni tashkil etgan. Ushbu yilning ko‘p suvli yil bo‘lishiga sabab atmosfera yog‘inlarining meyoridan nisbatan ko‘p yog‘ishi va o‘rtacha havo haroratining meyorida bo‘lganligi bilan bog‘liq. Omonqo‘tonsoyning 2019 yilgi suv sarflariga nazar tashlasak, unda ikki davrni ajratish mumkin. Birinchi davr to‘linsuv davri bo‘lib, yanvar oyidan iyun oyining oxirigacha bo‘lgan davrni o‘z ichiga olsa, ikkinchi davr kam suvli davr bo‘lib, iyul oyidan noyabr oyining oxirigacha bo‘lgan davrni o‘z ichiga olgan. Demak, to‘lin suv davri yetti oy davom etgan, kam suvli davr esa besh oy davom etgan. Omonqo‘tonsoyning suv sarflari yil davomida bir xil taqsimlanmagan bahor oylarida suv sarfining ko‘payishi jala yog‘inlari va qorning erishi bilan bog‘liq bo‘lsa, yoz oylarida suv sarfining kamligiga asosiy sabab, yuqorida aytib o‘tganimizdek atmosfera yog‘inlarining kamligi, bug‘lanish miqdorining ko‘pligi bilan izohlanadi. Bundan tashqari yoz va kuz faslida aholini xo‘jalik maqsadlarida suvga bo‘lgan ehtiyoji ortib borishi, soy suv sarfini kamayishiga sabab bo‘ladi.

Omonqo‘tonsoyning ko‘pyillik oqimi tahlil qilinganda nisbatan daryoda oqimning nisbatan ortganligi kuzatildi. Omonqo‘ton havzasida aholi sonining oshishi, tog‘oldi, tog‘ va yaylovlarning o‘zlashtirilishi natijasida suvga bo‘lgan talabning ortib borishi asnosida, havzadagi suv resurslaridan samarali foydalanishni imkoniyatlarini oshirish. Soydagi suv taqsimotini tartibga solish. Bundan tashqari, Omonqo‘tonsoyning qiyalik va suv oqimi tezligini hisobiga kichik GES lar qurush imkoniyatlari mavjud.

### **Adabiyotlar ro‘yxati**

1. Hikmatov F.H. va boshqalar. Zarafshon havzasining gidrometeorologik sharoiti va suv resurslari. Monografiya. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2016. – 275 b.
2. Раткович Д.Я. Многолетние колебания речного стока. –Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 255 с.
3. Расулов А.Р., Хикматов Ф.Х. Умумий гидрология. Тошкент: Университет, 1995. 175 б.
4. Tirkashev N.I., Raxmatullayev A. Omonqo‘tonsoy hamda uning irmoqlarining gidrologik rejimi va energetik potentsiali / SamDU Ilmiy axborotnomasi. 3-son (121) Tabiiy fanlar seriyasi. 2020-yil.
5. Хикматов Ф.Х., Юнусов Г.Х., Хакимова З.Ф. и др. Закономерности формирования водных ресурсов горных рек в условиях изменения климата. Монография. -Ташкент: “Инновацион ривожланиш нашриёт-матбаа уйи”, 2020. -232 б.
6. Хайдаров С.А. Зарафшон хавзаси дарёлари сув ресурсларининг шаклланишига иклимий омилларнинг таъсирини баҳолаш. География фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) ... диссертация автореферати. -Тошкент, 2018. -48 б.
7. Хакимова З.Ф. Тоғ дарёлари оқимининг ҳосил бўлишига иклимий омилларнинг қўшган ҳиссаларини баҳолаш // Иқлим ўзгариши шароитида гидрометеорологик тадқиқотлар: долзарб муаммолар ва уларнинг ечимлари мавзуидаги Халқаро илмий-амалий конференция материаллари. – Тошкент, 2022. – Б. 77-80.
8. Зияев Р.Р. Зарафшон хавзаси дарёлари сув режими фазаларининг иқлим ўзгариши шароитидаги силжишлари. Геогр. фан. ф. д. ... дисс. автореферати. – Тошкент, 2021. – 46 б.
9. Ғаниев Ш.Р. Ўрта Зарафшон хавзаси дарёларининг гидрологик режими, сув ресурслари ва улардан самарали фойдаланиш. Геогр. фан. ф. д. ... дисс. автореферати.–Тошкент, 2022. –45 б.
10. Ғаниев Ш.Р. Кичик дарёлар оқимининг ҳосил бўлишига иклимий омиллар таъсирини статистик баҳолаш // «Иқлим ўзгариши шароитида арид ҳудудлар сув ресурслари: муаммолар ва уларнинг ечимлари» мавзуидаги халқаро илмий-амалий конференция материаллар Тошкент, 20 октябрь 2023 йил. – Б. 182-185.
11. G‘aniyev Sh.R., Shirinboyev D.N. O‘rta Zarafshon havzasidagi kichik daryolar va soylar oqimining yillararo tebranishi / SamDU Ilmiy axborotnoma. Aniq va tabiiy fanlar seriyasi. ISSN 2091-5446. Samarqand, 3-son 2023.
12. Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на гидрометеорологические процессы, агроклиматические и водные ресурсы Республики Узбекистан. – Ташкент: «VORIS NASHRIYOT», 2007. – 133 с.
13. Шульц В.Л., Машрапов Р. Ўрта Осиё гидрографияси. – Тошкент, 1969. – Б. 128-134.

### **ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ВОДНЫЙ РЕСУРС В ЦЕЛЯХ АДАПТАЦИИ К ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА**

Мурадов Ш.О., Тураев У.М.

Каршинский инженерно-экономический институт, Карши, Узбекистан, m.oikos@mail.ru

**Аннотация.** Обоснована декарбонизированная газогидратная технология получения дополнительных водных ресурсов путем их деминерализации. Приводится обзор истории и методик исследований газовых гидратов. На основании ретроспективного анализа существующих технологий деминерализации вод, разработан наиболее эколого-экономичный способ, основанный на физико-химических процессах. Доказана эффективность наиболее усовершенствованной конструкции способа деминерализации вод. Катализатором образования газового гидрата явилась барбатажно-цилиндрическая колонна, перемешивающее устройство и система азотного охлаждения. Подтверждено технико-экономическое преимущество над известными методами.

**Ключевые слова:** деминерализация, газогидратная технология, подземные и поверхностные воды.

## IQLIM O'ZGARISHIGA MOSLASHISH UCHUN QO'SHIMCHA SUV RESURSI

Muradov Sh.O., To'raev U.M.

Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, Qarshi, O'zbekiston, m.oikos@mail.ru

**Аннотация.** Gazgidrat texnologiyasiga asoslanib suvlarni mineralsizlantirish orqali qo'shimcha suv resurslarini olish. Gaz gidratini tadqiq qilish tarixi va usullarini ko'rib chiqilgan. Amaldagi suvni mineralizatsiyalash texnologiyalarini retrospektiv tahlil qilish asosida fizik-kimyoviy jarayonlarga asoslangan ekologik-iqtisodiy usul ishlab chiqildi. Suvni mineralizatsiya qilish usulining eng ilg'or dizayni samaradorligi isbotlangan. Gazgidrat hosil bo'lishining katalizatori barbotajli-silindrsimon ustun, aralashtirish moslamasi va azotli sovutish tizimi edi. Ma'lum usullarga nisbatan texnik va iqtisodiy ustunligi isbotlangan.

**Калит сўзлар:** demineralizatsiya, gazogidrat texnologiya, yer osti va yer usti suvlari

## ADDITIONAL WATER RESOURCE FOR ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE

Muradov Sh.O., Turaev U.M.

Karshi Engineering and Economic Institute, Karshi, Uzbekistan, m.oikos@mail.ru

**Abstract.** The decarbonized gas hydrate technology for obtaining additional water resources through their demineralization is substantiated. A review of the history and methods of gas hydrate research is provided. Based on a retrospective analysis of existing water demineralization technologies, the most environmentally-economical method based on physical and chemical processes has been developed. The effectiveness of the most advanced design of the water demineralization method has been proven. The catalyst for the formation of gas hydrate was cylindrical bubble columns, a mixing device and a nitrogen cooling system. The technical and economic advantage

**Keywords:** demineralization, gas hydrate technology, underground and surface waters.

Дефицит пресной воды ощущается в мире на территории 40 стран, расположенных главным образом в аридных, а также засушливых областях и составляющих около 60% всей поверхности земной суши (по расчетам, к началу 21 в. достигнет  $120-150 \times 10^9 \text{ м}^3$ ). Интенсивный рост промышленности должен быть в максимальной степени обеспечен не вследствие увеличения водозаборов свежей воды, а в результате интенсивного развития систем оборотного и повторно-последовательного водоснабжения [1]. В настоящее время более 2,5 миллиарда человек живут в населенных пунктах, которые испытывают острую нехватку воды [2]. Проблема нарастающего дефицита пресной воды благоприятного состава признана проблемой международного значения [3]. Этот дефицит может быть покрыт утилизацией соленых вод после деминерализации, объективно востребованное как обществом, так и природой. Искусственное опреснение соленых вод перспективно. Наибольших успехов в этой области достигло Государственное управление по использованию соленых вод США [4].

Недостаток пресной воды может быть ликвидирован и подачей её по трубопроводам или каналам из районов, в которых она имеется в избытке. Однако при значительном удалении пресноводных источников опреснение солёной воды на месте стоит дешевле пресной воды, поступающей по водоводам. По оценкам специалистов, при водопотреблении до  $1000 \text{ м}^3/\text{сут}$  опреснение солёной воды на месте выгоднее, чем подача пресной воды на расстояние больше 40-50 км, при водопотреблении  $100000 \text{ м}^3/\text{сут}$  – выгоднее, чем подача пресной воды на расстояние, больше 150-200 км. В высокоразвитых странах – США, Япония, Голландии – уже применяются подобные технологии.

Все существующие технологии очистки и деминерализации подземных, сточных, включая коллекторно-дренажные и озерные воды могут быть подразделены на две большие группы. Первая группа технологий основана на удалении из воды загрязняющих компонентов, вторая группа технологий базируется на противоположном принципе: из сточной воды выделяются не загрязняющие компоненты, а молекулы чистой воды.

Современный уровень техники характеризуется гидратной технологией деминерализации сточных вод, которая лишена главного недостатка – высокой энергоёмкости процессов.

Как отмечают Л.В. Кирейчева и др, минерализованные дренажные воды – это отходы гидромелиоративной системы. Их утилизация – серьезнейшая проблема современной науки [5]. Подземные воды глубокого залегания засолены и могут быть задействованы только при условии их опреснения [6].

Современный уровень науки и техники требует разработку эколого-экономических технологий деминерализации вод. В настоящее время в целях деминерализации вод применяют различные способы очистки.

Как отмечают Л.А. Коренева и М.К.Адылова, ... опреснительные технологии требуют использования дорогостоящих оборудования и материалов, следовательно, проблема разработки дешёвых технологий весьма актуальна [7]. При сравнении технико-экономических параметров различных способов, самой эколого-экономичной технологией явилась газогидратная.

Суть этой технологии состоит в том, что при контакте газа-гидратообразователя со сточной водой при соответствующих температурах и давлениях образуется газовый гидрат, в который входят только газ и пресная вода, а соли остаются в растворе, так как молекулы их слишком велики и не помещаются в полостях молекул воды. После выделения кристаллов гидрата из рассола их промывают и разлагают с образованием пресной воды и газа, который вновь направляют в цикл. В промышленных установках фирмы «Coppers» в качестве газа-гидратообразователя используют пропан [8].

Низкая энергоёмкость гидратной технологии деминерализации природных и сточных вод базируется на том, что основной процесс протекает в температурном интервале 0-10°C это накладывает ограничения на технологический процесс его использования.

Предложенное техническое решение [9] включает получение газового гидрата при контактировании газа-гидратообразователя с водой, выделение кристаллов гидрата, их промывку и разложение с образованием пресной воды и газа, причём в качестве газа-гидратообразователя используют растворимый в воде газ. По своим параметрам наиболее пригодным для этих целей является двуокись углерода (CO<sub>2</sub>) При этом образование гидрата двуокиси углерода осуществляют в интервале температур 275- 179°K при давлениях 1400-2500 кПа.

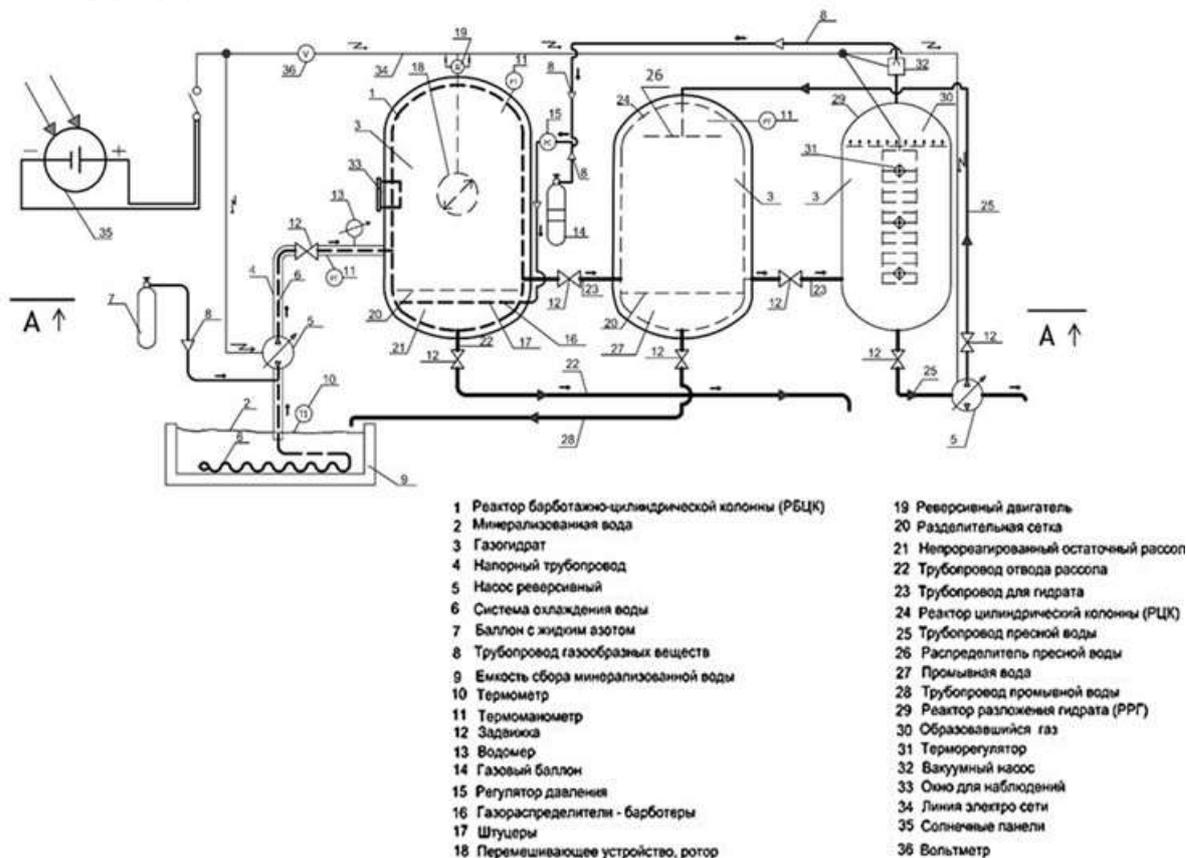
В настоящее время известно довольно большое количество газов, образующих гидраты. Однако далеко не все они пригодны для осуществления гидратного процесса деминерализации вод. В качестве критериев выбора оптимального газа-гидратообразователя могут быть использованы следующие: во-первых, гидрат должен образоваться при положительных температурах, т.е. контактируя с жидкой водой, при давлениях выше атмосферного (для исключения попадания в систему воздуха), но не более 20-25 Мпа (для уменьшения металлоёмкости конструкций, исходя из условий прочности); во-вторых, предпочтителен газ, хорошо растворимый в воде, и, в-третьих, газ-гидратообразователь должен соответствовать условиям гигиеничности и экологичности.

Перечисленным выше критериям в наибольшей степени соответствует двуокись углерода. Именно этот газ обладает существенными преимуществами по сравнению с газом, используемым в способе- США (пропаном) [8].

Исходя из экспериментальных данных, в качестве оптимального температурного интервала принят интервал от 275 до 279° K, которому соответствуют равновесные давления гидратообразования от 1400 до 2500 кПа. Температурные интервалы 273,1-274,9°K и 279,1-283,1°K составляют некий режимный “запас прочности” (они примыкают к верхним и нижним квадрупольным точкам, вблизи которых процесс гидратообразования резко ослабевает; кроме того, они необходимы для регулирования процессов теплообмена).

Предлагаемый способ деминерализации вод включает получение газового гидрата при контактировании газа-гидратообразователя с минерализованной водой, выделение кристаллов гидрата, их промывку и разложение с образованием пресной воды и газа, причём в качестве газа-гидратообразователя используют растворимый в воде газ-двуокись углерода, а сам процесс гидратообразования осуществляют в интервале температур 275- 279°К и при давлениях 1400-2500 кПа.

Исследования позволили разработать модернизированную технологию и новую установку [10] (рис. 1).



**Рис. 1. Модернизированная технологическая схема установки**

Способ деминерализации воды, включающий получение в цилиндрической колонне (1) газового гидрата (3) при контактировании минерализованной воды (2) с сжатой под давлением или сжиженную двуокисью углерода, используемой в качестве газа-гидратообразователя, промывку газового гидрата (24) и его разложение с образованием деминерализованной воды и газа (29), отличающийся тем, что подачу минерализованной воды (4) в цилиндрическую колонну (1) охлаждают азотной системой (6), для ускорения перемешивания газа-гидратообразователя с минерализованной водой производят барботирование и вращение устройством в виде ротора (18), а в реакторе для разложения газового гидрата (29) нагревают терморегулирующий теплообменник (31), причём система электроснабжения (34) получает электроэнергию от солнечной системы (35).

Еще одна особенность предложенного модернизированного решения – его универсальность. Поэтому деминерализации могут быть приняты подземные, коллекторно-дренажные, озерные и иные сточные воды весьма широкого спектра показателей: рН 3÷12; минерализации – от 2-3 до 200-300 г/л (кстати в апреле 2009г. засоление вод Восточного Арала достигло 253г/л [11]); она обладает селективностью, т.е. тип загрязнений – как неорганический, так и органический. Это означает, что для деминерализации вод, даже резко отличающихся по составу, могут быть использованы одни и те же типовые гидратные установки, а подземные и сбросные воды многих гидромелиоративных и коммунально-

бытовых систем могут неограниченно объединяться в общий сток для их централизованной очистки.

Конечным продуктом деминерализации является пресная вода. Гидратная технология предусматривает следующие требования к ней: рН 6,8+7,5; сухой остаток – не выше 1,0-1,5 г/л; по химическому, бактериальному составу, содержанию взвесей и физическим свойствам вода соответствует действующим нормативам. Как известно воды минерализацией от 0,7 до 2,0 г/л считаются хорошими по качеству для орошения [12]. Проектная мощность промышленных установок от 50 до 500 м<sup>3</sup>/ч.

Надо отметить, что одним из ярких объектов Мира, где востребовано применение данной технологии, является Центрально-Азиатский регион, где около 40% воды забранной из источников, участвует в формировании соленых дренажно-сбросных вод [13]. Описание перспективных ресурсоэкономичных технологий и технических средств для очистки дренажных и сбросных вод гидромелиоративных систем в СНГ приведены в каталоге [14].

Репрезентативным государством необходимости деминерализации соленых вод является Узбекистан, которое диктуется тем, что как отмечают В.А.Борисов и др., количество пресных питьевых подземных вод в Узбекистане за 30 лет (1965-1995) уменьшилось с 471 до 294 м<sup>3</sup>/с и стало составлять 34% вместо 56% от общей величины ресурсов подземных вод с минерализацией 5 и более г/л. Количество же последних даже несколько возросло с 844 до 853 м<sup>3</sup>/с [15]. Необходимость деминерализации соленых вод в одной из самых засушливых районов, которым является юг Узбекистана, объясняется тем, что наличие пресных (до 1,0 г/л) подземных вод в регионе незначительно (Сурхандарьинском -29,14, а в Кашкадарьинском -15,6 м<sup>3</sup>/с) по сравнению с Ферганским (111,4 м<sup>3</sup>/с), Приташкентским (90,8 м<sup>3</sup>/с) и Зарафшанским (46,4 м<sup>3</sup>/с) гидрогеологическими районами [16].

#### **Заключение.**

1. Деминерализованные воды являются дополнительным ресурсом в повышении водообеспеченности отраслей экономики в период изменения климата.

2. Разработанный усовершенствованный способ газогидратной технологии деминерализации вод соответствует современному уровню науки и техники, повышает безопасность работ, снижает дефицитность газо-гидратообразования, а также энергоемкость и повышает технологичность процессов: ускоряет образование гидратов и расширяет интервал положительных температур гидратообразования.

3. Экологичность данной технологии заключается в использовании одного из безопасного газа (СО<sub>2</sub>) усиливающим метаболизм в организме человека, в декарбонизации за счет сокращения газа, разрушающего озоновый слой и повышающий парниковый эффект, который влечет за собой глобальное потепление.

#### **Список литературы**

1. Шикломанов А.И., Георгиевский В.Ю. Проблемы изучения формирования и оценки изменений водных ресурсов и водообеспеченности в России // Метеорология и гидрология. - Москва: 2010. - № 1. С.23 – 32.

2. Matthew E. Suss, Volker Presser. Water Desalination with Energy Storage Electrode Materials. Joule 2, 10–15, January 17, 2018 © 2017 Elsevier Inc.

3. Безднина С.Я. Концепция экологически безопасного функционирования систем водопользования в АПК. В кн.: Методы и технологии комплексной мелиорации и экосистемного водопользования // Научное издание ВНИИГиМ РАСХН. – Москва, 2006. С .132 – 280.

4. Хамраев Н.Р., Денисов Ю.М., Давранова Н.Г., Азимбаев С.А. Основы управления местными водными ресурсами пустынь (на примере Ц. Кызылкума). – Ташкент: АО «Агросаноатахбороти», 1997. 130 с.

5. Кирейчева Л.В., Дубенок С.Н. Современная проблема мелиораций и пути их решения. Оптимизация использования дренажно-сбросных вод на орошаемых землях. М., 1992. Т.2 (99). С. 342-356.

6. Алиханов Б.Б. Выступление Председателя Государственного Комитета Республики Узбекистан по охране природы // Экологический вестник Узбекистана. – Ташкент, 2007. - № 11 (80). С. 6-8.
7. Коренева Л.А., Адилова М.К. Адсорбционная технология опреснения дренажной воды//Сб.научн.тр. САНИИРИ, Ташкент, 2003. С.116-120
8. Патент США № 2904511, кл. 210-59
9. Мурадов Ш.О., Валуконис Г.Ю. Способ деминерализации коллекторно-дренажных вод. Патент Узб. ИДР № 04339, 2000
10. Положительное решение о выдачи патента на изобретение. Способ деминерализации вод. №IAP 2023 0118 от 27.03.2024 г
11. Трешкин С.Е., Кузьмин Ж.В. Восстановление деградированных земель Приаралья в условиях изменения климата // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – Москва: 2010. - № 1. С. 79 – 82.
12. Мурадов Ш.О. Научное обоснование аридных территорий юга Узбекистана. -Ташкент: ФАН, 2012. -376 с.
- 13.Каримов А., Мирзаджанов К., Исаев С. Повышение продуктивности использования водных ресурсов на уровне фермерских хозяйств//Маериалы международного семинара ИКАРДА. Тараз: ИЦ «АКВА», 2002. С.38-49
14. Каталог перспективных ресурсоэкономичных технологий и технических средств для очистки дренажных и сбросных вод гидромелиоративных систем. М.: Россельхозакадемия. 2007. С.27-29.
15. Борисов В.А., Вавленко Л.И., Мусаева Т.П., Султанова Д.Г. Индексная оценка качества питьевых подземных вод Узбекистана//Проблемы питьевого водоснабжения и экологии. Ташкент: Изд-во«Университет», 2002. С. 83-91.
16. Абилов А.А., Галустян А.Г., Сидоренко О.Ф. Подземные воды-значительный резерв в повышении водообеспеченности орошаемых земель Узбекистан//Сб.науче.тр. «САНИИРИ», Ташкент, 2003. С. 62-68.

## СТОК ГОРНЫХ РЕК В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Мягков С.В., Махмудов Б.Б.

Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, Ташкент, Узбекистан,  
sergik1961@yahoo.com

**Аннотация.** Сток рек Средней Азии определяется сезонным снегонакоплением и таянием ледников. Рассматривается формирование речного стока двух соседних речных водосборов. Построение полиномиальных трендов гидрологических рядов осуществлялось с использованием наборов статистических функций и методов расчета по широко распространенным программам. Полученные результаты показывают значительные расхождения в характеристиках стока соседних речных бассейнов при различных входных режимах осадков и температуры воздуха. Показано влияние местных орографических факторов на формирование стока горных рек.

**Ключевые слова:** изменение климата, гидрологический цикл, гидрологические расчеты, водосбор

## FLOW OF MOUNTAIN RIVERS UNDER CLIMATE CHANGE

Myagkov S.V., Makhmudov B.B.

Scientific Research Hydrometeorological Institute, Tashkent, Uzbekistan, sergik1961@yahoo.com

**Abstract.** The flow of rivers in Central Asia is determined by seasonal snow accumulation and glacier melting. The formation of river flow from two neighboring river catchments is considered. The construction of polynomial trends of hydrological series was carried out using sets of statistical functions and calculation methods using widely used programs. The results obtained show significant differences in the runoff characteristics of neighboring river basins under different input regimes of precipitation and air temperature. The influence of local orographic factors on the formation of mountain river runoff is shown.

**Key words:** climate change, hydrological cycle, hydrological calculations, watershed

Актуальность исследования заключается в необходимости наиболее точного прогнозирования стока рек, водные ресурсы которых используются для орошения

сельскохозяйственных угодий и водоснабжения населенных пунктов региона. Реки Сох и Шахимардан являются трансграничными по этой причине зачастую возникают водные споры при водораспределении не только между водохозяйственными субъектами, но между населением разных стран. Поэтому точное прогнозирование стока трансграничных рек имеет важное значение.

Река Сох относится к рекам ледниково-снегового питания с пиком половодья в период июль-август. Река Шахимардан относится к рекам Снегово-ледникового питания, с пиком половодья в период-июнь-июль, и основным источником воды в реке является таяние сезонного снега.

Как отмечается в работе [6], обширные снежники и многочисленные горные ледники дают начало большинству рек в глобальном масштабе. В пределах Ферганской долины годовое количество осадков около 150 мм, в предгорьях 250-300 мм. Наблюдаемое изменение климата проявляется в виде повышения температуры воздуха и изменения режима осадков.

Температурный режим воздуха сказывается на режиме таяния снега, выпавшего зимой. Температурный режим формирует таяние ледников, расположенных в высокогорьях, которые являются одним из источников речного стока. Недостаточная достоверность прогноза температуры и режима осадков делает практически невозможным прогноз речного стока на вегетацию [7].

Режим осадков неравномерный, большая часть их выпадает в период октябрь-март и часто наблюдаются сильные дожди, приводящие к затоплению территорий и возникновению паводков.

В настоящее время во многих исследованиях речного стока в горах отражено изучение трендов температуры воздуха и режима осадков в бассейнах рек с последующим использованием полученных данных в математических моделях формирования стока и, таким образом, трендов динамики стока, которые строятся в зависимости от сценариев изменения климата [9].

В качестве научной основы рассматривается оценка трендов стока горных рек непосредственно по динамике стока для разных климатических периодов с использованием линейных и полиномиальных статистических зависимостей [1, 2].

По многочисленным исследованиям горной территории водосборного бассейна Аральского моря (бассейны рек Сырдарья и Амударья) отмечается, что за период 1980-2010 годы значительно сократилась площадь оледенения, что, в свою очередь, может привести к сокращению объема ледникового стока [3].

Климат Земли и земной водный цикл имеют очень тесную и сложную взаимосвязь, таким образом, динамика изменения климата будет влиять на водные ресурсы. Например, дефицит дождевых осадков снизит влажность почвы, речной сток и пополнение подземных вод, но величина этого эффекта перетока будет зависеть от местных условий, таких как свойства почвы, геология, растительность и водопользование.

В то же время гидрологический цикл сам по себе является важным компонентом климатической системы, контролирующим взаимодействие между атмосферой и земной поверхностью и обеспечение механизмов обратной связи в транспортировке, хранении и обмене массой и энергией.

На взаимосвязь между климатом и водными ресурсами влияет множество антропогенных факторов, включая, помимо прочего, землепользование и изменение земного покрова, системы регулирования и водозабора, а также загрязнение воды.

Оценка воздействия изменения климата на водные ресурсы бассейна позволит учитывать возможные изменения гидрологических характеристик при планировании развития сельскохозяйственного и других секторов экономики, а также для разработки адаптационных мероприятий [5].

Основная цель работы – показать, что исследование динамических изменений климата непосредственно изменяет сток рек, в то же самое время, необходимо оценить

влияние изменения климата непосредственно на сток рек [4]. В данной работе показано, что на сток реки влияет не только глобальное изменение климата, но и изменения, происходящие на соседних реках, изменяют сам водный режим и увеличивают затруднения при оценке влияния изменения климата от локальных влияний погоды, которые более определяются орографией и рельефом местности. Рельеф местности часто изменяет режим осадков в бассейне реки. Причем осадки могут выпадать в более высокой части бассейна, в то время как на средней части осадки могут отсутствовать.

Задачи работы включают оценку изменений режима стока горных рек за различные временные периоды увеличения и снижения стока рек не только в связи с температурами воздуха и сезонным снегонакоплением, но и кратковременными изменениями параметров гидрологического цикла, измерение которых инструментальными методами наблюдений не представляется возможным, а также рассмотрение трендов изменения стока для соседних водосборных бассейнов, в которых отражается локальная динамика стока [8].

Для гидрологического анализа были выбраны водоразделы рек Сох и Шахимардан, южные склоны Ферганской долины. Объемы годового стока значительно различаются. Среднегодовой сток реки Сох около 1,26 км<sup>3</sup> в год, площадь водосбора 3510 км<sup>2</sup>, тогда как сток реки Шахимардан – до 0,304 км<sup>3</sup> в год, а площадь водосбора – 1300 км<sup>2</sup>.

При условии, что сток формируется пропорционально осадкам, выпавшим на территории водосборного бассейна, таянию сезонного снега и ледников, то в общем виде уравнение водного баланса за определенный период можно записать в виде:

$$Q = \alpha X + \beta T + \gamma, \quad (1)$$

где  $Q$  – поступление воды в русло реки,  $X$  – на территории водосборного бассейна,  $T$  – температура воздуха на метеорологической станции,  $\alpha$ ,  $\beta$  – коэффициенты пропорциональности,  $\gamma$  – некоторый постоянный коэффициент, характеризующий приток грунтовых вод и таяние снежников в логах.

Используя уравнение (1) как уравнение статистической множественной регрессии для рек Сох и Шахимардан, были получены множественные коэффициенты детерминации за многолетний период (1931-2019 гг.), равные 0,672 и 0,647 соответственно, при множественном коэффициенте корреляции, равном 0,45 и 0,42.

На рис. 1 приведен совмещенный гидрограф стока рек Сох и Шахимардан. Гидрографы приведены до 1997 года по причине прохождения по реке Шахимардан разрушительного селя 7 июля 1997 года, который разрушил гидрологический пост, который был восстановлен позднее.



**Рис. 1. Гидрографы нормализованных значений расходов воды рек Сох и Шахимардан. Приведены полиномиальные тренды.**

Ввиду того, что абсолютные значения расходов воды по рекам Сох и Шахимардан имеют различные значения по величине, то для сопоставления гидрографов необходимо привести их к сопоставимым значениям.

Для этого была применена формула нормализации, а именно:

$$Q_{\text{норм}}=1-(Q_{\text{макс}}-Q_i)/(Q_{\text{макс}}-Q_{\text{мин}}), \quad (2)$$

где  $Q_{\text{макс}}$  – максимальное значение ряда,  $Q_{\text{мин}}$  – минимальное значение ряда,  $Q_i$  – значение ряда в текущий момент времени,  $Q_{\text{норм}}$  – нормализованная величина расхода, меняющаяся в пределах  $0 \leq Q_{\text{норм}} \leq 1$ .

Отметим, что за период 1964-1979 годы совпадение гидрографов разных рек практически идеальное. В остальных случаях наблюдается совпадение по направлению максимумов и минимумов, однако значения различаются. Во многих случаях наблюдаются обратные отклонения. На одной реке максимум, на другой минимум.

Это говорит о том, что данные реки по гидрологическому режиму различаются несмотря на то, что их водосборы расположены по соседству и находятся в одной географической зоне.

Рассмотрим линии сглаживания на гидрографах обеих рек. Для периода 1930-1960 гг. линии сглаживания по обеим рекам практически совпадают. Однако минимумы различаются по времени для р. Сох, минимум приходится на 1962 г., для р. Шахимардан минимум – 1972 г., разница составляет 10 лет. В период с 1972 г. для реки Шахимардан начинается подъем линии сглаживания, а для реки Сох, начиная с 1992 г., начинается спад, с максимумом в 1991 г.

Можно утверждать, что в одних случаях большое влияние на речной сток оказывают местные ландшафтно-географические и климатические условия формирования стока, в другие периоды большее влияние оказывают климатические факторы регионального характера, общие для обоих речных бассейнов. С помощью этого метода анализа динамики речного стока можно определить периоды преимущественного влияния на сток местных или региональных климатических факторов.

По результатам проведенных исследований выявлено, что в нормированных значениях стока для бассейнов соседних рек наблюдаются периоды с отклонениями стока одной реки от другой, при сходных географических, геоморфологических и ландшафтных условиях.

Использование нормирования значений стока для бассейнов различных рек позволяет анализировать сходство и различие условий формирования режима стока. Это особенно важно для анализа влияния изменения климата на конкретные территории и географические условия в бассейнах горных рек.

Анализ корреляции между нормированными значениями стока горных рек показал, что в многолетнем периоде наблюдения существуют периоды увеличения и уменьшения стока рек. Говорить об однозначности влияния изменения климата на увеличение или уменьшение речного стока в будущем является спорным вопросом и требует дальнейших исследований.

### Список литературы

1. Бубин М.Н. (2013) Ритмичность многолетних колебаний стока рек как интегральный показатель изменчивости климата. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. 279 с.
2. Кривенко В. Г. (1992) Концепция внутривековой и многовековой изменчивости климата как предпосылка прогноза // Климаты прошлого и климатический прогноз. Москва, 1992. С. 39-40.
3. Мягков С.В., Гавриленко Н.Н., Мягков С.С., Гофуров Т.К. (2020) Оценка ледникового стока в бассейне реки Сох графо-статистическим методом // Известия Географического общества Узбекистана. 2020. Том 58. С. 225-231.
4. Спекторман Т.Ю. (2015) Сценарии изменения климата для территории Узбекистана и зоны формирования стока рек Сырдарья и Амударья // Изменение климата, причины, последствия и меры реагирования. Бюллетень № 9. Ташкент, 2015. С. 29-39.
5. Arnell N. (1999), Climate change and global water resources. Global Environmental Change, Washington, pp. 31-49.

6. IPCC, 2007: Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976 p.

7. Mallakpour, I., Villarini G. (2015). The changing nature of flooding across the central United States, Nature Climate Change, No.5, pp. 250–254.

8. Teller J. (2017), Volume and Routing of Late-Glacial Runoff from the Southern Laurentide Ice Sheet, Published online by Cambridge University Press.

9. Water and Climate Change (2020), UNESCO, 236 p. [www.unesco.org/water/wwap](http://www.unesco.org/water/wwap)

## **НОРИН ДАРЁСИ СУВИ ТАРКИБИДАГИ ЭРИГАН ГАЗЛАР МИҚДОРИ**

Назиркулова М.Б.

Наманган давлат университети, Ўзбекистон

**Аннотация.** Мақолада Норин дарёси суви таркибидаги эриган газлар миқдори дарё сувида эриган кислороднинг йиллар (1996-2021 йй.) давомида ўзгаришлари бўйича ўрганилган. Сувида эриган кислороднинг ўртача йиллик миқдори 8,8-12,1 мгО<sub>2</sub>/л оралиғида эканлиги аниқланган.

**Калит сўзлар:** Норин дарёси, эриган газ, эрувчанлик, кислород, карбонат ангидрид

## **КОНЦЕНТРАЦИЯ РАСТВОРЕННЫХ ГАЗОВ В ВОДЕ РЕКИ НАРЫН**

Назиркулова М.Б.

Наманганский государственный университет, Узбекистан

**Аннотация.** В статье изучено содержание растворенных газов в воде реки Нарин по многолетним (1996-2021 гг.) изменениям растворенного кислорода в речной воде. Выявлено, что среднегодовая концентрация растворенного кислорода колеблется в пределах 8,8-12,1 мгО<sub>2</sub>/л.

**Ключевые слова:** река Нарын, растворенный газ, растворимость, кислород, углекислый газ.

## **CONTENT OF DISSOLVED GASES IN WATER OF NARIN RIVER**

Nazirkulova M.B.

Namangan State University, Uzbekistan

**Abstract.** Article studied the content of dissolved gases in the water of the Narin River according to long-term (1996-2021) changes of dissolved oxygen in river water. It was revealed that the average annual concentration of dissolved oxygen ranges 8,8-12,1 mgO<sub>2</sub>/l.

**Key words:** Narin River, dissolved gas, solubility, oxygen, carbon dioxide

Сув барча тирик организмлар ҳаёт фаолияти учун муҳим ҳисобланади. Табиий сувлардаги эриган газлар сувдаги организмлар тирикчилигининг манбасидир. Эрувчанлик деганда маълум миқдордаги эритувчида маълум ҳароратда эриши мумкин бўлган эриган модданинг максимал миқдори тушунилади. Табиий ер усти сувларида энг кўп учрайдиган ва энг аҳамиятли бўлгани кислород ва карбонат ангидриддир. Одатда ҳарорат кўтарилиши билан газларнинг сувида эрувчанлиги камаяди.

Эриган кислород барча сув организмлари (нафақат балиқ, балки қисқичбақа, моллюска, зоопланктон ва бошқалар каби умуртқасиз ҳайвонлар) яшаши учун мутлақо зарурдир. Бундан ташқари, кислород нафақат биокимёвий, балки хид, тиниқлик ва таъм каби эстетик кўрсаткичларга ҳам таъсир қилади. Шундай қилиб, кислород сув сифатига таъсир кўрсатуви муҳим кўрсаткичдир [1].

Карбонат ангидрид сувда эриганида бир қисми карбонат кислота ҳосил қилиш сарфланади ва водород, бикарбонат ва карбонат ионлари мувозанатига эришилгунига қадар газнинг эриши давом этади.

Сувда эриши мумкин бўлган ҳар бир газнинг миқдори газнинг сувда эрувчанлиги ва тўйинганлигига боғлиқ. Эрувчанлик одатда 0° С ва 1 атмосфера босим сифатида белгиланадиган маълум бир шароитда сув ушлаб туриши мумкин бўлган эриган газ миқдорини билдиради. Атмосферада мавжуд барча газлар сув юзасида эриши орқали табиий сувларга кириши мумкин. Лекин ҳар бир газнинг ҳаводаги миқдори сувдаги миқдоридан жуда фарқ қилади. Сувдаги эриган газларнинг концентрацияси ҳарорат, атмосфера босими ва жойлашувига қараб ўзгаради, аммо 25°С ҳароратда ҳаво билан мувозанатда бўлган сув учун табиий сувларнинг тахминий газ миқдори жадвалда келтирилган (1-жадвал).

*1-жадвал*

**Атмосфера ва сув юзасидаги газларнинг миқдори**

Газлар	Атмосферада (%)	25°С да сувдаги концентрацияси, мг/л
Азот	78,08	13,34
Кислород	20,95	8,72
Аргон (Ar)	0,93	0,052
Неон (Ne)	0,0018	0,000016
Гелий (He)	0,0005	0,0000004

Атмосфера газларининг кўпчилиги сувда тўйинган, аммо O<sub>2</sub> ва CO<sub>2</sub> тўйинган эмас, чунки улар тирик организмлар томонидан тез ишлатилади. Кислороднинг сувда эрувчанлиги босимнинг ошиши, ҳароратнинг пасайиши ва шўрланишнинг пасайиши билан ортади.

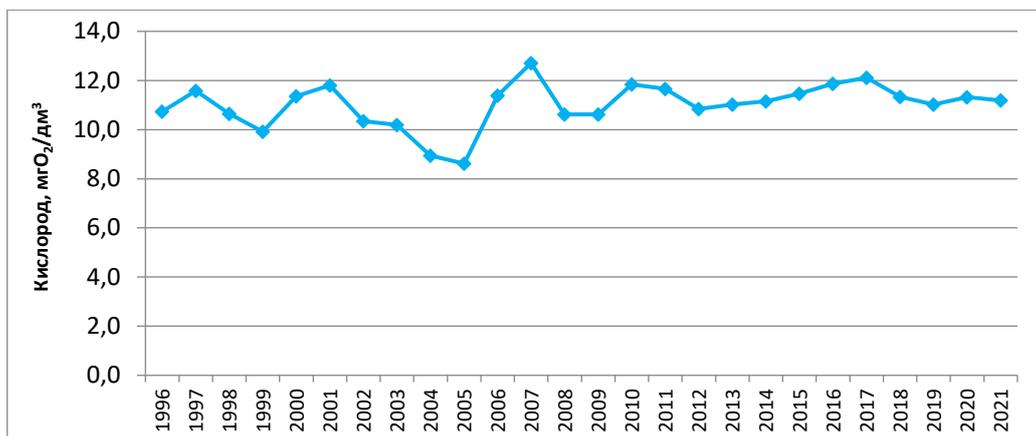
Кислород денгиз ўсимликлари, сув ўтлари, фитопланктон (асосий ишлаб чиқарувчилар) ва ҳайвонларнинг нафас олиши учун зарур. Карбонат ангидрид фотосинтез жараёни учун зарур, бу жараён натижасида кислород ҳосил бўлади. Табиий оқимларни тозалаш жараёнлари аэроб ҳаёт шакллари таъминлаш учун етарли кислород даражасини талаб қилади [3].

Норин дарёси Наманган вилояти иқтисодиёти ва қишлоқ хўжалиги тармоқлари сув таъминоти учун муҳим аҳамиятга эга. Дарё сувидан вилоятда суғориш, ишлаб чиқариш ва коммунал майший эҳтиёжлар учун фойдаланилади. Шу сабабли ҳозирги кунда дарё сувининг сифатини белгиловчи асосий гидрокимёвий кўрсаткичларнинг замонавий ўзгаришларини тадқиқ қилиш долзарб ҳисобланади.

Норин дарёси трансчегаравий дарё бўлиб, Қирғизистон ва Ўзбекистондан оқиб ўтади. Дарё Норин шаҳридан 44 км шарқда Катта Норин ва Кичик Норин дарёларининг қўшилишидан ҳосил бўлади. Норин дарёси ҳавзасининг майдони 59110 км<sup>2</sup>, шундан 98% ҳавзанинг тоғли қисмини ёки сув йиғиш майдонини ташкил қилади.

Тадқиқот давомида Норин дарёсининг қуйи қисмида - Норин дарёсининг қуйилиш қисмидан 0,2 км юқорида, Шамсикўл қишлоғидан 0,5 км пастда жойлашган кузатиш пунктидаги кўп йиллик (1996-2021 йй.) маълумотлар асосида, дарё сувдаги эриган газларнинг кўп йиллик миқдори таҳлил қилинди [2] (1-расм).

Кўп йиллик маълумотларга кўра, Норин дарёсида сувда эриган кислороднинг ўртача йиллик миқдори 8,8-12,1 мгO<sub>2</sub>/л оралиғида эканлиги аниқланди. Маълумки, дарё сувда эриган кислороднинг миқдори 8 мгO<sub>2</sub>/л дан юқори бўлиши сув организмлари учун мақбул ҳисобланади. Сувдаги эриган кислород миқдори 5,0 мг/л дан кам бўлиши натижасида сувдаги ҳаёт стресс остида қолади. Концентрация қанчалик паст бўлса, стресс кучаяди. Кислород миқдори бир неча соат давомида 1-2 мг/л дан паст бўлиб қолса, бу балиқларнинг ўлимига олиб келиши мумкин.



**1-расм. Норин дарёси суви таркибидаги кислороднинг миқдори**

Тадқиқот натижаларига кўра, Норин дарёсининг куйи қисмида сувда эриган кислороднинг миқдори мақбул шароитларда эканлигини қайд этиш мумкин.

### Адабиётлар рўйхати

1. Бекмамадова Г. Сув кимёси ва микробиология. Дарслик. – Тошкент – 2020. – С. 11-12.
2. Ежегодники качества поверхностных вод на территории деятельности Узгидромета за 1990-2014 гг.: Узгидромет, Ташкент.
3. Методические рекомендации по формализованной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям. – М.: Госкомгидромет. – 1988. – С. 12.

## СОЗДАНИЕ СЕТИ НАБЛЮДЕНИЙ СТАБИЛЬНЫХ ИЗОТОПОВ ВОДЫ В УЗБЕКИСТАНЕ

Нишонов Б.Э.<sup>1</sup>, Умирзаков Г.У.<sup>2</sup>, Исабеков С.Р.<sup>1</sup>,  
Нурматов М.Н.<sup>1</sup>, Саидмахмудова Л.А.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, bnishonov@mail.ru,

<sup>2</sup> Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека,

<sup>3</sup> Агентство гидрометеорологической службы, Ташкент, Узбекистан

**Аннотация.** Работа посвящена созданию сети наблюдений стабильных изотопов воды в Узбекистане. В рамках «Глобальная сеть изотопов в осадках» (ГСИО-GNIP - Global Network of Isotopes in Precipitation) и «Глобальная сеть изотопов в реках» (ГСИР-GNIR - Global Network of Isotopes in Rivers) МАГАТЭ и ВМО в Узбекистане выбраны 6 станций GNIP и 3 станции GNIR, в которых начат отбор и анализ проб осадков и воды на содержание стабильных изотопов воды – водорода-2 (<sup>2</sup>H – дейтерий) и кислорода-18 (<sup>18</sup>O). В Научно-исследовательском гидрометеорологическом институте в 2024 году планируется создание лаборатории стабильных изотопов и оснащение ее анализатором стабильных изотопов воды.

**Ключевые слова:** вода, осадки, стабильные изотопы, водород-2, дейтерий, кислород-18, GNIP, GNIR.

## ЎЗБЕКИСТОНДА СУВНИНГ СТАБИЛ ИЗОТОПЛАРИНИ КУЗАТИШ ТАРМОҒИНИ ЯРАТИШ

Нишонов Б.Э.<sup>1</sup>, Умирзаков Ф.Ў.<sup>2</sup>, Исабеков С.Р.<sup>1</sup>,  
Нурматов М.Н.<sup>1</sup>, Саидмахмудова Л.А.<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup> Мирзо Улугбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети,

<sup>3</sup> Гидрометеорология хизмати агентлиги, Тошкент, Ўзбекистон

**Аннотация.** Мақола Ўзбекистонда сувнинг стабил изотопларини кузатиш тармоғини яратишга бағишланган. Халқаро атом энергияси бўйича агентлик (ХАЭА) ва Жаҳон метеорология

ташкилоти (ЖМТ)нинг “Ёгинлардаги изотоплар глобал тармоғи” (ЁИГТ - GNIP - Global Network of Isotopes in Precipitation) ва “Дарёлардаги изотоплар глобал тармоғи” (ДИГТ - GNIR - Global Network of Isotopes in Rivers) доирасида Ўзбекистонда 6 та GNIP станцияси ва 3 та GNIR станцияси танлаб олинди ва уларда ёгинлар ва сувдан намуна олиш ва сувнинг стабил изотоплари – водород-2 ( $^2\text{H}$  – дейтерий) и кислород-18 ( $^{18}\text{O}$ ) таҳлили бошланди. 2024 йилда Гидрометеорология илмий-тадқиқот институтида стабил изотоплар лабораториясини ташкиллаштириш ва уни сувнинг стабил изотоплари анализатори билан жиҳазлаш режалаштирилмоқда.

**Калим сўзлар:** сув, ёгинлар, стабил изотоплар, водород-2, дейтерий, кислород-18, GNIP, GNIR.

## CREATION OF AN OBSERVATION NETWORK OF STABLE ISOTOPES OF WATER IN UZBEKISTAN

Nishonov B.E.<sup>1</sup>, Umirzakov G.U.<sup>2</sup>, Isabekov S.R.<sup>1</sup>,  
Nurmatov M.N.<sup>1</sup>, Saidmakhmudova L.A.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Hydrometeorological Research Institute, bnishonov@mail.ru,

<sup>2</sup> National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek,

<sup>3</sup> Agency of Hydrometeorological Service, Tashkent, Uzbekistan

**Abstract.** The work is devoted to the creation of an observation network of stable isotopes of water in Uzbekistan. As part of the IAEA and WMO "Global Network of Isotopes in Precipitation" (GNIP) and Global Network of Isotopes in Rivers (GNIR) in Uzbekistan selected 6 GNIP stations and 3 GNIR stations, in which the sampling and analysis of precipitation and water samples for the content of stable isotopes of water – hydrogen-2 ( $^2\text{H}$  - deuterium) and oxygen-18 ( $^{18}\text{O}$ ) began. At the Hydrometeorological Research Institute, it is planned to create a laboratory of stable isotopes and equip it with an analyzer of stable isotopes of water in 2024.

**Keywords:** water, precipitation, stable isotopes, hydrogen-2, deuterium, oxygen-18, GNIP, GNIR.

Стабильные изотопы водорода ( $^2\text{H}$  или дейтерий) и кислорода ( $^{18}\text{O}$ ) применяются для изучения глобального круговорота воды, исследования взаимосвязи поверхностных и подземных вод, изучения водного баланса, оценки влияния климата и землепользования в водные ресурсы, определения источников загрязняющих воду веществ и оценки их влияния на качество воды рек. Стабильные изотопы воды успешно используются и в качестве гидрологических индикаторов для оценки вклада различных источников питания речного стока, включая ледники, снег, осадки и грунтовые воды.

В 1961 году две организации ООН - Международное агенство по атомной энергии (МАГАТЭ) и Всемирная метеорологическая организация (ВМО) создали «Глобальную сеть изотопов в осадках» (ГСИО-GNIP - Global Network of Isotopes in Precipitation) для регулярного анализа изотопного состава атмосферных осадков. В 2002 году была создана «Глобальная сеть изотопов в реках» (ГСИР-GNIR - Global Network of Isotopes in Rivers), направленная на регулярный анализ изотопного состава воды в крупных реках. Основная цель этих глобальных сетей – глубокое изучение гидрологических процессов в речных бассейнах. Кроме этого, данные по стабильным изотопам в осадках помогает в проверке и совершенствовании моделей циркуляции в атмосфере, изучении регионального, глобального и локального климата, изучении взаимодействия воды между атмосферой и биосферой, и т.д., а изотопы в речной воде используются также для определения происхождения загрязнителей воды.

В настоящее время сеть GNIP охватывает около 900 станций в более 100 странах, а GNIR – около 750 станций в более в 35 странах во всем мире. Работа сетей GNIP и GNIR координируется Отделом изотопной гидрологии МАГАТЭ, расположенного в г. Вена, Австрия. Данные со всего мира обобщаются и хранятся в специально разработанной базе данных, называемой «Система изотопов воды для анализа, визуализации и электронного поиска данных» - WISER (Water Isotope System for Data Analysis, Visualization and Electronic Retrieval).

МАГАТЭ уделяет большое внимание расширению сетей GNIP и GNIR в мире, особенно в тех регионах, такие исследования и наблюдения не проводятся.

По данным WISER, в Узбекистане в 1969-1983 гг. в рамках GNIP в осадках определялся радиоактивный изотоп водорода – тритий ( $^3\text{H}$ ), потом такие измерения не проводились. Информация по стабильным изотопам воды (дейтерия и кислорода-18) есть только за 1971 год.

В рамках научно-прикладного проекта, выполняемого в Научно-исследовательском гидрометеорологическом институте (НИГМИ) и финансируемого Агентством инновационного развития Республики Узбекистан, а также с технической поддержкой МАГАТЭ в 2022 году начато создание сети наблюдений стабильных изотопов воды в Узбекистане.

Для создания сети наблюдения стабильных изотопов в осадках выбраны 6 метеостанций Узгидромета, где проводятся отбор месячных проб осадков на химический анализ (рис. 1).

Эти станции – Ташкент, Ангрен, Чаткал, Фергана, Самарканд, Шахрисабз получили номер станции GNIP. В этих станциях с января 2022 года начат отбор проб осадков. Осенью 2023 года на станциях Ташкент и Ангрен установлены специальные пробоотборника Palmex для отбора проб осадков.

Для сети наблюдений стабильных изотопов воды в реках выбраны 3 пункта – р. Сырдарья-Чиназ, р.Ахангаран-Ангрен и р.Чирчик-Газалкент (рис.1). В этих пунктах ежемесячный отбор проб воды на анализ стабильных изотопов воды начат с января 2023 года.

Пробы осадков и воды на стабильные изотопы воды анализируются в Отделе изотопной гидрологии МАГАТЭ.



**Рис. 1. Станции GNIP и GNIR в Узбекистане**

В дальнейшем планируется создание лаборатории стабильных изотопов в НИГМИ и оснащение ее анализатором стабильных изотопов фирмы Picarro в рамках национального проекта технического содействия МАГАТЭ. Также планируется оснащение сети станций GNIP пробоотборниками осадков Palmex.

Осуществление этих мероприятий позволит развивать научные исследования в Узбекистане, связанные с стабильными изотопами, в гидрологии, гидрогеологии, гляциологии, мониторинге качества воды, управлении водными ресурсами и в других отраслях науки.

### Список литературы

1. GNIP - <https://www.iaea.org/services/networks/gnip>
2. GNIR - <https://www.iaea.org/services/networks/gnir>
3. Kendall C., Doctor D. H. Stable isotope applications in hydrologic studies // Treatise on Geochemistry. – 2003. – Т. 5. – С. 605.
4. Klaus J., McDonnell J. J. Hydrograph separation using stable isotopes: Review and evaluation // Journal of Hydrology. – 2013. – Т. 505. – С. 47-64.

5. Yoshimura K. Stable water isotopes in climatology, meteorology, and hydrology: A review // Journal of the Meteorological Society of Japan. Ser. II. – 2015. – Т. 93. – №. 5. – С. 513-533.

## МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ЛЕДНИКОВ БАСЕЙНА РЕКИ СУРХАНДАРЬЯ

Сабитов Т.Ю.<sup>1</sup>, Петров М.А.<sup>2</sup>, Сабитова Н.И.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Министерство экологии, охраны окружающей среды и изменения климата Республики Узбекистан, Ташкент, Узбекистан, [sabitov.ty@gmail.com](mailto:sabitov.ty@gmail.com)

<sup>2</sup> Институт геологии и геофизики имени Х.М. Абдуллаева, [maxpetr1962@gmail.com](mailto:maxpetr1962@gmail.com)

<sup>3</sup> Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, Ташкент, Узбекистан, [nellisabitova@mail.ru](mailto:nellisabitova@mail.ru)

**Аннотация.** Установлены современные морфометрические данные (экспозиция, крутизна, площадь, средние и максимальные уклоны) ледников Сурхандарьинской области на основе данных новейших спутниковых снимков высокого разрешения SRTM.

**Ключевые слова:** горные ледники, дистанционное зондирование, морфологические характеристики, экспозиция, крутизна, площадь, каталог ледников.

## MORPHOMETRIC DATA OF GLACIERS IN THE SURKHANDARYA RIVER BASIN

Sabitov T. Yu.<sup>1</sup>, Petrov M.A.<sup>2</sup>, Sabitova N.I.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Ministry of Ecology, Environmental Protection and Climate Change of the Republic of Uzbekistan, [sabitov.ty@gmail.com](mailto:sabitov.ty@gmail.com)

<sup>2</sup> Institute of Geology and Geophysics named after Kh.M. Abdullaeva, [maxpetr1962@gmail.com](mailto:maxpetr1962@gmail.com)

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

**Abstract.** Modern morphometric data (exposure, steepness, area, average and maximum slopes) of glaciers in the Surkhandarya regions have been established based on the latest high-resolution satellite images SRTM.

**Keywords:** mountain glaciers, remote sensing, morphological characteristics, exposure, steepness, area, glacier catalogue.

Последствия изменения климата в Узбекистане сказываются в виде нестабильного режима осадков и таяния ледников – важных составляющих питания рек, обеспечивающих жизнедеятельность населения нашей республики. Ледниковые запасы, сосредоточенные в горных районах Узбекистана, являются многолетними важнейшими источниками чистой пресной воды. Для оценки современного и будущего состояния ледового покрова, создания математических моделей расчета скорости отступления ледника, необходимы сведения о их площади и линейных размерах, их положения на местности, экспозиции, крутизне и величины моренного чехла на языке ледника. Данные сведения являются базовыми в содержании Каталога ледников.

Цель исследования – изучение современного состояния морфометрических характеристик горных ледников бассейна реки Сурхандарья с помощью дешифрирования ДДЗ (снимков высокого пространственного разрешения) и ГИС для последующей катализации ледников.

Первые попытки оценить динамику оледенения были сделаны еще в начале XX века. Результаты этих исследований были включены в первый Каталог ледников Средней Азии изданный Н.Л. Корженевским в 1930 году [Корженевский, 1930]. В каталог внесены доступные в то время, сведениях о ледниках: географических координатах, нижней границе льда, границе снега.

Согласно методическому руководству подготовленному в отделе гляциологии Института географии Академии наук СССР (Ленинград) О.Н.Виноградов, А.Н.Кренке, П.Н.Огановский [1966] для составления Каталога ледников СССР требуется дать

характеристику географическому положению, климатическим условиям, гидрологическому режиму, привести орографическую схему района, и указано о необходимости приведения морфометрических характеристик ледников и т.д.

Под руководством А.С. Щетинникова в 1969 г., издан Каталог ледников Кашкадарьи и Сурхандарьи [Каталог...1969]. В данном каталоге морфометрические характеристики ледников получены путем измерений на крупномасштабных топографических картах. Основными источниками определения местоположения и конфигурации ледников, явились материалы аэрофотосъемки, выполненные в 1953 году. Камеральная обработка заключалась в дешифрировании при помощи стереоскопа аэрофотоснимков и визуальном нанесении дешифрованного контура ледника на крупномасштабную топографическую карту. Экспозиция ледников и их морфологический тип определялись по нетрансформированным аэрофотоснимкам и крупномасштабным топографическим картам. Этот факт свидетельствует о больших ошибках в определении площадей ледников, а тем самым в оценке и прогнозе водных ресурсов.

В связи с сокращением площади оледенения, изменения водных ресурсов и режима стока рек Республики Узбекистан требуются более точные данные о морфометрических показателях горных ледников. Труднодоступность изучения горных ледников требует разработки доступных и более точных методов исследований, то есть совершенствовать способы дистанционного наблюдения в режиме космического мониторинга, позволяющего быстро получать информацию о состоянии поверхности территорий исследований горных ледников [Semakova, Semakov, 2017], [Glazirin, Semakova, 2018], [Вилесов, 2018], [Yakovlev, Vatirov, 2003] и др. Во многих странах, в частности, государствах СНГ в разные годы большое внимание уделяют изучению высокогорных ледников, с использованием космических снимков со спутника Landsat с разрешением 15 м с последующим использованием ГИС и программ ArcGIS и MapInfo. Исследования ледников Казахстана данным методом позволил составить новый Каталог ледников для высокогорных территорий [Усманова,2014]. В 2018 году был опубликован Каталог ледников Кыргызстана [Шабунин.,2018], новый Каталог ледников России по спутниковым данным (2016-2019) [Хромова, Носенко, Глазовский, Муравьев, Никитин, Лаврентьев,2021], Центром изучения ледников в 2023 издан «Атлас-Каталог бассейна ледника Федченко» из серии Каталога ледников Таджикистана.

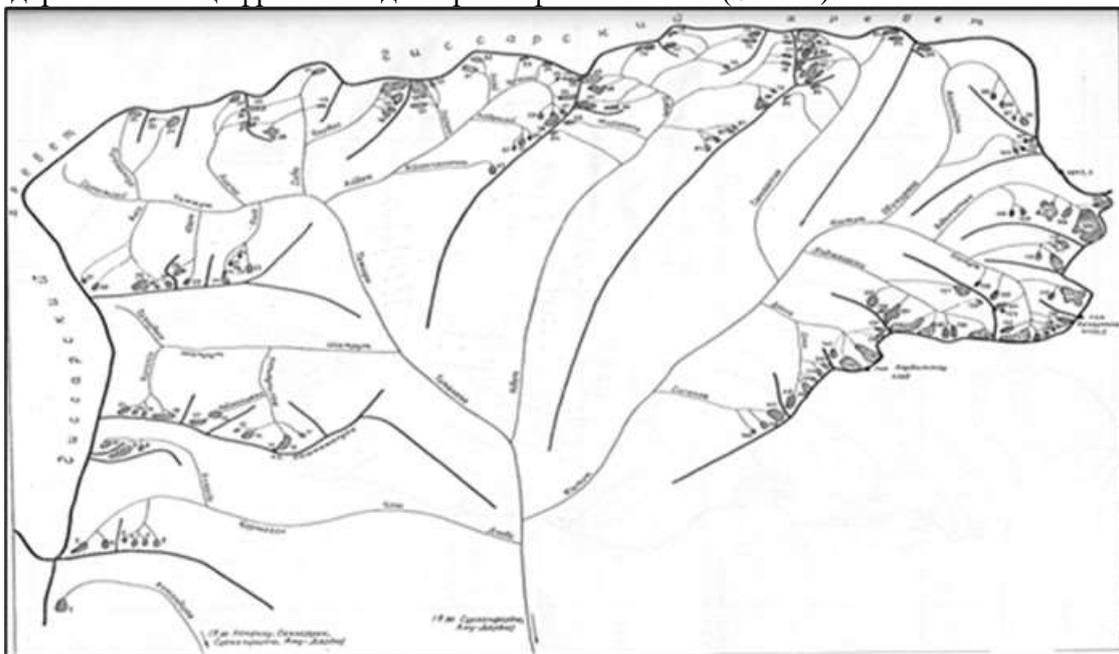
В настоящей работе, приводятся результаты определения современных морфометрических параметров ледников бассейна реки Сурхандарья. В исследовании использовались два вида снимков, первый — это радиолокационные снимки, полученные миссией SRTM за 2002 г. Эти снимки получены в результате работы международного исследовательского проекта по созданию цифровой модели высот Земли с помощью радарной топографической съемки её поверхности. Второй – это снимки видимого спектра высокого разрешения доступные с открытых для использования платформ, таких как Google earth, Bing, Esri и другие. Снимки обладают высоким пространственным разрешением до (0,5 м), которые в дальнейшем были отдешифрированы, индентифицированы местоположения ледников на снимках со схемами и топографическими картами масштаба 1:100 000, а также построена цифровая модель рельефа на основе SRTM, и ALOS Palsar.

Проведена инвентаризация и получены ГИС – слои ледников, которые представлены в виде полигональных слоев формата shapefile. ГИС - слоям назначена географическая система координат широта-долгота на сфероиде WGS84, UTM Zone 42N, атрибутивная таблица. Данная базовая таблица имеет поля с идентификационной информацией (номер речных бассейнов разного порядка, согласно Водному Кадастру, в которых расположен тот или иной ледник, а номер ледника обозначен в соответствии с номером в Каталоге ледников, составленного А.С.Щетинниковым по состоянию на 1980 год [Щетинников,1980]. К цифровой модели рельефа также были привязаны точки спутникового позиционирования (GPS), проведенного в полевых условиях на ледниках. Полученные результаты позволили определить площадные и высотные характеристики современного состояния оледенения верховьев рек Сурхандарья, также установить морфометрические характеристики: значения

конечной, начальной и средней высоты ледника, площадь оледенения, периметр, средний, и максимальные уклоны, экспозицию ледника.

Кроме приведенных в таблицах морфометрических характеристик ледников, бассейну реки Сурхандарья прилагается территориальная схема расположения ледников (рис. 1). На этой схеме указывается гидрографическая сеть, расположение и название горных хребтов, контуры самих ледников с присвоенным им номером.

Во всех ранее изданных каталогах ледников не приводятся сведения о географических координатах местоположения ледников, что создало определенные трудности при их идентификации и на карте, и на спутниковом снимке. Для облегчения этой задачи воспользовались векторным покрытием гидрографической сети бассейна реки Сурхандарья на базе цифровой модели рельефа местности (SRTM).

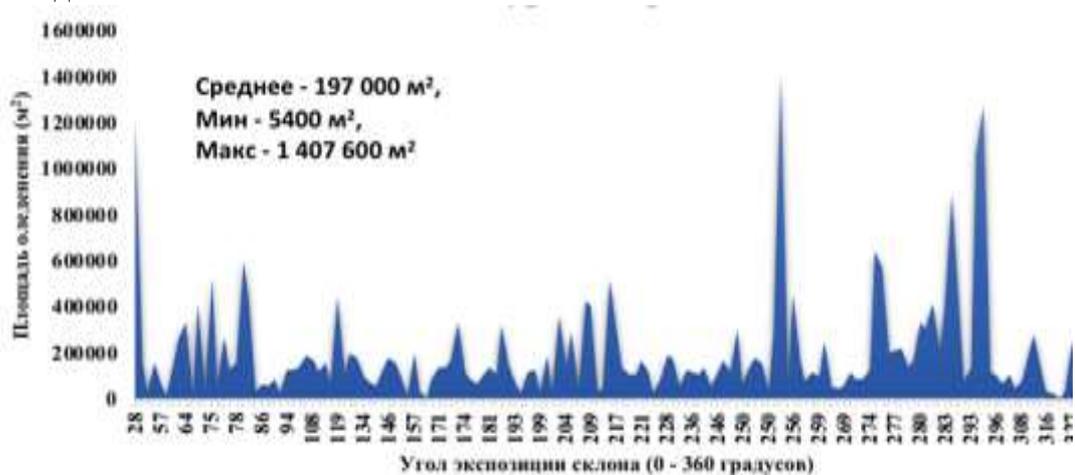


**Рис. 1. Схема расположения ледников в бассейне реки Сурхандарья [Подкопаев, Щетинников, Каталог 1969]**

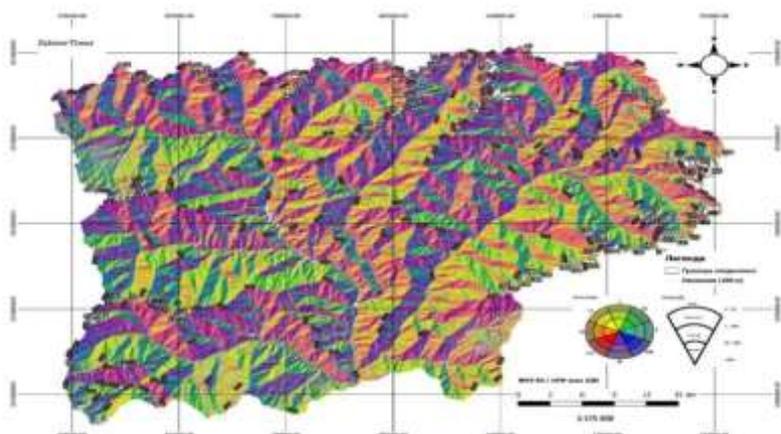
Имея хорошо сравнимую гидрографическую сеть бассейнов рек, расположение водораздельных хребтов и тальвегов долин, а также местоположение самих ледников, по отношению их друг к другу производилась идентификация ледников с приведенными в каталоге схемой. В некоторых затруднительных случаях, для визуального контроля и идентификации местности использовались ресурсы Google Earth, с подключаемой 3D моделью местности [Галахов 2001], позволяющей производить анализ спутникового снимка с различных точек визирования. На основе данных SRTM, была построена карта рельефа местности и проведены горизонталы через каждые 200 м. На ней так же были отмечены местоположения ледников, их порядковый номер по каталогу и высотные отметки. Построенная схема ледников отражает максимальную, минимальную и среднюю высоту ледников, а также показывает их порядковый номер. Из анализа следует, что средняя высота оледенения по Сурхандарьинской области 3850 метров, максимальная высота оледенения 4267 метров и минимальная высота равна 3097 метрам. Среднее стандартное отклонение средних высот ледников составляет 145 метров.

Экспозиция склонов, то есть пространственная ориентация склона по отношению стран света имеет решающее значение в распределении ледников и их мощности. Основываясь на данные о рельефе местности, составлена карта уклонов и экспозиций для Сурхандарьинского района исследований. Наибольшие высоты ледников наблюдаются в северной части района исследований, у ледников – притоков реки Тамшуш и Кштут. Большая часть оледенения сосредоточена именно на севере Сурхандарьинской области.

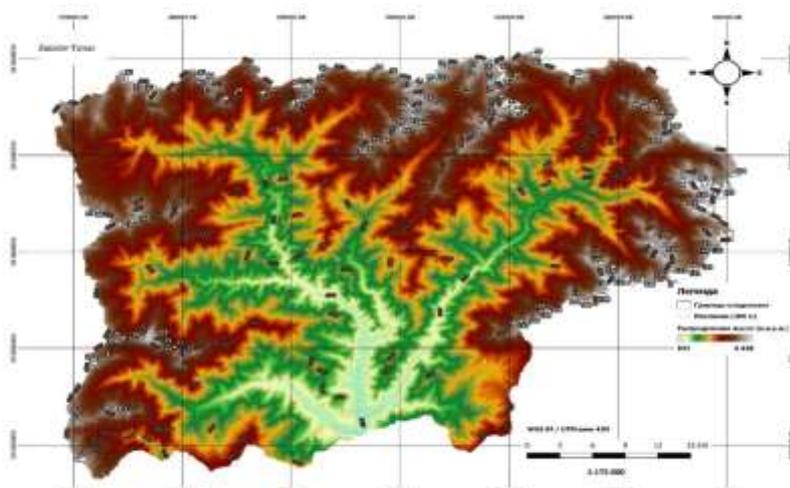
На рис. 2 представлена график распределения площади оледенения по экспозиции и их уклон, а на снимке (рис. 3-4) схема расположения ледников оледенения. Крутизна распределения отражает средний уклон ледников равный 28 градусам с колебаниями от 10 до 50 градусов. В зависимости от значений уклонов, есть возможность сделать выводы о типах ледников.



**Рис. 2. График распределения площади оледенения по экспозициям, Сурхандарьинская область**



**Рис. 3. Карта схема расположения ледников, а также положения ледников относительно экспозиции и их уклоны, на основе SRTM с 30метровым разрешением и проведёнными изолиниями через каждые 200 метров с высотными отметками**



**Рис. 4. Карта схема расположения ледников, а также высот построенная на основе SRTM с 30метровым разрешением и проведёнными изолиниями через каждые 200 метров с высотными отметками**

Распределение ледников относительно солнечных лучей, то наибольшая площадь оледенения распределена в пределах от 250 до 300 градусов, что соответствует Юго-Восточной и Восточной экспозиции склонов. По расчётам, средняя площадь ледника

в Сурхандарьинской области составляет 197 тыс. м<sup>2</sup>, наименьшая 5400 м<sup>2</sup>, и максимальная 1 407 тыс. м<sup>2</sup>. Общая площадь сокращения в верховьях реки Сурхандарьи составляет 17,5 км<sup>2</sup>, что составляет 35% от площади оледенения в 1957 году (48 км<sup>2</sup>) соответственно.

В результате анализа для Сурхандарьинской области заметно общее сокращение оледенения по 10 основным речным бассейнам, с 1957 по 2020г, площадь ледников сократилась примерно на 35%, что составляет около 0,6% сокращения площади за каждый год. Всего по бассейнам основное сокращение оледенения по Сурхандарье (Тамшуш – 4,2 км<sup>2</sup>, Ховат – 2,2 км<sup>2</sup>, Кштут – 2,5 км<sup>2</sup>, Делли – 2,0 км<sup>2</sup>, Ходжагаспи – 1).

### Список литературы

1. Атлас-Каталог бассейна ледника Федченко. Таджикистан. Центром изучения ледников. Национальной академии наук Таджикистана. С. 1200. <https://cryosphere.tj/ru/index.php/o-nas-pishut/Корженевский> Н. Л. Каталог ледников Средней Азии [Электронный ресурс]. - Ташкент, 1930 (2016). - 200 с.
2. Виноградов О.Н., Кренке А.Н., Огановский П.Н. Руководство по составлению Каталога ледников СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1966. — 154 с.
3. Вилесов Е.Н. Изменение размеров и состояния ледников Казахстана за 60 лет (1955-2015). Лёд и Снег. 2018. Т.58. №2. С.159-170.
4. Галахов В. П., Имитационное моделирование как метод гляциологических реконструкций горного оледенения. Новосибирск: Наука, 2001, 130с.
- Усманова З.С. Оценка изменений ледников бассейнов рек Шарын и Текес (казахстанская часть бассейна реки Иле) по данным космического мониторинга // Вестник КазНУ. Серия геогр. – 2014. – № 1 (38). – С. 72-79.
5. Хромова Т.Е., Носенко Г.А., Глазовский А.Ф., Муравьев А.Я., Никитин С.А., Лаврентьев И.И. Новый Каталог ледников России по спутниковым данным (2016-2019). Лед и Снег. 2021 т.61. №3. – С. 341-358
6. Щетинников А.С. Каталог ледников СССР. Том 14. Вып. 3 и 4. Бассейн реки Кашкадарьи и Сурхандарьи. Ленинград. Гидрометеиздат, 1969. С.108
7. Щетинников А.С. Каталог ледников СССР. Том 14. Средняя Азия. Редакторы: Виноградов О.Н., Рототаева О.В. Издание: Гидрометеиздат, Ленинград, 1980 г. – 89 с.
8. Шабунин А.Г. Каталог ледников Кыргызстана. Центрально-Азиатский институт прикладных исследований Земли (ЦАИИЗ). Бишкек. 2018. <http://www.caiag.kg/phocadownload/projects/Catalogue.pdf>. С.709.
9. Glazirin E., Eleonora R. Semakova (2018) Estimation of Dispersed Glaciation Shrinkage Under Climate Change. Geography, Environment, Sustainability, Vol.12, No 1, p. 5-12 DOI-10.24057/2071-9388-2018-42
10. Semakova E., Gunasekara K., Semakov D. Identification of glaciers and mountain naturally dammed lakes in the Pskem, Kashkadarya and the Surhandarya River basins, Uzbekistan, using ALOS satellite data. //Geomatics, Natural Hazards and Risk. - 2015. <http://dx.doi.org/10.1080/19475705.2015>
11. Yakovlev A., Batirov R., Monitoring of Mountain Glaciers and Glacial Lakes using ASTER Space Images, Proceeding of the First International Conference on Hydrology and Water Resources in Asia Pacific Region (APHW2003), Kyoto, Japan, 2003, Vol. 2, -PP.1042-1047.

## IQLIM O‘ZGARISHINI EKOTIZIMLARGA TA’SIRI VA GEOEKOLOGIK MUAMMOLAR (Qashqadaryo viloyati misolida)

Usmanova R., Nazarov M.G., Poyanov J.Sh.

Qarshi davlat universiteti, O‘zbekiston

**Annotatsiya.** Maqolada Qashqadaryo viloyati tabiatiga, atrof-muhitiga iqlim o‘zgarishining ta’siri haqida tahlil qilingan. Iqlim o‘zgarishi jarayonlarning oqibatida hududda yuzaga kelgan geoeologik muammolar yoritilgan.

**Kalit so‘zlar:** meteorologik sharoit, atmosfera havosi, degradatsiya, arid, ekologik vaziyat, ekosistema, antropogen omil, texnogen moddalar

# ВОЗДЕЙСТВИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ЭКОСИСТЕМЫ И ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ (на примере Кашкадарьинской области)

Усманова Р., Назаров М.Г., Поянов Ж.Ш.

Каршинский государственный университет, Узбекистан

**Аннотация.** В статье описано, как изменение климата влияет на природу, окружающую среду Qashqadaryo viloyati, а также возникшие геоэкологические проблемы, как последствия этих процессов.

**Ключевые слова:** метеорологические условия, атмосферный воздух, деградация, арид, экологическая ситуация, экосистема, антропогенный фактор, техногенные вещества.

## CLIMATE CHANGE IMPACT ON THE ECOSYSTEMS AND GEOENVIRONMENTAL PROBLEMS (on the example of the Kashkadarya region)

Usmanova R., Nazarov M.G., Poyanov J.Sh.

Karshi State University, Uzbekistan

**Abstract.** This article analyzes the impact of climate change on the nature, environment of the Kashkadarya region. Climate change has been highlighted by geoecological problems arising in the area as a consequence of the processes.

**Key words:** meteorological conditions, atmospheric air, degradatsiya, arid, ecological situation, ecosystem, anthropogenic factor, man-made substances.

Mamlakatimiz janubiy sarhadlarini egallovchi Qashqadaryo viloyati o'zining betakror tabiiy geografik sharoiti bilan boshqa hududlardan ajralib turadi. Bu yerda qumli cho'llardan tortib doimiy qorlik va muzliklar bilan qoplangan osmono'par tog'largacha bo'lgan balandlik mintaqalanishining mavjudligi dunyoning boshqa hududlarida takrorlanmasligini bildiradi. Qashqadaryo viloyati o'ziga xos tabiiy sharoiti va omillari, ekologik vaziyatning jiddiylashuvi va tabiiy muhitning o'zgarishi, hudud tabiiy komplekslarning o'zgaruvchanligi va barqarorligi, xo'jalik faoliyatining tavsifi, hudud ishlab chiqarishning rivojlanish xususiyatlari kabilar bilan bog'liq.

Mamlakatimiz janubiy sarhadlarini egallovchi Qashqadaryo viloyati qurg'oqchil (arid) iqlim mintaqasida joylashgan. Qashqadaryo viloyatining katta qismi tektonik botiq doirasida joylashgan bo'lib, Oloy – Hisor (Janubiy Tyanshan) tog' tizimining sharqiy tizmalarini hosil qiladigan Zarafshon va Hisor tog' tizmalariga mansub bo'lgan tog'lar bilan o'ralgan. Qashqadaryo viloyatining shimol va shimoli sharqidan atroflari baland tog' tizmalari bilan o'ralganligi, uning ko'pgina o'ziga xos individual, mahalliy jihatlarini belgilaydi. Qashqadaryo viloyatida ayniqsa, tog' yonbag'irlaridan ko'plab soylarning oqib tushishi ularning konus yoyilmalarida tabiiy va texnogen moddalarning akkumulyatsiyasiga sabab bo'ladi.

Qashqadaryo viloyatining iqlimi O'zbekistonning o'rta va shimoliy tabiiy geografik rayonlaridan farq qilib, bahor erta keladi, tezda jazirama yozga o'tib ketadi, qishi qisqa, tekislik va tog' oldi hududlarida yanvarning ko'p yillik o'rtacha harorati  $-0,2^{\circ}$  atrofida. Ammo ba'zi yillari qishda qattiq sovuqlar kuzatilib harorat  $-25^{\circ}$ ,  $-29^{\circ}$  gacha pasayadi. Lekin shunday haroratlar kuzatilgani bilan viloyatda bunday haqiqiy qish kamroq kuzatiladi. Qashqadaryo havzasi yozi issiq, iyulning o'rtacha harorati hamma joyda  $28^{\circ}$  dan yuqori, ayrim joylarda esa  $31^{\circ}$  gacha yetadi. Haroratlarning absolyut maksimumi -  $+47 - 49^{\circ}$  ni tashkil etadi. Yozda 50 kungacha qurg'oqchil bo'ladi. Yozda tekislikda esuvchi mahalliy "afg'on" shamoli odam organizmiga salbiy ta'sir etadi. Bu vaqtda havoning nisbiy namligi kamayib, chang to'zon ko'tariladi.

Qashqadaryo viloyatining tekislik qismi kamroq namlanadi. Bu yerda janubi-g'arbdan Sandiqli cho'lining ta'siri seziladi, yillik yog'inlar miqdori 146-190 mm. G'arbdan sharqqa tomon relief bo'yicha yuqoriga ko'tarilgan sari yog'inlarning yillik miqdori 300-370 mm gacha ortadi

(G`uzor, Chiroqchi). Tog`li rayonlarda yog`inlar miqdorining ortishi asosan, Hisor va Zarafshon tizmalarining g`arbiy va janubi-g`arbiy yonbag`irlarida kuzatiladi (1-jadval).

*1-jadval*

**Qashqadaryo viloyati meteostansiyalarida o`rtacha yillik havo harorati o`zgarishi**

№	Meteorologik stantsiyalar	Yillar	Havo harorati, °C	Yillar	Havo harorati, °C	Havo harorati davr hisobida o`zgarishi, °C
1.	Aqrabot	1951	10,7	2022	13,12	2,42
2.	Mingchuqur	1950	6,9	2022	9,17	2,27
3.	Qarshi	1960	14,8	2020	16,2	1,4
4.	Dehqonobod	1960	13,0	2020	14,9	1,9
5.	Severtsev	1960	3,0	1993	2,3	0,7
6.	Ko`l	1995	4,7	2022	8,02	3,32
	Viloyat bo`yicha:		8,8		10,6	1,7

Jadval ma`lumotlar asosida R.Usmonova tomonidan tuzilgan.

Havzasining asosiy suv resurslari manbai daryolar, soylar, suv omborlari, kanallar va yer osti suvlari hisoblanib, ular sanoat korxonalari, qishloq xo`jaligini turli tarmoqlarini rivojlantirishda hamda aholini ichimlik suvi bilan ta`minlashda katta ahamiyatga egadir. Qashqadaryo viloyatining barcha daryolari uning tog`li qismida jilg`alar ko`rinishida boshlanadi va bu jilg`alar hamda soylar qo`shilib, katta-kichik daryolarni, ular esa o`z navbvtida yaxshi shakllangan Qashqadaryo daryosi gidrografik to`rini yuzaga keltiradi. Qashqadaryo viloyatidagi eng yirik soylar tizimi masalan, Qalqamasoy soyi Anzirat, Chunqaymish, Quruqsoy, Gorovli, Talayko`l, Langar, Tarag`ay, Quruqsoy, Govxona va Xizalak soylarining qo`shilishi natijasida hosil bo`ladi. Qashqadaryo gidrografik to`rini (Jinnidaryo, Oqsuv, Tanxozdaryo, Yakkabog`daryo, G`uzordaryo va b.) yuzaga keltiradi. Qashqadaryo havzasidagi muzliklar Oqsuv va Yakkabog`daryo manbalarida joylashgan. Oqsuv havzasidagi eng yirik muzliklar Xonaqasuv, Botirboy va G`ilondaryoning manbalarida joylashgan Severtsev, Botirboy va To`rtqo`ylik muzliklaridir. Qashqadaryo viloyatining tektonik botig`i g`arbda ochiq yarim halqasimon shaklga ega bo`lib, Qizilqum cho`llari bilan tutashadi. Kitob – Shahrisabz botig`i hamda Qarshi cho`li qiya tekisligi Qashqadaryo daryosi va uning yirik irmoqlari tomonidan amalga oshiriladigan faoliyat natijasida eroziya jarayonlari shakllanadi. Zero, hudud yuzaga kelgan erozion – akkumlyativ jarayonlarning yorqin namunasi bo`lishi bilan ifodalanadi.

Bugungi kunning eng dolzarb muammolaridan viloyat aholi soni (3515,7 ming kishi) yil sayin ortib borayotgan bir fursatda mavjud sug`oriladigan yerlardan samarali foydalanish, tuproq unumdorligini muttasil oshirib borish, sug`orishga yaroqli yerlarni ilmiy asoslangan usulda xo`jalik muomalasiga kiritish va boshqalar. Yer-suv resurslari nihoyatda chegaralangan vaziyatda hududda sug`orma dehqonchilikni rivojlantirish yerdan yuqori darajada oqilona foydalanishni taqozo etadi. Natijada sug`orma dehqonchilik bir qator salbiy ekologik oqibatlariga sabab bo`ladi. Qashqadaryo viloyati sug`oriladigan dehqonchilik zonalarida qishloq xo`jaligiga suv eroziyasi, shamol eroziyasi, gravitatsion jarayonlar, sel hodisalari, loyqa bosishi, botqoqlanish, sho`r bosish, qatqaloq hosil bo`lishi kabi tabiiy geografik jarayonlari eng ko`p salbiy ta`sir ko`rsatishini bilan kuzatish mumkin. Anrtopogen omillarga yerlarni noto`g`ri sug`orish hamda qishloq xo`jalik yerlarining ifloslanishi, tabiat resurslaridan nooqilona foydalanish, ya`ni sanoat chiqindilari, tosh, qum va minerallarni qazib olish kabilar kiradi. Qashqadaryo viloyatida uzoq tarixiy davrlar davomida ko`plab suv inshootlarining barpo etilishiga bog`liq holda sug`oriladigan yerlarning maydoni kengaya borgan. Qashqadaryo viloyatida 5157 km dan ortiq kanallar mavjud bo`lib, ushbu kanallar orqali qishloq xo`jaligi ekinlari va aholi xo`jaliklari uchun xizmat qilmoqda. Keyingi yillarda viloyatdagi sug`oriladigan yerlar maydonining kengayishi meliorativ holatini yaxshilashni talab qiladigan yerlar maydoni ham kengayishiga sabab bo`ldi. Quyidagi 2-jadvalda bu haqida to`liq ma`lumotlar bor.

**Qashqadaryo viloyatida sug'oriladigan yerlarning sho'rlanish darajasi bo'yicha ma'lumotlar (ming gektar hisobida)**

Yillar	Meliorativ nazoratdagi maydon	Sho'rlanmagan		Um. sho'rlangan		Shu jumladan sho'rlanganlik darajasig ko'ra:					
		ming ga	%	ming ga	%	Kuchli sho'rlangan		o'rtacha sho'rlangan		Kuchsiz sho'rlangan	
						ming ga	%	ming ga	%	ming ga	%
<b>2020</b>	513,97	286,312	56	227,66	44	9,22	2	36,41	8	182,03	36
<b>2021</b>	513,45	290,98	57	222,45	43	8,86	2	35,34	7	178,28	35

Ma'lumotlar asosida mualliflar ta'monidan tayyorlandi.

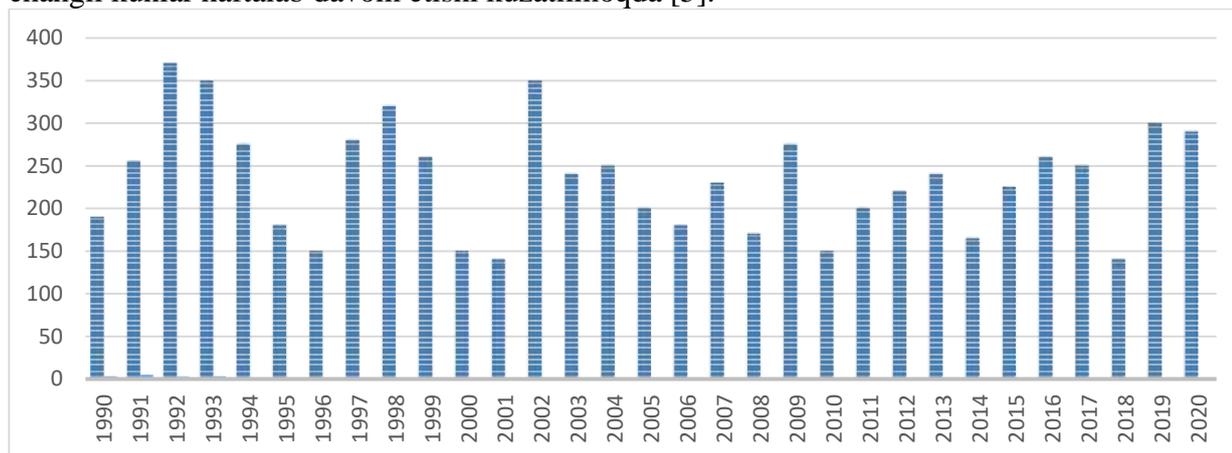
2-jadvaldan turibdiki, 2020 yil yanvar holati ma'lumoti bo'yicha, sho'rlangan maydon 227,66 ming ga jami maydonga nisbatan 44,0 % bo'lib, shundan kuchli sho'rlangan maydon 9,22 ming ga, kuchsiz sho'rlangan maydon 36,41 ming ga va o'rtacha sho'rlangan maydon 182,03 ming ga ni tashkil etadi. 2021 – yilda Qashqadaryo viloyatida sug'oriladigan yerlarning sho'rlanish darajasi 43 % (222,475 ming ga. ) bo'lib, kuchli sho'rlangan maydon 8,86 ming ga. (2%), o'rtacha sho'rlangan maydon 35,34 ming ga. (7%), kuchsiz sho'rlangan maydon 178,28 ming ga.(35 %) ga teng bo'lgan. Viloyatda meliorativ holatini yaxshilash uchun nazoratga olingan maydon 513,45 ming ga, zovur talab etiladigan maydon 216,59 ming ga, amalda zovurlar bilan ta'minlangan maydon 296,87 ming ga ni tashkil etadi. Zero, viloyatida har bir gektar sug'oriladigan maydonga 50 pog.m. zovur to'g'ri kelishi kerak, lekin bu ko'rsatkich deyarli 28,23 pog.m. dan oshmaydi. Jumladan, zovur bilan ta'minlangan maydonlarda 48,83 pog.m. ni tashkil etadi. Hozirgi kunda sug'oriladigan yerlarning 8 foiziga yaqini yoki 325 ming gektari meliorativ holati yomon yerlar hisoblanadi [4, 5]. Zero, bu tahlilardan ko'rinib turibdiki, olib borilayotgan meliorativ tadbirlar o'z samarasini berib, sug'oriladigan yerlarning sho'rlanish darajasi kamayishiga olib kelmoqda.

Sug'oriladigan tuproqlarning sho'rlanish darajasi ham Qashqadaryo daryosining quyi qismi tomon qonuniy ravishda ortib boradi. Masalan, Qashqadaryo viloyatining tog'li qismida sug'oriladigan tuproqlarda sho'rlanish yo'q hisobida. Ushbu holat o'z navbatida, Qarshi cho'li tuproqlari sho'rlanish darajasining yuqoriligi hamda yer osti suvlari sathining ko'tarilishi tufayli yuz berganligidan dalolat beradi. Bu hududlarda sho'rlangan maydonlarning kattaligi Qarshi cho'lida arid zonada joylashganligi va tuproq tarkibi va tuproq qoplamida bug'lanish miqdorining yuqoriligi bilan bog'liq. Binobarin, Qarshi cho'li uchun doimiy yuza oqimining yo'qligi, quruq o'zanlarning mavjudligi va tuproq – gruntlarning yuqori darajada sho'rliigi, tushadiga yog'inlarga nisbatan bug'lanishning ancha ko'pligi xosdir. Qarshi cho'lining o'ziga xos xususiyatlarini hisobga olmay yerlarni o'zlashtirilishi natijasida katta maydonlarda tuproq yuvilishi, eroziya hodisalarining turli ko'rinishlari, yer osti suvlari sathining ko'tarilishi natijasida sho'rtob va sho'rxoklanish kabi jarayonlar kuzatiladi. Buning oqibatida esa ko'plab buzilgan landshaftlar vujudga keldi.

Qashqadaryo vohasi sug'oriladigan yerlaridan bug'lanishning oylik ko'rsatkichlari Kitob va Shahrisabz meteorologiya stansiyalarida kuzatilgan o'rtacha oylik havo harorati va mutlaq namlik ma'lumotlari asosida hisoblangan. Qashqadaryo viloyati hududining yerdan foydalanish koeffitsienti  $K_z = 0,90$  ga teng ekanligi, bug'lanish gektariga 771 mm ni tashkil yetishi aniqlangan [6; 19-20 b.].

Ayniqsa, iqlim o'zgarishi jarayonida viloyatning arid tekisliklarida yog'inning juda kamligi, tuproqdan namning ko'p bug'lanishi, tuproqlarni sho'r bosishini kuchaytiradi. Viloyatda eng ko'p yog'in 1992-yilda 370 mm, 2018 yilda eng kam 140 mm yog'in tushgan. Bu holat tekisliklarda yog'inning juda kamligi, tuproqdan namning ko'p bug'lanishi tuproqlarni sho'r bosishini kuchaytiradi. Havo haroratining sutka va yil davomida keskin o'zgarib turishi nurashni kuchaytirib, tog'oldi rayonlarida sel oqimining hosil bo'lishiga yordam beradi. Biogen omillar

o`simlik qoplami, tuproqlar va hayvonot dunyosi tabiiy geografik jarayonlarning rivojlanishiga birgalikda ta`sir ko`rsatadi. Tuproq yuvilishi, cho`llarda shamol deflyatsiyasining intensivligi o`simlik qoplaminig qalinligiga bog`liq va bu jarayonlar o`simlik qoplami yordamida boshqariladi [5;]. Masalan, Qarshi cho`lining Qarshi, Koson, Nishon tumanlarida tarqalgan tuproqlar sho`rlanishga o`ta moyil yerlar bo`lib, ular doimo sug`orish va zax qochirish melioratsiyasiga muhtoj hudud hisoblanadi. Qarshi cho`lining markazida yer osti sizot suvlari oqmas yoki juda kam oqadigan tipga mansub bo`lib, bu suvlar tarkibidagi tuzlar konsentratsiyasi tog`li hududlarga nisbatan yuqoridir. Bundan tashqari hududda o`ziga xos bo`lgan garmsel, afg`on kabi shamollarining bo`lib turishi oqibatida tuproqning mayda zarralarini uchirib ketishi natijada tuproq hosildorligi kamayishi hamda atmosferada chang-to`zon ko`tarilib havoning ifloslanishi va changli kunlar haftalab davom etishi kuzatilmoqda [5].



**1-rasm. Qashqadaryo viloyati yog`in miqdori, mm (1990-2020 yillar)**

O`zgidromet ma`lumotlari asosida mualliflar tomonidan tuzildi.

Cho`l hududlari, xususan Muborak, Nishon va Koson tumanlarida tuproqning sho`rlanish darajasi (61 %) viloyatning o`rtacha ko`rsatkichidan ancha yuqori. Bu hududlarda sho`rlangan maydonlarning kattaligi Qarshi cho`lida arid zonada joylashganligi va tuproq tarkibi va tuproq qoplami bug`lanish miqdorining yuqoriligi bilan bog`liq. Binobarin, Qarshi cho`li uchun doimiy yuza oqimining yo`qligi, quruq o`zanlarning mavjudligi va tuproq – gruntlarning yuqori darajada sho`rligi, tushadiga yog`inlarga nisbatan bug`lanishning ancha ko`pligi xosdir. Qarshi cho`lining o`ziga xos xususiyatlarini hisobga olmay yerlarni o`zlashtirilishi natijasida katta maydonlarda tuproq yuvilishi, eroziya hodisalarining turli ko`rinishlari, yer osti suvlari sathining ko`tarilishi natijasida sho`rtob va sho`rxoklanish kabi jarayonlar kuzatiladi [2, 3].

Viloyatda yer osti suvlarining ifloslanishida kimyoviy ifloslanish ustivor. Buning asosiy sababi, tog`-kon, kimyo, neftni qayta ishlash sanoatlari, tuproqqa mineral o`g`it va pestitsidlar solish kabi bir necha omillar bilan bog`liq.

Qashqadaryo viloyatida atmosfera havosining ifloslanishida sanoat va avtotransport chiqindilari muhim o`rin tutadi. Bu hududda sanoat juda tez rivojlanib bormoqda. Sho`rtan neft-gaz, Muborak neft-gaz korxonalar, Sho`rtan gaz-kimyoy majmuasi, Muborak gazni qayta ishlash zavodi, Dehqonobod kaliyli o`g`itlar zavodi, Tallimarjon IES va boshqa yirik sanoat korxonalar respublikamizda muhim o`rin tutadi. Bu sanoat korxonalar atmosferaga uglevodorod, uglerod oksidi, oltingugurt oksidi, oltingugurt vodorodi va angidridini chiqarishi aniqlangan. Havoga tarqalgan oltingugurt aralashgan gazning ta`siri kuzatilgan ma`lumotlarga ko`ra 50-60 kilometr masofalargacha sezilmoqda. Cho`llanish jarayonlari rivojlanishiga nafaqat yuqoridagi ko`rsatilgan muammolar balki ayrim hududlardagi kon- qidiruv ishlari ham sabab bo`lmoqda. Cho`l landshaftlarining ayrim hududlardagi degradatsiya jarayonlari kon-qidiruv hamda neft-gaz qazib olish bilan tadbirlari bilan bevosita bog`liqdir [1]. Ishga tushirilgan neft va gaz quvurlari yoki quduqlarning atroflarida tabiiy jarayonlarning o`zgarishini kuzatish mumkin. Keyingi yillardagi iqlim o`zgarishi sharoitida Qashqadaryo viloyatida vujudga kelgan degradatsiyalashgan yerlar

qishloq xo'jalik ekin maydonlariga, yaylovlarga va ekosistemalariga katta zarar yetkazmoqda. Shuningdek, hudud tabiatiga antropogen ta'sirning kuchliligi landshaft– ekologik muammolarni keltirib chiqarmoqda hamda ekotizimlarning o'zaro modda va energiya almashinuvida va muvozanatini buzilishiga sabab bo'lmoqda.

Iqlim o'zgarishining ekotizimlarga ta'siri, ular oqibatida yuzaga kelgan geoeologik muammolar yildan-yilga jiddiylashib bormoqda va buni bitta maqola bilan tahlil qilish murakkab masala bo'lib, Qashqadaryo viloyatida shu mavzuda keng qamrovli ilmiy tadqiqotlarni olib borish taqozo etadi. Shu o'rinda, iqlim o'zgarishi sharoitida, arid hududlarda sug'orma dehqonchilikda tomchilab sug'orishni amalga oshirish; yaylovlarda chorva boqishni oqilona tashkilashtirish va yaylov o'simliklarini muhofaza qilish; kon qazib olishda foydalaniladigan texnikalarlarning harakatlanishini tartibga solish; zovur va drenajlardan samarali foydalanishni amalga oshirish; landshaftlarda tabiiy senozlarni tiklash va saqlash orqali ekotizimlarning xilma-xilligi va barqarorligini ta'minlash zarur. Zero, buning uchun insonlarda tabiatga bo'lgan munosabatini o'zgartirilsa maqsadga muvofiq bo'ladi.

### **Adabiyotlar ro'yxati**

1. Абдуллаев С.И., Назаров М.Г. Қашқадарё хавзасининг антропоген ландшафтлари ва уларнинг геоэкологик ҳолати / Монография. Қарши -2020 й. 133 б.
2. Usmanova R., Xushmurodov F. Qashqadaryo viloyati qishloq xo'jaligini optimallashtirishning ekologik-geografik jihatlari // O'zbekiston Zamini ilmiy –amaliy va innovatsion jurnal ISSN 2181-9955. 2/2021. 46-51 b.
3. Usmanova R., Xushmurodov F. Суғориладиган ерлардан фойдаланишнинг социал-иқтисодий ва экологик муаммолари. // "Экономика и социум" №3(94)-2 2022. С. 893-899.
4. Qashqadaryo viloyati statistika boshqarmasi ma'lumotlari 2020.
5. Qashqadaryo viloyati Meliorativ ekspeditsiyasi 2020 -21 yu. ma'lumotlari.

### **ЧИРЧИҚ-ОҲАНГАРОН ҲАВЗАСИ ДАРЁЛАРИ МУАЛЛАҚ ОҚИЗИҚЛАРИНИНГ МЕТЕОРОЛОГИК ОМИЛЛАРГА БОҒЛИҚЛИГИНИ СТАТИСТИК БАҲОЛАШ**

Холтожиева О.Т.

Мирзо Улулғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети, Тошкент, Ўзбекистон,  
oujamolxoltojiyeva@gmail.ru

**Аннотация.** Мақола Чирчиқ-Оҳангарон ҳавзаси дарёлари муаллақ оқизиклари оқимининг метеорологик омилларга боғлиқлигини статистик баҳолаш масалаларига бағишланган. Ишда мазкур масала Чирчиқ-Оҳангарон ҳавзасида жойлашган Писком, Угом ва Оҳангарон дарёлари мисолида ёритилган. Ҳисоблаш ишлари Г.А.Алексеев томонидан таклиф этилган корреляцион боғланишларни объектив тенглаштириш ва нормалаштириш усули асосида амалга оширилган.

**Калит сўзлар:** дарё, муаллақ оқизиклар, атмосфера ёғинлари, ҳаво ҳарорати, регрессия коэффициенти, регрессия тенграмаси, баҳолаш.

### **СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАВИСИМОСТИ СТОКА ВЗВЕШЕННЫХ НАНОСОВ РЕК ЧИРЧИК-АХАНГАРАНСКОГО БАССЕЙНА ОТ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ**

Холтожиева О.Т.

Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, Ташкент, Узбекистан,  
oujamolxoltojiyeva@gmail.ru

**Аннотация.** Статья посвящена вопросам статистической оценки зависимости стока взвешенных наносов рек Чирчиқ-Ахангаранского бассейна от метеорологических факторов. Вопрос освещен на примере рек Пскем, Угам и Ахангаран, расположенных в Чирчиқ-Ахангаранском бассейне. Вычисления произведены с применением объективного метода выравнивания и нормализации корреляционных связей, предложенного Г.А.Алексеевым.

**Ключевые слова:** река, взвешенные наносы, атмосферные осадки, температура воздуха, коэффициент регрессии, уравнение регрессии, оценка.

# STATISTICAL ASSESSMENT OF THE DEPENDENCE OF SUSPENDED SEDIMENT RUNOFF OF RIVERS OF THE CHIRCHIK-AKHANGARAN BASIN ON METEOROLOGICAL FACTORS

Kholtojiyeva O.T.

National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Tashkent, Uzbekistan,  
oyjamolxoltojiyeva@gmail.ru

**Abstract.** The article is devoted to the issues of statistical assessment of the dependence of the formation of suspended sediment runoff in the rivers of the Chirchik-Ohangaron basin on meteorological factors. This issue is illuminated in the work using the example of the Pskom, Ugom and Ohangaron rivers located in the Chirchik-Ohangaron basin. Calculations were made using the objective method of alignment and normalization of correlations proposed by G.A. Alekseyev.

**Keywords:** river, suspended sediment, precipitation, air temperature, regression coefficient, regression equation, assessment.

Дарёлар муаллақ оқизиклари оқими ҳосил бўлиши қонуниятларини ўрганиш катта илмий ва амалий аҳамиятга эга. Масаланинг илмий аҳамияти шундаки, муаллақ оқизиклар оқимини ўрганиш тоғли ҳудудлар рельефининг ривожланиш тарихини ёритиш имконини беради. Дарёлар муаллақ оқизиклари оқимини ўрганишнинг амалий аҳамияти ҳам жуда катта. Биринчидан, муаллақ оқизиклар сарфи дарёлар гидрологик режимининг энг муҳим белгиларидан бири ҳисобланади. Иккинчидан, муаллақ оқизиклар оқими кўп жиҳатдан дарёлар ўзанининг шаклланишига, сув омборларининг лойқа оқизиклар билан тўлиб бориш жадаллигига ва гидротехник иншоотларнинг ишлаш режимига таъсир кўрсатади. Учинчидан, сув тақчиллиги кузатилаётган ҳудудларда сув ресурсларидан оқилона фойдаланишда муаллақ оқизиклар оқимини ўрганиш жуда муҳим омиллардан бири ҳисобланади.

Ўрта Осиё дарёлари муаллақ оқизиклари оқимини ўрганиш борасида дастлабки тадқиқотлар В.Л.Шульц, О.П.Щеглова, Ю.Н.Ивановлар томонидан амалга оширилган. Кейинчалик ушбу масала устида А.Р.Расулов, З.С.Сирлибоева, Ф.Х.Ҳикматов, К.Р.Раҳмонов ва бошқа олимлар изланишлар олиб борганлар.

Юқорида келтириб ўтилган олимлар томонидан бажарилган ишлар асосан Ўрта Осиё ҳудудида жойлашган йирик дарёлар мисолида кўриб чиқилган. Шунинг билан олган ҳолда, мазкур масалани янги гидрометеорологик маълумотлар асосида ҳамда кичик тоғ дарёлари мисолида ўрганиш долзарб аҳамият касб этади.

Ишда гидрологик аналогия, географик умумлаштириш, гидрологик ҳисоблашларнинг замонавий усуллари билан фойдаланилди. Ўрганилаётган дарёлар муаллақ оқизиклари оқимининг метеорологик омилларга боғлиқлиги Г.А.Алексеев томонидан тақлиф этилган корреляцион боғланишларни объектив тенглаштириш ва нормалаштириш усулини қўллаш асосида статистик баҳоланган.

Асосий мақсад, яъни Чирчиқ-Оҳангарон ҳавзаси дарёлари муаллақ оқизиклари ҳосил бўлишининг метеорологик омиллар билан боғлиқлигини статистик баҳолашда куйидаги вазифалар белгиланди ва ишда ўз ечимини топди: Чирчиқ-Оҳангарон ҳавзасида жойлашган дарёлардаги гидрологик постларда муаллақ оқизиклар сарфи қайд этилган маълумотларни тўплаш, бирламчи қайта ишлаш; метеорологик маълумотлар мавжуд бўлган кузатиш пунктларини танлаш ва уларда қайд этилган атмосфера ёғинлари ва ҳаво ҳарорати тўғрисидаги маълумотларни бирламчи қайта ишлаш; муаллақ оқизикларнинг ҳосил бўлишига иқлим шароитининг таъсирини статистик баҳолаш.

Ишда, дастлабки материаллар сифатида, Писком дарёсининг Муллали, Угом дарёсининг Хожикент ва Оҳангарон дарёсининг Ертош гидрологик постларида қайд этилган ўртача йиллик муаллақ оқизиклар сарфи (R, кг/с), Писком ва Ангрэн метеорологик станциясида қайд этилган ўртача ойлик атмосфера ёғинлари (мм) ҳамда вегетация давридаги ўртача ҳаво ҳарорати (°C) тўғрисидаги маълумотлардан фойдаланилди. Иқлимий омилларнинг муаллақ оқизиклар оқимига таъсирини ўрганишда биз атмосфера

ёғинларининг мавсумий турини, яъни қор ва ёмғирни ҳисобга олишга ҳаракат қилдик. Атмосфера ёғинлари, уларнинг ёғиш турига кўра иккита, яъни қишки ( $X_k$ ) ва ёзги ( $X_ё$ ) ёғинларга ажратилди. Қишки ёғинларга октябрдан мартгача бўлган даврдаги ёғинлар йиғиндиси кирса, ёзги ёғинларга эса апрелдан сентябргача бўлган ёғин миқдорлари киради. Ҳаво ҳарорати режимининг индекси сифатида метеорологик станцияларда илиқ ярим йилликда (IV-IX) кузатилган маълумотлардан фойдаландик ( $t_ё$ ).

Тадқиқотда ҳисоблашлар қуйидаги кетма-кетликда бажарилди. Дастлаб ўзгарувчиларнинг, яъни муаллақ оқизиклар ( $R$ ), қишки ( $X_k$ ) ва ёзги ( $X_ё$ ) ёғинлар ҳамда ёзги ҳаво ҳарорати ( $t_ё$ ) кўрсаткичларининг ўсиб бориш тартибидаги қийматлари аниқланди. Тартиб рақамларини аниқлаш асосида қатор аъзоларининг эмпирик эҳтимоллиги қуйидагича ҳисобланди:

$$P_m = \frac{m - 0,25}{N + 0,25}, \quad (1)$$

бу ерда:  $m$  – қатор аъзоларининг ўсиб бориш тартибидаги ранг (тартиб) рақами,  $N$  – қатор аъзолари сони.

Ўзгарувчиларнинг нормаллаштирилган, яъни муаллақ оқизиклар сарфлари –  $U_0(R)$ , қишки –  $U_1(X_k)$  ва ёзги –  $U_2(X_ё)$ , атмосфера ёғинлари ҳамда ёзги ҳаво ҳароратлари –  $U_3(t_ё)$  нинг қийматлари меъёрлаштирилган интеграл функцияси, яъни ифода:

$$P_j(X_{ji}) = P_m = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{U_m} e^{-\frac{U^2}{2}} \cdot dU = \Phi(U_m) \quad (2)$$

бўйича тескари функция сифатида аниқланди:

$$U_m = F[P_m] = F[P_j(X_{ji})] = U_j(X_{ji}) \quad (3)$$

ифодада:  $j$  – ўзгарувчиларнинг тартиб рақами, масалан,  $j=0,1,2,3$ ;  $i=1,2,\dots, n$ .

Сўнг ўзгарувчилар нормаллаштирилган қийматларининг жуфт кўпайтмалари аниқланди:

$$U_0(R) \cdot U_1(X_k); \quad U_0(R) \cdot U_2(X_ё); \quad U_0(R) \cdot U(t_ё); \\ U_1(X_k) \cdot U_2(X_ё); \quad U_1(X_k) \cdot U_3(t_ё); \quad U_2(X_ё) \cdot U_3(t_ё).$$

Ушбу кўпайтмаларнинг йиғиндилари бўйича ковариация коэффициентлари ( $\mu_{01}, \mu_{02}, \mu_{03}, \mu_{12}, \mu_{13}, \mu_{23}$ ) ва жуфт корреляция коэффициентлари ( $r_{01}, r_{02}, r_{03}, r_{12}, r_{13}, r_{23}$ ) ҳисобланди.

Ковариация коэффициенти қуйидаги ифода ёрдамида аниқланди:

$$\mu_{ji}(N) = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N U_{ji}(R) \cdot U_{ji}(X_k). \quad (4)$$

Жуфт корреляция коэффициентлари эса қуйидагича ҳисобланди:

$$r_{ji} = \frac{\mu_{ji}(N)}{\sigma_u^2(N)}, \quad (5)$$

бу ерда:  $\sigma_u^2(N)$  - эмпирик дисперсия бўлиб, қуйидаги ифода билан аниқланди:

$$\sigma_u^2(N) = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N U_{ji}(R). \quad (6)$$

Юқоридаги ифодалар ёрдамида Чирчиқ-Оҳангарон ҳавзаси дарёлари муаллақ оқизиклари сарфлари билан иқлимий омиллар орасидаги жуфт корреляция коэффициентлари ҳисобланди. Жуфт корреляция коэффициентлари ( $r_{01}, r_{02}, r_{03}, r_{12}, r_{13}$  ва  $r_{23}$ ) нинг ҳисобланган қийматлари таҳлил қилиниб, уларнинг ўзгариш чегаралари аниқланди (1-жадвал).

**Муаллақ оқизиклар сарфлари билан метеорологик омиллар орасидаги  
боғланишларнинг статистик кўрсаткичлари**

Т/р	Дарёлар	Ўзгариш ораликлари		
		$r_{01}$	$r_{02}$	$r_{03}$
1	Пском-Муллала	0,498÷0,842	0,457÷0,470	-0,461÷-0,234
2	Угом-Хожикент	0,596÷0,633	0,289÷0,495	-0,385÷-0,383
3	Оҳангарон-Ертош	0,298÷0,573	0,240÷0,501	-0,668÷-0,252

Изоҳ:  $r_{01}$ ,  $r_{02}$ ,  $r_{03}$  – муаллақ оқизиклар сарфлари билан, мос равишда, қишки ва ёзги ёгинлар ҳамда ёзги ҳаво ҳароратлари орасидаги боғланишларни ифодаловчи жуфт корреляция коэффициентлари.

Регрессия коэффициентларининг қийматларини аниқлаш ҳисоблаш ишларининг асосий босқичларидан биридир. Регрессия коэффициентлари ( $\alpha_{01}$ ,  $\alpha_{02}$ ,  $\alpha_{03}$ ) қуйидаги уч номаълумли чизикли тенгламалар системасини ечиш йўли билан ҳисобланди:

$$\begin{cases} \alpha_{01} + r_{12} \cdot \alpha_{02} + r_{13} \cdot \alpha_{03} = r_{01} \\ r_{12} \cdot \alpha_{01} + \alpha_{02} + r_{23} \cdot \alpha_{03} = r_{02} \\ r_{13} \cdot \alpha_{01} + r_{23} \cdot \alpha_{02} + \alpha_{03} = r_{03} \end{cases} \quad (7)$$

Крамер усулини қўллаш асосида регрессия коэффициентларининг қийматлари қуйидаги ифодалар билан ҳисобланди:

$$a) \alpha_{01} = \frac{\Delta_{01}}{\Delta}, \quad b) \alpha_{02} = \frac{\Delta_{02}}{\Delta}, \quad в) \alpha_{03} = \frac{\Delta_{03}}{\Delta}. \quad (8)$$

Регрессия коэффициентларининг хатолиги қуйидаги ифода билан аниқланди:

$$\sigma_{0j} = \sqrt{\frac{1 - r_0^2}{N - l} \cdot \frac{\Delta_{0j}}{\Delta_{00}}}, \quad (9)$$

бу ерда:  $j = 1, 2, 3$ ;  $l$  – аргументлар сони, бизда  $l=3$ ;  $\Delta_{00}$  – юқорида аниқланган бош минор;  $\Delta_0$  – аниқловчилар.

Ўрганилаётган дарёлар ҳавзалари учун ҳисобланган регрессия коэффициентларининг ўзгариш чегаралари оралиғи аниқланди (2-жадвал).

**Регрессия коэффициентлари ва тўлиқ корреляция  
коэффициентларининг ўзгариш ораликлари**

Т/р	Дарёлар	Ўзгариш ораликлари			
		$\alpha_{01}$	$\alpha_{02}$	$\alpha_{03}$	$r_0$
1	Пском-Муллала	0,411÷0,775	0,189÷0,247	-0,244÷0,016	0,656÷0,864
2	Угом-Хожикент	0,557÷0,600	-0,244÷0,352	-0,398÷-0,031	0,748÷0,761
3	Оҳангарон-Ертош	0,049÷0,442	-0,157÷0,317	-0,736÷0,071	0,656÷0,739

Изоҳ:  $\alpha_{01}$ ,  $\alpha_{02}$  ва  $\alpha_{03}$  – регрессия коэффициентлари;  $r_0$  – тўлиқ корреляция коэффициентини.

Юқорида қайд этилган усуллар билан аниқланган регрессия тенгламалари асосида ўрганилаётган дарёлар учун қуйидаги умумий кўринишдаги нормаллаштирилган регрессия тенгламаси олинди:

$$U_0(R) = \alpha_{01} \cdot U_1(X_k) + \alpha_{02} \cdot U_2(X_{\bar{e}}) + \alpha_{03} U_3(t_{\bar{e}}) \quad (10)$$

Кўриниб турибдики, ушбу тенглама алоҳида дарёлар учун тузилганда, фақат регрессия коэффициентларининг қийматлари билан фарқ қилади.

Чирчиқ-Оҳангарон ҳавзаси дарёлари муаллақ оқизиклари оқими ҳосил бўлишининг метеорологик омилларга боғлиқлиги статистик баҳоланди. Ҳисоблаш ишлари Г.А.Алексеев томонидан таклиф этилган корреляцион боғланишларни объектив тенглаштириш ва нормаллаштириш усули асосида амалга оширилди. Ҳар бир дарё учун нормаллаштирилган

регрессия тенгламалари тузилди. Тенгламаларнинг аниқлигини ифодаловчи тўлик корреляция коэффициентларининг қийматлари  $0,656 \div 0,864$  оралиқда ўзгаради.

### Адабиётлар рўйхати

1. Алексеев Г.А. Объективные методы выравнивания и нормализации корреляционных связей. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 363 с.
2. Бабкин В.И. Метод множественной линейной корреляции и его применение в гидрологических исследованиях // Сб. работ по гидрологии. - Л.: Гидрометеиздат, 1970. – №9. – С. 29 - 39.
3. Волков Е.А. Численные методы. – М.: Наука, 1982. – 254 с.
4. Ольдекоп Э.М. Зависимость режима р. Чирчик от метеорологических факторов // Тр. Метеорол. Отдела гидром. части в Туркестанском крае. Ташкент, 1918. – Вып. 89. - 83 с.
5. Рождественский А.В. Статистические методы в гидрологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 424 с.
6. Хикматов Ф.Х. Водная эрозия и сток взвешенных наносов горных рек Средней Азии. – Ташкент.: Изд-во “Fan va texnologiya”, 2011. – 248 с.
7. Шульц В.Л. Реки Средней Азии. Ч. 1,2. - Л.: Гидрометеиздат, 1965. - 691 с.

## РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПРОСТРАНСТВЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ БАССЕЙНА АРАЛЬСКОГО МОРЯ

Хужаназаров Т.М.<sup>1</sup>, Ёшья Т.<sup>1</sup>, Кобаяши Г.<sup>1</sup>, Танака К.<sup>1</sup>,  
Холматжанов Б.М.<sup>2</sup>, Нишонов Б.Э.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Научно-исследовательский институт по предотвращению стихийных бедствий, Киотский университет, Япония

<sup>2</sup> Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека,

<sup>3</sup> Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, Ташкент, Узбекистан

**Аннотация.** В статье рассматриваются проблемы гидрологического моделирования в бассейне Аральского моря. Доступность и точность данных, а также интеграция и сотрудничество по обмену данными является серьезным препятствием для исследований воздействия на окружающую среду и исследований в области управления водными ресурсами. Эта проблема особенно заметна при распределении станций наблюдения в зоне накопления снега и ледников, увеличение станций наблюдения на таких высотах будет способствовать улучшению точности полученных данных. В этом исследовании дается оценки решения проблем, используя глобальные наборы данных для моделирования водного баланса Аральского моря.

**Ключевые слова:** набор данных, Аральское море, гидрологическое моделирование, данные дистанционного зондирования.

## ADDRESSING CHALLENGES IN SPATIAL MODELLING OF THE ARAL SEA BASIN

Khujanazarov T.M.<sup>1</sup>, Yoshiya T.<sup>1</sup>, Kobayashi G.<sup>1</sup>, Tanaka K.<sup>1</sup>,  
Kholmatjanov B.M.<sup>2</sup>, Nishonov B.E.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, Japan

<sup>2</sup> National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek,

<sup>3</sup> Hydrometeorological Research Institute, Tashkent, Uzbekistan

**Abstract.** The article is addressing challenges in hydrological modelling in the Aral Sea Basin. Data availability and accuracies importance as well as integration and cooperation between counterparts is assessed as one of the main obstacles for environmental impact studies and water management research. This issue is especially noticeable in the snow-glacier observation station distribution that doesn't provide necessary information for the source and sharing data within the basin sharing countries. In this research we try to address these issues using globally available datasets to model the water balance of the Aral Sea.

**Keywords:** dataset, Aral Sea, hydrological modelling, remote sensed data

Аральское море, является ярким примером влияния человеческой деятельности на водный баланс речного бассейна. В течение последних нескольких десятилетий 20-го века в Узбекистане наблюдалось серьезное расширение сельского хозяйства за счет развития обширной сети орошения, что негативно сказалось на окружающей среде. Последствия советской стратегии развития оказали разнообразное и долгосрочное воздействие на экологию, полностью изменив весь регион. Например, быстрое расширение орошаемого земледелия в Центральной Азии значительно сократило естественный сток двух основных рек (Сырдарья и Амударья) в Аральское море, в результате объем Аральского моря сократился с 1093,0 км<sup>3</sup> в 1960 году до 98,1 км<sup>3</sup> в 2010 году, что примерно составляет 90%. Около 84-90% водных ресурсов бассейна было использовано в сельском хозяйстве [1]. Что привело к острой экологической проблеме, затрагивающей большую часть региона, к разрушению уникальных экосистем и рыболовства, развитых в озере и вокруг него, а также к изменению окружающего климата [2]. “Трагедия Арала” широко признается одним из самых серьезных экологических кризисов 20-го века [3,4]. Дополнительное воздействие изменения климата, проявляющееся в сокращении ледников и повышении температуры, еще больше ускорило осушение моря [5,6].

Несмотря на то, что защита окружающей среды, устойчивое сельское хозяйство и социально-экономическое развитие остаются приоритетными направлениями в национальных программах стран Центральной Азии, масштабность проблем, в сочетании с экономическими трудностями в этих развивающихся странах, не позволяет правительствам найти простые решения. Доступность воды и региональная гидрология основных речных бассейнов остаются неопределенными из-за споров по поводу трансграничного водопользования между странами, а воздействие глобального изменения климата требует срочных мер для решения проблемы участвовавших экстремальных погодных явлений. Засухи, включая нехватку воды для орошения и увеличение экстремальных температур, несомненно, обостряют проблемы с водными ресурсами в засушливых и полузасушливых зонах, включая Центральную Азию. Таким образом, определение их и стратегии адаптации будут играть важнейшую роль в будущей повестке дня стран Центральной Азии. Участвовавшие песчаные бури [8] с высохшего дна бывшего моря усилятся без принятия соответствующих мер. В данной работе в рамках национального проекта была создана гидрологическая модель, для изучения водного баланса бассейна и оценки влияния антропогенных факторов в регионе.

Модель бюджета Аральского моря рассчитывает изменения объема, площади и уровня воды Аральского моря на основе водного баланса всего бассейна в качестве входных данных на основе модели SiBUC. SiBUC — это распределенная модель с вертикальным расчетом (land-surface model), способная моделировать на различных типах ландшафтного покрова, включая водные объекты, рассчитывать суммарное испарение и количество воды необходимое для ирригации [9].

Анализ проводился для периода с 1961 по 2010 год, из-за доступности входных данных. В данной модели бассейн Аральского моря рассматривался как замкнутая система, и валидацией служила поверхностная площадь моря, т.к. оно является бессточным. Таким образом, проверка водного баланса бессточного озера становится ценным инструментом для понимания локальных гидрологических процессов и может быть применена к другим схожим по типологии водным объектам. Общий водный баланс озера представлен формулой:

$$\Delta S = Q + (Prec - Evap)_{Aral} \quad (1)$$

где  $Q$  – общий сток,  $(Prec - Evap)_{Aral}$  – разница между осадками над водной поверхностью и испарением с нее. Общий сток, в свою очередь, определяется формулой

$$Q = Qs + Qsb = Prec - ET - \Delta swe - \Delta sm + Win \quad (2)$$

где  $Prec$ ,  $ET$ ,  $Win$  – соответственно осадки, суммарное испарение и количество воды, необходимое для ирригации,  $\Delta s_{we}$  и  $\Delta s_m$  – соответственно изменения эквивалента воды в снеге и влажности почвы, из расчета изменения запаса воды для ячейки. Сток включает в себя расчет поверхностного стока  $Q_s$  и подземного стока  $Q_{sb}$ , вытекающий за пределы ячейки.

Основные горные районы Тянь-Шаня и Памира, обеспечивающие большую часть водных ресурсов, имеют сложное распределение высот, в то время как расположенные ниже орошаемые районы, на которые приходится большая часть потребности в воде, имеют сложный ландшафтный покров. Поэтому для моделирования этих пространственных различий в высоком разрешении использовалась модель с высоким разрешением с ячейкой 1 км. Для учета различных типов ландшафта использовалась мозаичная схема, на основе наибольшего процентного соотношения использования поверхности. Данная схема, позволила вместить в ячейку с разрешением 1 км, большую часть типов ландшафта при расчете водопользования.

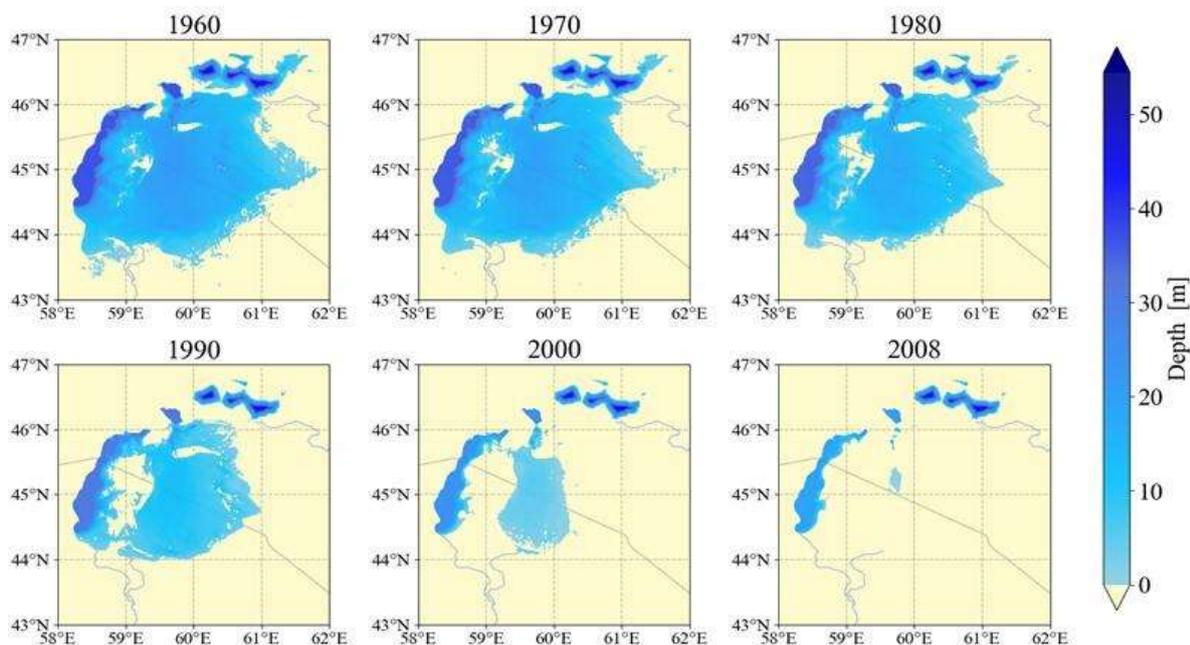
Как было сказано выше основной характеристикой данной работы являлось максимальное использование открытых данных. В данном исследовании мы использовали форсинговые данные ERA5 и JRA55, GSWP3 и др., включающие в себя данные по осадкам, солнечной радиации, распределению ветра, и температуры. Для оценки ландшафта использовалась база (GLCC) версия 1, представляет собой глобальные данные с разрешением 1 км, опубликованные Геологической службой США (USGS), она дает классификацию по 24 категориям типов земельного покрова, включая ледники. Поскольку для расчета SiBUC для мозаичной схемы требуется доля земного покрова, эти наборы данных о земном покрове были преобразованы в доли для каждой сетки.

Основным методом валидации являются данные батиметрии Аральского моря, которые были получены на основе данных из ASTER-GDEM версии 3 с разрешением в 1 секунду [10], так как отслеживание стока рек Сырдарьи и Амударьи представляется затруднительными в виду сложной разветвленной системы ирригационных каналов, притока из дренажа и получения точных данных. Данные ASTER-GDEM были использованы, так как дно Аральского моря осушилось и может быть вертикально замерено с помощью спутниковых данных. Исходные данные имеют разрешение по высоте с ошибкой в 1 м, что может быть недостаточно в виду довольно плоского изменения поверхности дна. Что в свою очередь, может привести к сложности с расчетом общего объема колебаний поверхности. Для этого использовалось допущение в виде ранжирования ячеек с одинаковым значением высоты в зависимости от отдаления от центра Аральского моря. Для каждой ячейки водной поверхности Аральского моря было рассчитано новое значение высоты, которая учитывает исходную высоту, количество ячеек с общей высотой и ранг этих ячеек, что позволило получить плавную взаимосвязь между уровнем воды, площадью и объемом. Полученные результаты представлены на рис. 1.

Данные расчета уровня поверхности взяты из Миклина 2014, а также с сайта Научно-информационного центра Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии Центральной Азии (НИЦ МКВК). В целом, расчетные данные по Аральскому морю, хорошо согласуются с данными наблюдений, хотя и имеют небольшое завышение. Также отмечена корреляция с учетом расчета стока рек. Основным фактором такого завышения могут быть несколько особенностей, во-первых работа полностью опирается на расчетные данные с глобальных метеорологических продуктов, во-вторых при расчетах не принималось во внимание данные по работе водохранилищ, что существенно влияет на гидрологию региона. В то же время, хочется отметить полученные результаты и их корреляцию с наблюдением, что показывает важность гидрологических расчетов и возможность использования доступных данных при расчетах.

Общая цель исследования была в достижении непрерывного цикла изменения площади поверхности Аральского моря с учетом расчетов по ирригации, моделированию стока реки в целом по бассейну, а также расчета суммарного испарения в целом по региону.

Использование данной модели представляет дополнительные сценарии расчета водоиспользования и позволяет учитывать их для оценки влияния в целом на всю экосистему.



**Рис. 1. Изменения площади водной поверхности Аральского моря, 1960-2010 гг.**

#### Список литературы

1. AQUASTAT, 2019. AQUASTAT, Uzbekistan country profile.
2. Kholmatjanov, B.M., Petrov, Y. V., Khujanazarov, T., Sulaymonova, N.N., Abdikulov, F.I., Tanaka, K., 2020. Analysis of Temperature Change in Uzbekistan and the Regional Atmospheric Circulation of Middle Asia during 1961–2016. *Climate* 8, 101. <https://doi.org/10.3390/cli8090101>
3. Glantz, M.H., 2007. Aral Sea basin: A sea dies, a sea also rises. *Ambio* 36, 323–327. [https://doi.org/10.1579/0044-7447\(2007\)36\[323:ASBAND\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1579/0044-7447(2007)36[323:ASBAND]2.0.CO;2)
4. Micklin, P., 2014. Aral Sea Basin Water Resources and the Changing Aral Water Balance, in: *The Aral Sea*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, pp. 111–135. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-02356-9\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-642-02356-9_5)
5. Micklin, P., 2007. The Aral Sea disaster. *Annu Rev Earth Planet Sci* 35, 47–72. <https://doi.org/10.1146/annurev.earth.35.031306.140120>
6. Farinotti, D., Longuevergne, L., Moholdt, G., Duethmann, D., Mölg, T., Bolch, T., Vorogushyn, S., Güntner, A., 2015. Substantial glacier mass loss in the Tien Shan over the past 50 years. *Nat Geosci* 8, 716–722. <https://doi.org/10.1038/ngeo2513>
7. Unger-Shayesteh, K., Vorogushyn, S., Farinotti, D., Gafurov, A., Duethmann, D., Mandychyev, A., Merz, B., 2013. What do we know about past changes in the water cycle of Central Asian headwaters? A review. *Glob Planet Change* 110, 4–25. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2013.02.004>
8. Varis, O. Resources: Curb vast water use in central Asia. *Nature* 514, 27–29 (2014). <https://doi.org/10.1038/514027a>
9. Nishonov, B.E., Kholmatjanov, B.M., Labzovskii, L.D. et al. Study of the strongest dust storm occurred in Uzbekistan in November 2021. *Sci Rep* 13, 20042 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-42256-1>
10. NASA, 2019. ASTER Global Digital Elevation Model V003 [WWW Document]. URL <https://lpdaac.usgs.gov/products/astgtmv003/> (accessed 3.31.23).

## ДАРЁЛАРНИНГ МАКСИМАЛ СУВ САРФЛАРИ ВА УЛАРНИ ҲИСОБЛАШНИНГ ЭМПИРИК ИФОДАЛАРИ ТАҲЛИЛИ

Ҳикматов Б.Ф.

Фавкулудда вазиятлар вазирлиги Фуқаро муҳофазаси институти, Тошкент, Ўзбекистон,  
fvvfmi@uamail.uz.

**Аннотация.** Мақолада дарёларнинг масимал сув сарфлари кўриб чиқилган ва уларни ҳисоблашнинг эмпирик ифодалари таҳлил қилинган. Дарёларнинг максимал сув сарфлари, уларни ҳосил қилувчи гидрометеорологик омилларга боғлиқ ҳолда, турларга ажратилган. Максимал сув сарфларини ҳисоблашнинг редукион ва ҳажмий ифодалари келтирилган, улардан фойдаланиш соҳалари кўрсатилган.

**Калит сўзлар:** дарё, гидрометеорологик омиллар, максимал сув сарфи, ҳисоблаш, эмпирик ифодалар, редукион ифодалар, ҳажмий ифодалар, кўллаш соҳалари.

## МАКСИМАЛЬНЫЕ РАСХОДЫ ВОДЫ РЕК И АНАЛИЗ ЭМПИРИЧЕСКИХ ФОРМУЛ ИХ РАСЧЕТА

Хикматов Б.Ф.

Институт гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям, Ташкент, Узбекистан,  
fvvfmi@uamail.uz.

**Аннотация.** В статье рассмотрены максимальные расхода воды и произведен анализ эмпирических формул их расчета. Выделены типы максимальных расходов воды с учетом гидрометеорологических условий их формирования. Представлены редукионные и объемные формулы расчета максимальных расходов воды, показаны области их применения.

**Ключевые слова:** река, гидрометеорологические факторы, формул их расчета максимальные расходы воды, расчет, эмпирические формулы, редукионные формулы, объемные формулы, области применения.

## MAXIMUM RIVER WATER FLOW AND ANALYSIS OF EMPIRICAL FORMULAS FOR THEIR CALCULATION

Khikmatov B.F.

Institute of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations, Tashkent, Uzbekistan,  
fvvfmi@uamail.uz

**Abstract.** The article examines the maximum water flow rates and analyzes the empirical formulas for their calculation. The types of maximum water flows are identified, taking into account the hydrometeorological conditions of their formation. Reduction and volumetric formulas for calculating maximum water flow rates are presented.

**Keywords:** river, hydrometeorological factors, maximum water flows, calculation, empirical formulas, reduction formulas, volumetric formulas, areas of use.

Ҳар қандай гидротехник иншоотлар, жумладан, сув омборлари, уларнинг тўғонлари, сув тақсимлаш иншоотлари, каналлар, шунингдек, автомобиль ва темир йўллар, кўприклар, электр энергияси ўтказгичлари ва бошқа коммуникация тармоқларини лойиҳалаш, қуриш ҳамда уларни эксплуатация қилишда дарёларнинг максимал сув сарфлари ҳақидаги маълумотларга катта эҳтиёж сезилади. Шу туфайли мазкур гидрологик муаммо кўплаб олимларнинг эътиборини тортган.

Максимал сув сарфларини шакллантирувчи омиллар ва уларни ҳисоблаш усулларини ишлаб чиқиш масалалари билан Г.И.Тарловский, А.В.Огиевский, Г.П.Воскресенский, А.А.Соколов, Г.А.Алексеев, Д.Л.Соколовский, С.М.Тумановская, В.Е.Водогрецкий, М.А.Мамедов, В.М.Евстигнеев ва бошқалар шуғулланганлар. Ўрта Осиё дарёлари мисолида ушбу муаммо В.Л.Шульц, Ю.Б.Виноградов, Ю.М.Денисов, А.Ф.Шахидов, А.Ҳ.Тўляганов, С.В.Мягков, Б.Ж.Салимова каби тадқиқотчиларнинг илмий ишларида кўриб чиқилган.

Тоғли ҳудудлар соҳасидаги таниқли олим В.Л.Шульц таъкидлаганидек: “Ўрта Осиё дарёларида максимал сув сарфлари, одатда, тўлинсув даврига тўғри келади”. Бу фикрни мантиқан давом эттирадиган бўлсак, дарёлар максимал сув сарфларининг кузатилиш муддатлари, вақти, миқдори гидрометеорологик шароитга, шунингдек, дарёларнинг тўйиниш манбаларига боғлиқдир.

Маълумки, музлик-қор сувларидан тўйинадиган дарёларнинг максимал сув сарфлари, асосан, тоғлардаги музликлар ва қор қопламининг эриши ҳисобига ҳосил бўлади. Шу туфайли мазкур типга мансуб бўлган дарёларда максимал сув сарфлари ёз ойларида кузатилади. Бу ерда, албатта, максимал сув сарфларининг умумий оқимида ёмғир сувларининг ҳиссаси нисбатан кам бўлади [10].

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

Дарёлар максимал сув сарфларининг шаклланишига қор қопламидаги сув захираси, музликлар ва қор қопламининг эриш жадаллиги, шимилиш, яъни инфильтрация жараёнлари, дарё ҳавзаси юзасида сувнинг тўпланиши, ёмғирнинг ёғиш жадаллиги ва давомийлиги, ёғинларнинг ҳавза майдони ҳамда вақт бўйича нотекис тақсимланиши, буғланиш, ҳавзадаги қўллар майдони, улардаги сув ҳажми, ўсимлик қоплами, ҳавзанинг шакли ва бошқа омиллар таъсир қилади [2].

Гидрологияда энг катта оний (срочный), энг катта кунлик, энг катта декадалик, энг катта ойлик, энг катта йиллик, энг катта кўп йиллик сув сарфлари фарқланади. Амалий гидрологияда энг катта оний ва энг катта кунлик сув сарфларига алоҳида эътибор қаратилади. Уларнинг миқдорлари кичик дарёларда ва сойларда сезиларли даражада фарқланса, дарё қанчалик катта бўлса, бу фарқ шунчалик кичик бўлади. Максимал сув сарфи – дарёда йил давомида аниқланган сув сарфларининг энг катта миқдоридир [7].

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

Максимал оқим – баҳорги-ёзги тўлинсув даврида ёки ёмғир тошқинлари шаклида энг катта миқдордаги оқим ҳосил бўлиш жараёнининг умумий номланишидир. Максимал оқим ҳам тўлинсув даврининг асосий тўлқини ёки энг катта ёмғирли тошқинлар оқимининг ҳажми ёки қатлами билан тавсифланади. Максимал оқим, А.И.Чеботаревнинг фикрига кўра, тўлинсув ёки тошқин давридаги максимал сув сарфи ёки максимал оқим модули ўрнида қўлланиладиган шартли атамадир [8].

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

Юқорида баён этилган фикр-мулоҳазаларнинг синтези сифатида, дарёларнинг максимал сув сарфларини генезиси, яъни уларни ҳосил қилувчи гидрометеорологик омилларга боғлиқ ҳолда, қуйидаги турларга ажратиш мумкин: 1) дарёлар ҳавзаларига ёққан ёмғир сувларидан ҳосил бўладиган максимал сув сарфлари; 2) дарёлар ҳавзаларида эриган қор сувларидан ҳосил бўладиган максимал сув сарфлари; 3) дарёлар ҳавзаларида аралаш, яъни эриган қор сувлари ва ёмғир сувларидан ҳосил бўладиган максимал сув сарфлари; 4) дарёлар ҳавзаларидаги тоғ музликларининг жадал суръатларда эришидан ҳосил бўладиган максимал сув сарфлари; 5) сув ҳавзалари (кўллар, сув омборлари) тўғонлари шикастланиши, ўпирилиши натижасида ҳосил бўладиган максимал сув сарфлари.

Максимал сув сарфларини аниқлашнинг олимлар ва мутахассислар томонидан ишлаб чиқилган усулларини, яъни максимал сув сарфларини ҳисоблаш ифодаларини қуйидаги икки гуруҳга ажратиш мумкин [6]:

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

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

Максимал сув сарфларини ҳисоблашнинг **редукцион ифодалари**, ўз навбатида, қуйидаги иккита кичик гуруҳга бўлинади: **эмпирик ифодалар**; **ярим эмпирик ифодалар**.

Қуйида ҳар бир кичик гуруҳга кирувчи ифодаларни алоҳида-алоҳида кўриб чиқамиз.

**1. Эмпирик ифодалар.** Махсус адабиётларда [2, 3, 6, 9] қайд этилганидек, турли йилларда турли тадқиқотчилар томонидан олинган эмпирик ифодалар қуйидаги умумий кўринишга эга:

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

бу ерда:  $q_{\max}$  – максимал оқим модули бўлиб,  $у$  л/с·км<sup>2</sup> ёки м<sup>3</sup>/с·км<sup>2</sup> да ҳисобланади;  $A$  – ўрганилаётган сув ҳавзасининг максимал сув бериш жадаллиги, мм/соат;  $F$  – дарёнинг сув тўплаш майдони, км<sup>2</sup>;  $n$  – боғланишни ифодаловчи чизикнинг абсцисса ўқи билан ҳосил қилган бурчак коэффиценти.

Муайян ҳолатлар учун юқоридаги каби эмпирик ифодалар кўплаб тадқиқотчилар, жумладан, Г.И.Тарловский томонидан қуйидаги кўринишда таклиф қилинган:

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

Кейинчалик мазкур кўринишдаги ифодаларни Д.Л.Соколовский [6] қуйидагича такомиллаштирган:

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

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

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

Юқоридаги гидрологик катталиклардан фойдаланган ҳолда, К.П.Воскресенский томонидан текислик ҳудудларидаги дарёлар учун олинган қуйидаги тенглама ярим эмпирик ифодаларга ёрқин мисолдир [7]:

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

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

$$K_B = \frac{A_{\max, B}}{h_B}. \quad (5)$$

Юқорида келтирилган (4) ифодадаги “С” белгиси  $lgq_{\max} = f(lgF)$  кўринишдаги боғланиш эгри чизигининг ночизиклигини ҳисобга олувчи параметрдир.

Кейинчалик, К.П.Воскресенскийнинг 1956 йилда [7] таклиф қилган ушбу ярим эмпирик (4) ифодаси, А.А.Соколов [6] томонидан такомиллаштирилган ва у қуйидаги кўринишга келган:

$$q_{\max, p} = \frac{K_B \cdot h_B}{(F+1)^n} \cdot \delta_1 \cdot \delta_2, \quad (6)$$

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

Кейинчалик Г.А.Алексеев томонидан такомиллаштирилган ҳамда таклиф этилган ифода дарё ҳавзасида кўллар ва сув омборлари мавжудлигини ҳам ҳисобга олади:

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

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

Шунингдек, дарёларнинг баҳорги тўлинсув давридаги максимал сув сарфларини ҳисоблашнинг ҳажмий ифодалари дастлаб А.В.Огиевский, В.И.Мокляк ва бошқалар томонидан таклиф қилинган. Масалан, 1938 йилдаёқ А.В.Огиевский томонидан ишлаб чиқилган, мазкур гуруҳга мансуб бўлган ифода қуйидаги кўринишга эга бўлган [5]:

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

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

Дарёларнинг максимал оқим модули  $q_{\max}$  ни ҳисоблаш учун В.И.Мокляк томонидан таклиф қилинган ифода гидрографнинг шаклини ҳамда ҳавзада ботқоқликлар ва ўрмонларнинг таъсирини ҳисобга олади [4]:

$$q_{\max} = \frac{0,0116K''_{\Phi} \cdot h_B}{m \cdot T_B + \varepsilon + t_H}, \quad (9)$$

бу ерда:  $K''_{\Phi}$  – гидрограф шаклини ҳисобга оладиган коэффицент,  $K''_{\Phi} = 2,8$  деб қабул қилинса, тўлинсув даври гидрографи тескари параболага ўхшаш бўлади;  $h_B$  – баҳорги оқим қатлами, оқим картасидаги изолиниялар бўйича аниқланади, мм;  $m$  – кўллар ва ўрмонларнинг таъсирида ҳавзанинг сув бериш қобилиятини узайтирадиган коэффицент ( $m > 1,0$ );  $T_B$  – ҳавзанинг сув бериш давомийлиги, суткада;  $\varepsilon$  – оқиб ўтиш вақти, суткада;  $t_H$  – ҳавзада қор эриш (сув бериши) силжишининг давомийлиги, суткада.

**Хулоса** ўрнида айтиш мумкинки, музлик-қор ва қор-музлик сувларидан тўйиниш турига мансуб бўлган тоғ дарёларида максимал сув сарфлари, асосан, қор қоплами ва музликларнинг жадал суратларда эриши натижасида ҳосил бўладиган сув оқимлари

ҳисобига шаклланади. Шунингдек, максимал сув сарфларини ҳисоблаш усулларини такомиллаштиришга қаратилган келгуси тадқиқотларда уларнинг генезисини ҳисобга олиш жуда муҳимдир. Муаммога бундай ёндашув, келажакда дарёларнинг максимал сув сарфлари билан уларни ҳосил қилувчи табиий, шу жумладан гидрометеорологик омиллар орасидаги боғланишларни статистик баҳолашда энг асосий аргументларни белгилаб олишнинг катта имкониятларини яратди.

### Адабиётлар рўйхати

1. Алексеев Г.А. Генетико-статистический метод определения вероятных максимальных расходов воды // Тр. ГГИ. – Вып.43(97). – Л.: Гидрометеоздат, 1954. – С. 5-21.
2. Евстигнеев В.М., Магрицкий Д.В. Речной сток. Методические основы современной практики гидрологических расчетов. – М.: Изд-во Триумф, 2016. – 224 с.
3. Мамедов М.А. Расчеты максимальных расходов воды горных рек. – Л.: Гидрометеоздат, 1989. – 184 с.
4. Мокляк В.И. Формирование максимальных расходов от талых вод и их расчеты. – Киев, 1965. – 118 с.
5. Огиевский А.В. Гидрология суши. – М.-Л.: Изд-во Главная редакция энергетической литературы, 1936. – 512 с.
6. Соколовский Д.Л. Речной сток. – Л.: Гидрометеоздат, 1968. – 539 с.
7. Хикматов Б.Ф. Тўғони бузилиши хавфи бўлган кўллардан оқиб чиқадиган максимал сув сарфини ҳисоблаш. География фанлари бўйича фалсафа доктори ... диссертацияси автореферати. – Тошкент, 2021. – 41 б.
8. Чеботарев А.И. Гидрологический словарь. – Л.: Гидрометеоздат, 1978. – 308 с.
9. Шахидов А.Ф. Расчёт максимальных расходов дождевых паводков. – Ташкент: НИГМИ, 1995. – 125 с.
10. Шульц В.Л. Реки Средней Азии. – Л.: Гидрометеоздат, 1965. – Ч. 1,2. – 691 с.

### ТЎХТАҒУЛ СУВ ОМБОРИНИ ЭНЕРГЕТИК РЕЖИМДА ЭКСПЛУАТАЦИЯ ҚИЛИШ ВА ҚУЙИ БЬЕФГА ТАШЛАНДИГАН МАКСИМАЛ СУВ САРФЛАРИНИНГ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИК ШАРОИТГА БОҒЛИҚЛИГИ

Хикматов Б.Ф.<sup>1</sup>, Рапиков Б.Р.<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup> Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети, Тошкент, Ўзбекистон, barkamol\_gariqov@mail.ru

**Аннотация.** Мақола энергетик режимда эксплуатация қилинаётган сув омборлари тўғонларидан қуйи бьефларга ташланадиган максимал сув сарфлари микдорларининг об-ҳаво шароитларига боғлиқлиги масалаларини Тўхтағул сув омбори мисолида ёритишга бағишланган. Шу мақсадда мазкур сув омбори тўғонидан сўнгги йилларнинг куз-қиш мавсумларида иншоотнинг қуйи бьефига ташланадиган кунлик сув микдори билан ҳаво ҳароратлари орасидаги боғланиш статистик баҳоланган ва ушбу боғланишнинг регрессия тенгламаси олинган. Натижада, Норин дарёсида куз-қиш мавсумларида кузатилиши мумкин бўлган кундалик сув сарфларини ҳаво ҳароратига боғлиқ ҳолда прогнозлаш имконияти яратилган.

**Калит сўзлар:** сув омбори, тўғон, энергетик режим, қуйи бьеф, ҳаво ҳарорати, сув сарфлари, фавқулудда вазиятлар, баҳолаш.

### ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТОКТОГУЛЬСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ И ЗАВИСИМОСТЬ МАКСИМАЛЬНЫХ РАСХОДОВ ВОДЫ, СБРАСЫВАЕМЫХ В НИЖНИЙ БЬЕФ ОТ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

Хикматов Б.Ф.<sup>1</sup>, Рапиков Б.Р.<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup> Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, Ташкент, Узбекистан,  
barkamol\_rapiqov@mail.ru

**Аннотация.** Статья посвящена изучению зависимости максимальных расходов воды, сбрасываемых в нижний бьеф водохранилищ, эксплуатируемых в энергетическом режиме, от погодных условий на примере Токтагульского водохранилища. Статистически оценена связь суточного объёма сброса воды в нижний бьеф водохранилища с температурой воздуха осенне-зимнего сезона за последние годы и получено уравнение регрессии этой зависимости. В результате созданы возможности прогноза суточных расходов воды реки Нарын осенне-зимнего сезона в зависимости от температуры воздуха.

**Ключевые слова:** водохранилище, плотина, энергетический режим, нижний бьеф, температура воздуха, расход воды, чрезвычайные ситуации, оценка.

## OPERATION OF THE TOKTOGUL RESERVOIR IN ENERGY MODE AND DEPENDENCE OF MAXIMUM WATER FLOW RATES DISCHARGED INTO THE LOWER WATER FROM HYDROMETEOROLOGICAL CONDITIONS

Khikmatov B.F.<sup>1</sup>, Rapikov B.R.<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup> National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Tashkent, Uzbekistan,  
barkamol\_rapiqov@mail.ru

**Abstract.** The article is devoted to the study of the dependence of the maximum flow rates of water discharged into the downstream of reservoirs operated in energy mode on weather conditions using the example of the Toktagul reservoir. The relationship between the daily volume of water discharge into the lower reaches of the reservoir and the air temperature of the autumn-winter season in recent years has been statistically assessed and a regression equation for this relationship has been obtained. As a result, it has been possible to predict daily water flows of the Naryn River in the autumn-winter season depending on air temperature.

**Keywords:** reservoir, dam, energy regime, tailwater, air temperature, water flow, emergency situations, assessment.

Бугунги кунда, дунёдаги махсус илмий марказларда хавфли гидрологик жараёнлар, хусусан, сув омборлари тўғонларининг турли омиллар таъсирида ўпирилиши, сув омборлари энергетик режимда эксплуатация қилинганда, куз-қиш мавсумларида уларнинг тўғонларидан қуйи бьефларга чиқариладиган сув сарфларининг максимал миқдорларгача ортиши, буларнинг оқибатида келиб чиқадиган сув тошқинлари, сел оқимлари каби хавфли гидрометеорологик ҳодисаларни тадқиқ этишга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Шунингдек, дарёларнинг турли келиб чиқишли максимал сув сарфлари билан боғлиқ бўлган офатлар охириги йилларда тез-тез такрорланмоқда. Улар иқтисодий тармоқларига, аҳолига жуда катта моддий ва маънавий зарар келтириш билан бирга, ҳатто инсонларнинг йўқотилишига ҳам сабаб бўлмоқда. Шу туфайли, ҳозирги кунда, энергетик режимда ишлаётган сув омборларидан қуйи бьефларга ташланадиган сув миқдорларининг гидрометеорологик ҳамда ижтимоий-иқтисодий шароитларга боғлиқлигини ўрганишга қаратилган тадқиқотлар долзарб аҳамият касб этади.

Мазкур ишнинг асосий мақсади Тўхтағул сув омборини энергетик режимда эксплуатация қилиш ва қуйи бьефга ташланадиган максимал сув сарфларининг гидрометеорологик шароитга боғлиқлигини ёритишдан иборат. Тадқиқотнинг мақсадига мос равишда, Тўхтағул сув омбори тўғонидан қуйи бьефга ташланадиган ўртача кунлик сув сарфларини таҳлил қилиш, уларни ҳаво ҳароратига боғлиқлигини статистик баҳолаш ва олинган натижалардан амалда фойдаланиш бўйича тавсиялар ишлаб чиқиш каби масалалар ишнинг асосий вазифалари ҳисобланади.

Мақоланинг тадқиқот объекти сифатида Тўхтағул сув омбори ва унинг тўғонидан қуйи бьефга ташланадиган кунлик сув сарфлари олинди. Сув омбори тўғонидан қуйи

бъефга ташланадиган сув сарфларининг гидрометеорологик ва ижтимоий-иқтисодий шароитларга боғлиқлигини таҳлил этиш ишнинг тадқиқот предмети белади.

Ўзбекистонда сув омборларини энергетик режимда эксплуатация қилиниши ва бунинг оқибатида келиб чиқадиган хавфли гидрометеорологик ҳодисаларни баҳолаш билан боғлиқ илк тадқиқотлар В.Л.Шульц, О.П.Щеглова, Ф.Э.Рубинова, Ю.Н.Иванов, А.М.Никитин, А.Р.Расулов ва бошқалар томонидан амалга оширилган. Бугунги кунда мазкур масалага бағишланган тадқиқотлар орасида Н.Е.Горелкин, Е.М.Видинеева, З.С.Сирлибоева, Д.П.Айтбаев, Э.И.Чембарисов, Ф.Ҳ.Ҳикматов, Ф.Я.Артикова, Б.Е.Аденбаев, Ғ.Х.Юнусов, Ф.А.Гаппаров, Д.М.Турғунов, М.Р.Икромова, Б.Ф.Ҳикматов кабиларнинг ишлари алоҳида ажралиб туради. Бироқ, юқорида номлари қайд этилган олимларнинг тадқиқотларида Тўхтағул сув омборини энергетик режимда эксплуатация қилиниши ва қуйи бьефга ташланадиган максимал сув сарфларининг гидрометеорологик шароитга боғлиқлиги масалалари алоҳида тадқиқот объекти сифатида кўриб чиқилмаган.

**Қисқача маълумотнома.** Ўтган 2023 йилнинг 26 январь куни оммавий ахборот воситалари ва ижтимоий тармоқларда Норин дарёсининг қуйи оқимида, яъни унинг Наманган вилоятининг Норин туманидан оқиб ўтувчи қисмида дарё қирғоқларининг ўпирилиши билан боғлиқ бўлган фавқулодда вазият юзага келганлиги тўғрисида хабарлар тарқалди. Ушбу фавқулодда вазиятнинг юзага келишига Тўхтағул сув омбори тўғонидан қуйи бьефга бир неча кун давомида катта миқдорда сув ташланиши сабаб бўлган. Дарё қирғоқларини мустаҳкамлаш ишларига Ўзбекистон Республикаси Фавқулодда вазиятлар вазирлиги, унинг Наманган вилояти бошқармаси, Ички ишлар вазирлиги ва унинг вилоят бошқармаси, Миллий гвардия, Наманган вилояти ҳокимлиги вакиллари ҳамда Фавқулодда вазиятлар давлат тизими (ФВДТ) мутахассислари ва ходимлари жалб қилинди (1-2-расмлар).



**1-расм. Норин дарёсининг сув босган соҳиллари**



**2-расм. ЎЗР ФВ вазири А.Х.Қўлдошев раҳбарлигида тузилган ишчи гуруҳ воқеа жойида**

Қисқа вақт ичида Ўзбекистон Республикаси Фавқулодда вазиятлар вазирлиги Фавқулодда вазиятлар давлат тизими (ФВДТ) билан ҳамкорликда ўз тасарруфларидаги мавжуд куч ва техника воситаларини ишга солдилар. Улар биргаликда, зудлик билан Норин дарёсининг шикастланган қирғоқларини мустаҳкамлаш ишларини бошлаб юбордилар. Алоҳида таъкидлаш лозимки, юзага келган хатарли вазиятни бартараф этишда ЎЗР Фавқулодда вазиятлар вазири, генерал-майёор А.Х.Қўлдошев ва вазир ўринбосари, полковник А.Ж.Раматовлар бевосита иштирок этдилар. Ушбу ўта маъсулиятли тадбирларга ФВДТга кирувчи вазирлик ва идораларнинг 381 нафар ишчи ва ходимлари, 112 та махсус техника воситалари жалб этилди. Натижада мазкур фавқулодда вазият туфайли юзага келиши мумкин бўлган техноген хавф – катта сув тошқинларининг олди олинди. Улар

ёрдамида Норин дарёсининг сув ювиб кетган, ўпирилган қирғоқлари 990 м<sup>3</sup> ҳажмдаги харсанг тошлар ва 765 м<sup>3</sup> ҳажмдаги қум-шағал материаллари билан мустаҳкамланиб, асл ҳолатига келтирилди.

Юзага келган ушбу фавқулдда ҳолат Тўхтағул сув омбори ва унинг энергетик режимда эксплуатация қилиниши билан бевосита боғлиқдир. Чунки, охириги ўн йилликларда қўшни Қирғизистон Республикаси Тўхтағул сув омборини асосан энергетика мақсадларида эксплуатация қилиб келмоқда.

Тадқиқотда белгиланган мақсадга эришиш учун Норин дарёсининг Ўзгидромет тасарруфидаги Учқўрғон агрометеорологик станциясида кузатилган ҳаво ҳароратлари маълумотларидан фойдаландик. Тўхтағул сув омбори тўғонидан қуйи бьефга ташланган сув сарфлари ҳақидаги маълумотлар эса, Қирғизистон Миллий Энергохолдинг компанияси муҳандислик хизматидан олинди. Ушбу гидрометеорологик маълумотлар асосида 2022-2024 йилларнинг сентябрь-февраль ойларида кузатилган сув сарфлари ва ҳаво ҳароратларининг хронологик графиклари биргаликда чизилди. Графикдан кўриниб турибдики, Тўхтағул сув омборидан қуйи бьефга чиқарилган кунлик сув сарфлари билан ҳаво ҳароратининг тебранишларида тескари мутаносиблик мавжуд, яъни ҳаво ҳарорати пасайиши билан қуйи бьефга чиқарилган сув миқдори ортиб борган (3-расм).

Ушбу график асосида ҳаво ҳарорати билан сув омбори тўғонидан қуйи бьефга чиқарилган сув миқдорларининг ўзгаришлари таҳлил қилинди. Жумладан, 2023 йилнинг 11 январидан 21 январигача ҳудудда ўртача кунлик ҳаво ҳарорати (-10 °С гача) кескин пасайиб кетган, тунги соатларда эса ҳаво ҳарорати -20 °С дан ҳам паст бўлган. Шу туфайли электр энергиясига талаб ортиб, Тўхтағул ГЭС тўла қувватда ишлай бошлаган. Бу ҳолат сув омборидан қуйи бьефга чиқариладиган сув миқдорининг ортишига олиб келган. Шу кунларда ўртача кунлик максимал сув сарфи 1000 м<sup>3</sup>/с гача етган. Бу миқдор 12 январдан 28 январгача, яъни 17 кун сақланиб турган.



**3-расм. Тўхтағул сув омбори тўғонидан қуйи бьефга ташланган сув сарфлари (Q) билан ҳаво ҳарорати (t) нинг ўзгаришлари (куз-қиш мавсуми, 2022-2023 йй.)**

Айнан шу ҳолат, яъни сув омбори тўғонидан қуйи бьефга чиқарилган максимал миқдордаги сув сарфларининг бир неча кун давомида ўзгармаганлиги Норин дарёсининг қуйи оқими, яъни Ўзбекистоннинг Наманган вилояти Норин туманидан оқиб ўтувчи қисмининг қирғоқларига жиддий зарар келтирган. Таъкидлаш лозимки, биз тадқиқотимизда ўртача кунлик сув сарфлари маълумотларига таяниб иш кўрдик. Аниқки, оний (срочный) максимал сув сарфлари 1000 м<sup>3</sup>/с дан ҳам катта бўлган.

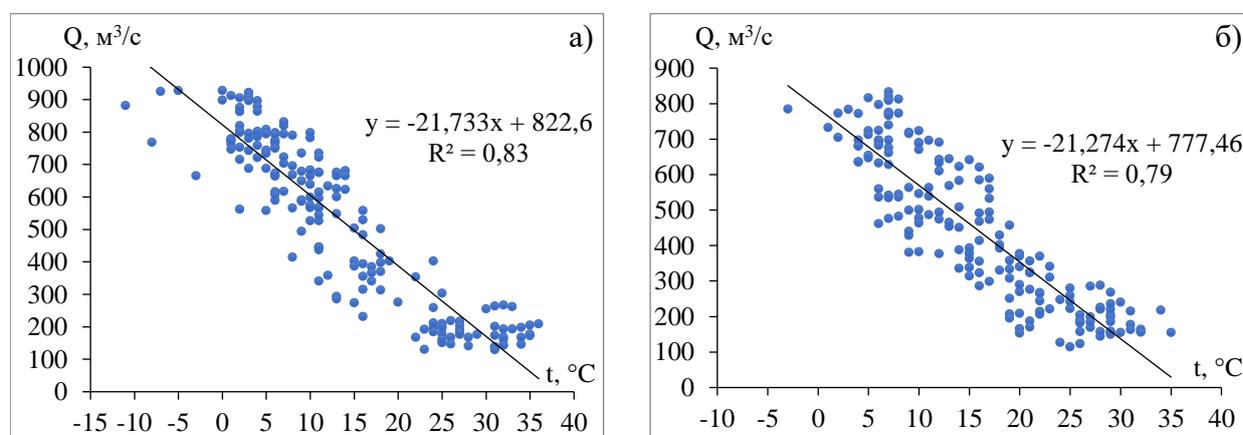
Юқоридаги каби ноқулай гидрологик ҳолат 2023-2024 йилнинг куз-қиш мавсумида ҳам сақланиб қолган (4-расм).



**4-расм. Тўхтағул сув омборидан тўғонидан қуйи бьефга ташланган сув сарфлари (Q) билан ҳаво ҳарорати (t) нинг ўзгаришлари (куз-қиш мавсуми, 2023-2024 йй.)**

Юқоридаги графикдан кўришимиз мумкинки, 2023 йилнинг 10-15 декабрь кунлари Норин дарёси ҳавзасида ҳаво ҳарорати кескин тушиб кетган, бунинг натижасида сув омборидан қуйи бьефга ташланган кунлик сув миқдори  $71 \cdot 10^6 \text{ м}^3$  (15.12.2023 й.) гача етган.

Тадқиқотда, олинган натижаларнинг амалий аҳамиятини ошириш мақсадида Тўхтағул сув омборидан куз-қиш мавсумларида чиқарилган ўртача кунлик максимал сув сарфлари билан ўртача кунлик ҳаво ҳароратлари орасидаги боғланиш статистик баҳоланди (5-расм).



**5-расм. Тўхтағул сув омборидан куз-қиш мавсумларида чиқарилган максимал сув сарфларининг ҳаво ҳароратига боғлиқлиги, а) 2022-2023 йй. б) 2023-2024 йй.**

Юқоридаги график икки ўзгарувчи, яъни сув омборидан куз-қиш мавсумларида чиқарилган ўртача кунлик максимал сув сарфлари ( $Q_{\text{max}}$ ) билан шу саналардаги ҳаво ҳароратлари (t) орасидаги боғланишни статистик баҳолаш имконини берди. Ўзгарувчилар орасидаги боғланишни ифодаловчи регрессия тенгламаси қуйидагича кўринишда олинди:

$$Q_{\text{max}} = -21,73t + 822,6, \quad (1)$$

бу ерда:  $Q_{\text{max}}$  – ўртача кунлик максимал сув сарфлари; t – ҳаво ҳарорати.

Юқоридаги регрессия тенгламаси аниқлигининг статистик кўрсаткичи – жуфт корреляция коэффиценти қийматининг  $r \pm \sigma_r = 0,911 \pm 0,008$  га тенг эканлиги аниқланди. Бу

рақамлар ушбу боғланишдан амалиётда фойдаланиш имконияти мавжуд эканлигидан далолат беради. Жумладан, юқорида келтирилган регрессия тенгламасидан фойдаланиб, Норин дарёсида куз-қиш мавсумларида кузатилиши мумкин бўлган максимал сув сарфларини ҳаво ҳароратига боғлиқ ҳолда олдиндан айтиш мумкин. Энг муҳими, ўртача кунлик сув сарфлари тўғрисидаги маълумотларнинг Қирғизистон Миллий Энергохолдинг компаниясига тегишли эканлигини ҳамда ҳаво ҳароратининг Ўзгидромет тизимида стандарт талаблар асосида ўлчаб борилишини ҳисобга олсак, бажарилган тадқиқот натижаларининг ишончилиги ҳақида ижобий хулоса қилиш имконини беради.

Охирги ўн йилликларда энергетик режимда эксплуатация қилинаётган Тўхтағул сув омбори тўғонидан қуйи бьефга ташланадиган ўртача кунлик сув сарфларининг максимал кийматларгача ортиши натижасида, Сирдарё ва Норин дарёларининг қирғоқлари, сохилларида сув тошқинлари, сув босиши каби ҳалокатли ҳодисалар тез-тез кузатилмоқда. Бундай салбий гидрологик ҳодисаларнинг келажакда Тожикистондаги Норак сув омборида ёки ҳозирги кунда қурилиши давом этаётган Роғун каби йирик сув омборлари қуйи бьефларида ҳам кузатилиши мумкинлигини ҳеч ким инкор эта олмайди. Бу ҳолат мазкур йўналишдаги тадқиқотларни изчил давом эттиришни тақозо этади.

### Адабиётлар рўйхати

1. Абдухалилов Д. Энергетика тизимида гидроэлектр станцияларининг ўрни ва келажакдаги кўрсаткичлари // «Ўзбекгидроэнергетика» илмий-техник журнали, 2-сон. – Тошкент, 2021. – Б. 31 – 32.
2. Алексеевский Н.И. Гидрофизика: учебник для студентов вузов. – М.: ИЦ «Академия», 2006. – 176 с.
3. Арсеньев Г.С. Основы управления гидрологическими процессами: водные ресурсы. Учебник. – СПб.: Изд-во РГГМУ, 2005. – 231 с.
4. Авакян А.Б., Салтанкин В., Шарапова В.А. Водохранилища. – М.: Мысл, 1987. – 325 с.
5. Гидрологический режим водохранилищ Подмосковья (наблюдения, диагноз, прогноз). Под редакцией К.К.Эдельштейна. – М.: Изд-во «Перо», 2015. – 286 с.
6. Никитин А.М. Водохранилища Средней Азии. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 163 с.
7. Рапиқов Б.Р. Норин дарёси оқимининг ўзгарувчанлигига Тўхтағул сув омборининг таъсири // Ўзбекистон География жамияти ахбороти. 62-жилд. – Тошкент, 2022. – Б. 111-116.
8. Эдельштейн К.К. Гидрология озер и водохранилищ. – М.: Изд-во «Перо», 2014. – 399 с.
9. Ҳикматов Б.Ф. Дарёлар ва тўғонли сув ҳавзаларидан оқиб чиқадиган эҳтимолий максимал сув сарфларини ҳисоблаш. – Тошкент, 2023. – 184 б.
10. Ҳикматов Ф., Рапиқов Б. Тўхтағул сув омборининг энергетик режимга ўтказилиши ва бу жараён билан боғлиқ бўлган муаммолар // «Ўзбекгидроэнергетика» илмий-техник журнали, 2-сон. – Тошкент, 2021. – Б. 36-38.

### ДАРЁЛАР МУАЛЛАҚ ОҚИЗИҚЛАРИ ОҚИМИ МИҚДОРЛАРИНИНГ ТАБИИЙ ВА АНТРОПОГЕН ОМИЛЛАР ТАЪСИРИДАГИ ЎЗГАРИШЛАРИ

Ҳикматов Ф.<sup>1</sup>, Рахмонов К.Р.<sup>1</sup>, Хўжамова И.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Мирзо Улуғбек номидаги ЎЗМУ, Тошкент, Ўзбекистон, komiljons@mail.ru

<sup>2</sup> ОТФИБ ҳузуридаги талаба ва ўқувчиларнинг ижтимоий фаоллигини ошириш маркази

**Аннотация.** Мақола тоғ дарёлари муаллақ оқизиклари оқими миқдорларининг табиий шароити ва антропоген омиллар таъсирида ўзгаришларини ўрганиш масалаларига бағишланган. Тадқиқот объекти сифатида Фарғона водийси, Чирчиқ, Оҳангарон, Сангзор, Зоминсув, Зарафшон, Қашқадарё ва Сурхондарё ҳавзаси дарёлари танлаб олинган. Муаллақ оқизиклар оқими миқдорлари шартли табиий ва антропоген омиллар таъсири ортган даврлар учун баҳоланган, натижалар ўзаро солиштирилган.

**Калит сўзлар:** дарё, сув тўплаш майдони, сув сарфи, муаллақ оқизиклар, ювилиш, табиий омил, антропоген омил, ўзгариш, баҳолаш.

## ИЗМЕНЕНИЯ ВЕЛИЧИН СТОКА ВЗВЕШЕННЫХ НАНОСОВ РЕК ПОД ВЛИЯНИЕМ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ

Хикматов Ф<sup>1</sup>., Рахмонов К.Р<sup>1</sup>., Хужамова И.М<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> НУУз имени Мирзо Улугбека, Ташкент, Узбекистон, komiljons@mail.ru

<sup>2</sup> Центр повышения социальной активности студентов и учащихся при МВОНИ

**Аннотация.** Статья посвящена изучению изменения величин стока взвешенных наносов горных рек в естественных и под влиянием условий антропогенных факторов. В качестве объекта исследования выбраны реки Ферганской долины, Чирчик, Ахангаран, Сангзар, Заминсув, Зеравшан, Кашкадарья и Сурхандарья. Оценены величины стока взвешенных наносов изучаемых рек за условно естественный период и за период усиленного антропогенного влияния, произведено сопоставление результатов.

**Ключевые слова:** река, площадь водосбора, расход воды, взвешенные наносы, смыв, природный фактор, антропогенный фактор, изменение, оценка.

## CHANGES IN SEDIMENT DISCHARGE OF MOUNTAIN RIVERS UNDER THE INFLUENCE OF NATURAL AND ANTHROPOGENIC FACTORS

Khikmatov F<sup>1</sup>., Rakhmonov K.R<sup>1</sup>., Khuzhamova I.M<sup>2</sup>.

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

<sup>2</sup>Center for increasing social activity of students and students at MVONI

**Abstract.** The article is dedicated to studying the changes in sediment discharge of mountain rivers under natural conditions and influenced by anthropogenic factors. The research focuses on the rivers of the Fergana Valley, Chirchik, Akhangaran, Sangzar, Zaminsuv, Zeravshan, Kashkadarya, and Surkhandarya. The sediment discharge values of the studied rivers during a natural period and a period of intensified anthropogenic influence are evaluated, and the results are compared.

**Keywords:** river, watershed area, water discharge, sediment discharge, erosion, natural factor, anthropogenic factor, change, assessment.

Ўтган XX асрнинг 2-ярмидан бошлаб, гидротехника иншоотларининг жадал қурилиши ва тоғ дарёлари ҳавзаларининг халқ хўжалигининг турли мақсадларида ўзлаштирилиши натижасида сув эрозияси ва унинг маҳсули муаллақ оқизиклар оқимининг ҳосил бўлишида антропоген омилларнинг таъсири сезиларли даражада ошиб борди. Ушбу чора-тадбирларни амалга ошириш натижасида дарахт ва бутазорларни кесиш, ёнбағирларни ҳайдаш, ўсимлик қопламини йўқ қилиш билан боғлиқ тадбирларни амалга ошириш сув эрозия ва дарёлар муаллақ оқизикларининг жадаллашишига олиб келди [4]. Шу сабабли, бугунги кунда муаллақ оқизиклар оқимининг ҳосил бўлишида табиий ва антропоген омиллар таъсирини ўрганиш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади.

Дарёлар муаллақ оқизиклари оқимининг ҳосил бўлишида табиий ва антропоген омиллар таъсири ўз даврида собиқ Иттифоқ дарёлари ҳавзалари мисолида ўрганилган. Масалан, А.С.Горецкая томонидан олиб борилган тадқиқотлар Кубан ҳавзасидаги дарёларнинг лойқалиги, асосан, тоғли ҳудудларда ўрмонларнинг кесилиши натижасида ортганлигини кўрсатади. Шу каби тадқиқотлар, кейинчалик С.А.Антонова, А.П.Дедков, В.И.Мозжерин, К.М.Зубкова, Л.Г.Ткачевалар томонидан олиб борилган [4,6]. Лекин, ушбу тадқиқотларда Ўзбекистон тоғ дарёлари ҳавзаси алоҳида тадқиқот объекти сифатида ўрганилмаган.

Антропоген омиллар таъсири натижасида дарёлар муаллақ оқизиклар оқимининг ҳосил бўлишини ўрганиш ва уни прогнозлаш масалалари бўйича хорижий мамлакатларда ҳам бир қатор тадқиқотлар амалга оширилган. Масалан, шундай тадқиқот ишларидан бири Англиянинг шимоли-шарқий қисмида жойлашган кичик дарё ҳавзасида амалга оширилган [4]. Ўрта Осиё тоғ дарёлари мисолида сув эрозияси ва муаллақ оқизиклар оқимида табиий ва антропоген омиллар таъсирини баҳолаш О.П.Щеглова, С.Р.Саидова, А.Р.Расулов,

Ф.Хикматов ва бошқалар томонидан ўрганилган. Уларнинг натижаларини ҳисобга олган ҳолда, тадқиқотда ҳудудий ишлаб чиқариш мажмуалари, гидротехника иншоотларининг лойиҳаланиши ва қурилиши ҳамда бошқа турдаги табиий ва антропоген омилларнинг муаллақ оқизиклар оқимининг ҳосил бўлишига таъсири даражасини ўрганишга ҳаракат қилдик.

Мазкур ишнинг асосий мақсади дарёлар муаллақ оқизиклари оқими миқдорларининг табиий ва антропоген омиллар таъсиридаги ўзгаришларини ўрганишдан иборат.

Ушбу мақсадни амалга ошириш учун тадқиқотда қуйидаги **вазифалар** белгиланди:

1) дарёларнинг муаллақ оқизиклари ва сув сарфларини кузатиб борадиган гидрологик постларни танлаш; 2) муаллақ оқизиклар оқимининг ҳосил бўлишининг шартли табиий давр ва антропоген омиллар таъсири ортган даврларга ажратиш; 3) шартли табиий ва антропоген омиллар таъсири ортган даврлар бўйича ювилиш модули ( $M_R$ , т/км<sup>2</sup>·йил)нинг қийматларини аниқлаш; 4) танланган даврлар бўйича муаллақ оқизиклар оқими кўп кузатилган ойларнинг йиллик оқимга нисбатан улушини аниқлаш; 5) оқизиклар оқимининг ( $W_{RV}$ , тонна) қийматларини аниқлаш ва бошқалар.

Ишда тадқиқот объекти сифатида Фарғона водийси, Чирчиқ, Оҳангарон, Сангзор, Зоминсув, Зарафшон, Қашқадарё ва Сурхондарё ҳавзалари танланди.

Ишда белгиланган мақсад ва вазифаларга эришишда, яъни иқлим ўзгариши натижасида муаллақ оқизиклар оқимининг ҳосил бўлиши шартли равишда табиий ва антропоген омилларга ажратилди: 1. Муаллақ оқизиклар оқими оқими шаклланишининг шартли табиий даври - 1960 йилгача; 2. Муаллақ оқизиклар оқимига антропоген таъсир бошланган давр - 1961-1990 йиллар (каналлар ва сув омборлари қўрилди, шаҳарсозлик, кон казиш ишлари кенгайтирилди, йўл қурилиш ишлари ривожлана бошлади, ҳавзалараро сув тақсимланиши ва яйловларнинг ўзлаштирила бошланди); 3. Муаллақ оқизиклар оқимига антропоген таъсир кучайган давр - 1991 йилдан кейин (довонлар орқали йўл қурилиш ишлари жадал ривожланди, ҳавзалар урбанизацияси ва яйловлар ўзлаштирилиши янада рифожланди).

Ушбу омилларнинг дарёлар муаллақ оқизиклари оқимига таъсирини ўрганиш мақсадида тадқиқот объекти сифатида танланган дарёларда жойлашган гидрологик постлар маълумотларидан фойдаландик (1-жадвал).

*1-жадвал*

**Тоғ дарёлари ҳавзаларидан бўладиган ювилиш модулининг шартли табиий даврдаги ва антропоген омиллар таъсиридаги ўзгаришлари**

Т/Р	Дарё-кузатиш жойи	F, км <sup>2</sup>	H, м	Ювилиш модули, т/км <sup>2</sup> ·йил			
				Кузатиш йиллари			1991-2022 йй.
				1961 йилгача	1961-1991 йй.	1991-2022 йй.	
1	Норин – Учқурғон қ.	58400	2710	1933-60 (Учқурғон СО қўр.ча)	270	6,05	3,73
2	Қорадарё - Учтепа қ.	12400	2600	1934-60	605	171	75,3
3	Соҳ - Сариканда қ.	2480	3480	1935-60	600	871	357
4	Хўжабақирган- Андархон қ.	1740	2420	1947-60	110	85,4	136
5	Оҳангарон - Турк қ.	1290	2370	1942-56	99	-	-
	Оҳангарон - Ертош д. қ.	1110	2500	-	-	108	73,6
6	Чирчиқ - Чорбоғ қ.	9990	2500	1952-58	160	-	-
7	Чирчиқ - Ҳожикент қ.	10900	2570	1931-60	290	304	-
8	Чотқол - Чорбоғ қ.	7110	2600	1937-60	140	-	-
	Чотқол – Худойдодсой д.қ.	6580	2638			146	141

9	Писком - куйилиши	2830	2690	1932-60	260	-	-
	Писком - Муллала қ.	2540	2740			173	142
10	Ойгаинг – куйилиши	1010	3010	1934-46	27	78,4	132
11	Чиралма – куйилиши	103	2700	1934-38	1,6	21,7	37,4
12	Майдонтол - куйилиши	471	3130	1934-46	38	97,8	151
13	Угом - Ҳожикент қ.	869	1946	1933-60	340	298	274
14	Сурхондарё - Жданов қ.	5880	1910	1935-60	340	355	272
15	Сурхондарё - Шўрчи қ.	8700	1650	1955-60	630	591	319
16	Сурхондарё - Мангузар қ.	13500	1540	1927-60	482	139	194
17	Тўполанг - Зарчоб қ.	2200	2570	1933-48	240	401	459
18	Тўполанг - Обизаранг д. қ.	3040	2270	1940-60	289	313	170
19	Қоратоғ - Қоратоғ қ.	684	2650	1933-60	270	136	89
20	Шеркент - Жаросурх қ.	268	2530	1956-60	200	301	342
21	Сангардак - Кинг-Гузар қ.	901	2350	1938, 1948	300	300	310
22	Шеробад - Шеробод қ.	2950	1460	1934-60	139	-	-
	Шеробад - Майдон д.к. 0,4 км юқорида	2660	1460	-	-	48,6	56,2
23	Қашқадарё - Варганза қ.	511	1800	1938-60	98	199	89,5
24	Қашқадарё - Чироқчи қ.	4970	1720	1947-60	342	221	183
25	Қашқадарё - Қоратикан қ.	7900	1350	1938-60	89	17,2	23,6
26	Оқдарё - Хазарнова қ.	845	2550	1936-60	470	185	370
27	Танхоздарё - Каттагон қ.	435	2210	1951-60	200	191	139
28	Яккабоғдарё - Татар қ.	504	2740	1940-60	130	83,8	15,0
29	Ғуздордарё - Ёртепа қ.	3170	1520	1937-60	86	72,6	79,6

Изоҳ: F – сув тўплаш майдони; H - дарё ҳавзасининг ўртача баландлиги.

Тадқиқот ишининг кейинги босқичида муаллақ оқизиклар оқимининг ҳосил бўлишида шартли табиий ва антропоген омиллар таъсири сезиларли даражада ортган даврларда муаллақ оқизиклар оқими кўп кузатилган ойларнинг йиллик оқимга нисбатан улуши ўрганилди (2-жадвал).

## 2-жадвал

### Муаллақ оқизиклар оқими энг кўп кузатилган ойларнинг шартли табиий ва антропоген таъсир кучайган даврлар бўйича ўзгариши

Т/Р	Дарё – кузатиш жойи	F, км <sup>2</sup>	Муаллақ оқизиклар оқими кўп кузатилган ойларнинг йиллик оқимга нисбатан улуши, фоизларда					
			1960 йилгача		1961-1990 йй.		1991-2022 йй.	
1	Норин - Учқурғон қ.	58400	-	-	V/21,8	VI/22,5	V/9,4	VI/10,1
2	Соҳ - Сариканда қ.	2480	VII/45,2	VIII/37,1	VII/44,2	VIII/33,4	VII/40,2	VIII/35,6
3	Хўжабакирган-Андархон қ.	1740	VII/45,9	VIII/25,1	VII/32,1	VIII/20,9	VII/53,4	VIII/23,0
4	Гавасой - Гава қ.	657	-	-	V/45	VI/29,6	V/35,8	VI/36,0
5	Оҳангарон - Ертош қ.	1110	-	-	IV/44,9	V/44,7	IV/42,5	V/38,3
6	Карабау - Самарчук қ.	166	-	-	IV/45,3	V/25,5	IV/27,1	V/18,6
7	Жиблон - Жиблон қ.	19	-	-	III/30,0	IV/48,0	III/21,0	IV/26,3
8	Абжазсой – Абжаз қ.	70,5	-	-	III/33,3	IV/42,3	III/18,4	IV/35,8
9	Чотқол-Худойдодсой қ.	6580	-	-	V/31,3	VI/38,2	V/26,8	VI/35,5
10	Янгиқурғон-Янгиқурғон қ.	33,7	-	-	IV/51,1	V/11,8	IV/28,4	V/25,4

11	Пском - Муллала қ.	2540	-	-	VI/44,5	VII/22,5	VI/37,8	VII/24,6
12	Угом - Ҳожикент қ.	869	III/17,1	IV/50,2	III/27,2	IV/31,8	III/21,7	IV/26,9
13	Сангзор - Қирқ қ.	570	-	-	IV/26,1	V/47,6	IV/15,2	V/26,9
14	Зоминсув - Дуаба қ.	546	-	-	V/33,1	VI/42,9	V/30,0	VI/39,8
15	Қораоғоч - Мавлон қ.	34,7	-	-	III/44,5	IV/31,9	III/21,6	IV/11,3
16	Оқдарё - Оғалиқ қ.	70,9	-	-	III/25,7	IV/11,8	III/32,0	IV/20,7
17	Қашқадарё - Варганза қ.	511	III/36,2	IV/42,5	III/25,1	IV/51,3	III/18,8	IV/24,2
18	Қашқадарё - Чироқчи қ.	4980	IV/44,7	V/23,7	IV/37,7	V/30,2	IV/21,1	V/19,5
19	Танхоздарё - Каттагон қ.	435	IV/24,9	V/40,9	IV/37,0	V/34,9	IV/29,8	V/40,1
20	Кичик Ўрадарё- Гумбулоқ қ.	1570	-	-	IV/67,1	V/14,6	IV/33,2	V/34,3
21	Оқдарё - Хазарнова қ.	845	IV/22,2	V/32,5	IV/26,1	V/25,2	-	-
22	Оқдарё - Хисарак қ.	755	-	-	V/29,8	VI/19,7	V/24,8	VI/29,5
23	Яккабоғдарё - Татар қ.	504	V/28,8	VI/37,2	V/22,7	VI/41,0	V/28,1	VI/31,0
24	Сурхондарё - Мангузар қ.	13500	IV/34,8	V/35,85	IV/41,4	V/26,6	-	-
25	Сурхондарё - Шўрчи қ.	8700	IV/33,6	V/33,85	IV/35,7	V/38,7	IV/24,2	V/29,8
26	Тўпаланг - Зарчўп қ.	2200	-	-	IV/21,8	V/36,6	IV/38,4	V/17,6
27	Тўпаланг - Обизаранг қ.	3040	IV/35,6	V/34,9	IV/37,9	V/36,2	IV/34,7	V/29,5
28	Қоратоғ - қуйилиши	2340	-	-	IV/22,5	V/30,2	IV/17,1	V/24,5
29	Ҳангарансой - Бойқун қ.	55,8	-	-	IV/49,7	V/32,4	IV/33,5	V/32,0
30	Халқажар - қуйилиши	-	-	-	IV/44,8	V/36,7	IV/31,3	V/35,2
31	Шеробод - Дарбенд қ.	949	-	-	IV/33,8	V/40,4	IV/13,5	V/22,0
32	Шеробод - Майдон д.қ. 4,1 км юқори	2660	-	-	IV/28,6	V/47,4	IV/21,0	V/38,7

Изоҳ: “-“ муаллақ оқизиклар сарфлари кузатилмаган; F – сув тўплаш майдони.

Юқоридаги 2-жадвалда келтирилган маълумотлар тоғ дарёлари ҳавзасида антропоген таъсир натижасида муаллақ оқизиклар оқимининг йиллик тақсимланишидаги ўзгаришларни миқдорий баҳолаш имконини беради. Масалан, Оҳангароннинг Ертош дарёсига қўйилиш жойидаги гидрологик постда икки давр учун қайд этилган муаллақ оқизиклар оқими маълумотлари таққосланганда, қуйидагилар аниқланди: муаллақ оқизиклар оқимига антропоген таъсир бошланган даврда апрель ва май ойларида муаллақ оқизиклар сарфларининг йиллик оқимга нисбатан улуши мос равишда 44,9 ва 44,7 % ни ташкил қилган бўлса, антропоген таъсир кучайган даврда 42,5 ва 38,3 % гача камайган.

Ишнинг кейинги қисмида антропоген омиллар таъсири натижасида дарёлар ҳавзалари юзаларидан тупроқ-грунтлар ювилиши жадаллигини ўрганиш мақсадида оқизиклар оқимининг иқлим ўзгариши шароитида тақсимланиши аниқланди (3-жадвал).

3-жадвал маълумотларидан кўриниб турибдики, Оҳангарон ҳавзасида оқизиклар оқими диярли барча дарё ва сойларда кейинги йилларда антропоген таъсир натижасида ортиб бормоқда. Масалан, Оҳангарон дарёсининг Ертош дарёсига қўйилиш жойидаги гидропостда 1961-1990 йилгача кузатилган маълумотлар асосида аниқланган оқизиклар оқимининг қиймати  $W_{RG} = 81,7 \cdot 10^3$  тоннани ташкил қилган бўлса. Бу миқдор 1991-2020 йиллар оралиғида  $W_{RG} = 158 \cdot 10^3$  тоннагача ортган.

Бунинг асосий сабаблари сифатида, ерларни ўзлаштириш ишлаб чиқариш корхоналарининг ривожланиши ва автомобил йўлларининг қўрилиши (реконструкция қилиниши) билан боғлиқ бўлган инсон хўжалик фаолиятларини айтиб ўтиш мумкин. Шундай қилиб, кейинги йилларда ҳавзада сув ва сув ресурсларининг гидрологие режими ўзгарди бу эса, дарёда кузатиладиган муаллақ оқизиклар оқимининг йиллараро

тақсимланиш режимига ўз таъсирини кўрсатди, шунингдек, дарё ҳавзасида тупроқ-грунтлар ювилишининг ортишига олиб келмоқда.

3-жадвал

**Оҳангарон дарёси ҳавзасида оқизиклар оқимининг ҳисоб  
даврлари бўйича тақсимланиши**

Т/Р	Дарё - пост	Оқизиклар оқими, 10 <sup>3</sup> тоннада	
		Антропоген таъсир бошланган давр (1961-1990 йй.)	Антропоген таъсир кучайган давр (1991-2022 йй.)
1	Оҳангарон - Ертош д. қ.	81,7	158
2	Қизилча - Ертош қ.	2,78	4,13
3	Жиблан - Жиблан қ.	1,01	1,58
4	Тўғонбоши - Турк қ.	0,315	0,378
5	Нишбош - Нишбош қ.	3,47	4,42
6	Дукантсой - Дукант қ.	17,7	41,6
7	Карабау - Самарчук қ.	10,8	6,91
8	Гўшсой - Кўчбулоқ қ.	6,62	8,86
9	Абжасой - Абжас қ.	0,788	2,08
10	Оқчасой - Оқча қ.	0,694	0,851
11	Шаугаз - Қоратош қ.	0,599	0,473

**Хулоса.** Норин (Учқурғон қ., Учқурғон сув омбори қурилганга қадар) дарёсида ювилиш модулининг ўртача қиймати 1933-1960 йиллар давомида 270 т/км<sup>2</sup>·йилга тенг бўлган бўлса, 1961-1990 йилларда 6,05 т/км<sup>2</sup>·йилни ташкил қилган. Сох (Сариканда қ.) дарёсида эса ювилиш модулининг энг катта қиймати 871 т/км<sup>2</sup>·йилга тенг бўлиб, 1961-1990 йилларга тўғри келади. Писком дарёси ҳавзасида аниқланган ювилиш модули 1932-1960 йилларда 260 т/км<sup>2</sup>·йилга тенг бўлган бўлса, 1961-1990 йилларда 173 т/км<sup>2</sup>·йилгача камайган. Дарёда сўнгги йилларда қайд этилган маълумотлар асосида аниқланган ювилиш модулининг қиймати 142 т/км<sup>2</sup>·йилга тенг бўлди. Дарёлар муаллақ оқизиклари оқими энг кўп кузатилган ойларининг йиллик оқимга нисбатан улуши фоизларда аниқланди. Олинган натижалар шуни кўрсатадики, сўнгги йилларга келиб ўрганилган барча даврларда муаллақ оқизиклар оқими кузатилган ойларнинг улуши сезиларли даражада камайган. Масалан, Норин дарёсида 1961-1990 йилларда май оқида кузатилган муаллақ оқизиклар оқимининг улуши 21,8 фоизга тенг бўлган бўлса, 1991-2022 йилларда унинг қиймати 9,4 фоизгача камайган.

**Адабиётлар рўйхати**

1. Алексеевский Н.И. Формирование и движение речных наносов. - М.: Изд-во МГУ, 1998. – 203 с.
2. Дедков А.П., Герасимова Т.В. Эрозия и сток взвешенных наносов в лесном поясе Восточной Европы: Природная и антропогенная составляющие // Эрозионные и русловые процессы. – Москва, 2005. – Вып.4. – С. 330-337.
3. Рахмонов К.Р., Хикматов Ф.Х. Ўзбекистон тоғ дарёлари муаллақ оқизиклари ва улар ҳавзаларидан тупроқ-грунтлар ювилиши жадаллигини баҳолаш. -Тошкент: “Innovatsion rivojlanish nashriyot matbaa uyi”, 2021. -148 б.
4. Хикматов Ф.Х. Водная эрозия и сток взвешенных наносов горных рек Средней Азии. – Ташкент: «Fan va texnologiya», 2011. – 248 с.
5. Шульц В.Л. Интенсивность смыва с поверхности горной области Средней Азии // Метеорология и гидрология, 1947. № 1. – С. 37-41.
6. Щеглова О.П. Генетический анализ и картографирование стока взвешенных наносов рек Средней Азии. - Л.: Гидрометеиздат, 1984. - 127 с.

## КАТТА ФАРҒОНА КАНАЛИ ОҚИМИНИНГ ДИНАМИКАСИ ҲАҚИДА

Юнусов Ғ.Х., Довулов Н.Л.

Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети, Тошкент, Ўзбекистон,  
yunusov-g@mail.ru, ndovulov@mail.ru

**Аннотация.** Мақола Норин дарёсининг Учқўрғон гидрологик постидан кейин сув олувчи, Катта Фарғона канали оқими динамикасини ўрганишга бағишланган. Каналга олинган сув сарфларининг турли ҳисоб даврларидаги ўзгаришлари таҳлил қилинган. Шунингдек, мақолада Катта Фарғона каналида ҳамда Норин дарёсининг Учқўрғон гидрологик постада ўлчанган сув сарфларининг йиллараро тебраниши ва йил давомида тақсимланишининг ўзаро мослиги масалалари ёритилган.

**Калит сўзлар:** дарё, канал, сув режими, оқимнинг йиллараро тебраниши, йил давомида тақсимланиши, баҳолаш.

## О ДИНАМИКЕ СТОКА БОЛЬШОГО ФЕРГАНСКОГО КАНАЛА

Юнусов Г.Х., Довулов Н.Л.

Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, Ташкент, Узбекистан,  
yunusov-g@mail.ru, ndovulov@mail.ru

**Аннотация.** Статья посвящена изучению динамики стока Большого Ферганского канала, принимающего воду после Учкурганского гидрологического поста реки Нарын. Проанализированы изменения расходов воды, забираемых в канал, за разные расчетные периоды. В статье также рассмотрены вопросы многолетних колебаний и внутригодового распределения расходов воды, наблюдаемых как на Большом Ферганском канале и гидрологическом посту Учкурган р. Нарын.

**Ключевые слова:** река, канал, гидрологический режим, многолетние колебания стока, внутригодовое распределение стока, оценка.

## ABOUT THE DYNAMICS OF FLOW OF THE GREAT FERGHANA CANAL

Yunusov G.Kh., Dovulov N.L.

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

**Abstract.** The article is devoted to the study of the dynamics of the flow of the Great Fergana Canal, which receives water after the Uchkurgan hydrological post of the Naryn River. Changes in water flows taken into the canal for different calculation periods were analyzed. The article also examines the issues of long-term fluctuations and intra-annual distribution of water flows observed both at the Great Fergana Canal and the hydrological post of the Uchkurgan river Naryn.

**Keywords:** river, canal, hydrological regime, long-term fluctuations in flow, intra-annual distribution of flow, assessment.

Республикада қишлоқ хўжалигини ривожлантириш, янги ерларни ўзлаштириш ишлари 1950 йиллардан бошланган. Масалан, 1950 йиллардан Мирзачўлни, 1970 йиллардан Қарши чўлларини ўзлаштириш ишлари жадал суръатларда олиб борилган. Табиий-географик ва иқлим хусусиятлари қулай бўлган янги ерларни ўзлаштиришда фақат сув муаммосини ҳал қилиш зарур эди. Шунинг учун Қарши чўлини ўзлаштириш мақсадида Қарши магистрал канали, Шеробод чўлларини ўзлаштиришда Аму-Занг канали, Бухоро ва Навойидаги чўллари сув билан таъминлашда Аму-Бухоро каби йирик суғориш каналлари барпо этилди.

Худди шундай ишлар Фарғона водийсида 1940 йиллардан бошланган эди. Маълумки, Катта Фарғона канали 1939 йилда 45 кун ичида ҳашар йўли билан қуриб битказилган. Магистрал каналнинг дастлабки умумий узунлиги 270 км, сув ўтказиш қобилияти 98 м<sup>3</sup> тенг, бошланиш қисми Куйганёр гидроузели ҳисобланади. Канални қуришдан асосий мақсад 60 минг гектар янги ерларни ўзлаштириш ва 45 минг гектар суғориладиган ерларни сув таъминотини яхшилашдан иборат бўлган. Канал

1954-1962 йилларда қайта таъмирланиб, сув ўтказиш қобилияти 150 м<sup>3</sup>/с га, 1964 йилда иккинчи марта қайта таъмирланиб, 180-200 м<sup>3</sup>/с га етказилган.

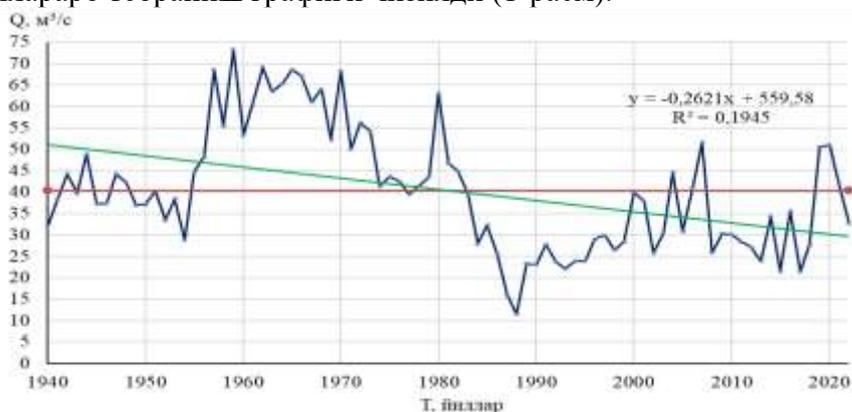
Ушбу ҳолатларни ҳисобга оладиган бўлсак, Катта Фарғона канали оқимида бир неча бор ўзгаришлар бўлиб ўтган. Унинг суғориладиган ерлари ва уларнинг сув таъминотини 83 йил давомида тебранишини баҳолаш бугунги куннинг муҳим вазифаларидан биридир.

Мазкур ишнинг асосий мақсади Катта Фарғона канали оқимининг динамикасини ўрганиш ва сув сарфларининг турли турли ҳисоб даврлари бўйича йил ичида тақсимланишини таҳлил қилишга қаратилган.

Тадқиқотнинг мақсадидан келиб чиқиб, ишда қуйидаги вазифалар белгиланди ва ўз ечимини топди: Катта Фарғона канали сув сарфларининг йиллараро тебранишини таҳлил қилиш; канал сув сарфларини ҳисоб даврларига ажратиш ва йил ичида тақсимланишини ўрганиш; Норин дарёсининг Учқўрғон гидрологик постида кузатилган ва Катта Фарғона каналига олинган сув сарфларининг ўзаро солиштириш.

Маълумки, дарё оқимининг йиллараро ўзгариши метеорологик омиллар (атмосфера ёғинлари, ҳаво ҳарорати, намлик) таъсири натижасида рўй беради. Ёмғир ва қор сувлари ҳисобига тўйинадиган дарёларда йиллик ёғин миқдорларининг меъёр (норма)га нисбатан кўп бўлиши дарё оқимининг ҳам ортишига олиб келади. Доимий қор ва музлик сувлари ҳисобига тўйинадиган дарёларда эса ёзги ҳаво ҳароратининг меъёрга нисбатан юқори бўлиши дарё оқимининг кўпайишига сабаб бўлади. Ҳар икки ҳолда ҳам дарё оқимида таъсир этувчи бошқа омиллар иккинчи даражали бўлиб қолади.

Каналлар оқимининг гидрологик режими дарёлар сув режимидан тубдан фарқ қилади. Чунки каналларга олинаётган сув миқдори инсон омили таъсирида бошқарилади. Дарёларда сув кам бўлган даврда ҳам каналга олинган сув миқдори белгиланган меъёрга тенг бўлиши мумкин. Каналга олинган сув сарфларини кўп йиллик тебранишларини ўрганиш мақсадида “Катта Фарғона магистрал канали бошқармаси”дан 1940-2022 йиллар давомида ўлчанган сув сарфлари тўғрисидаги маълумотлар тўпланди, умумлаштирилди ва бир тизимга солинди. Тўпланган сув сарфлари ҳақидаги маълумотлардан фойдаланиб, оқимнинг йиллараро тебраниш графиги чизилди (1-расм).



— ўртача кўп йиллик сув сарфлари      — тренд чизиғи

**1-расм. Катта Фарғона канали сув сарфларининг йиллараро тебраниши**

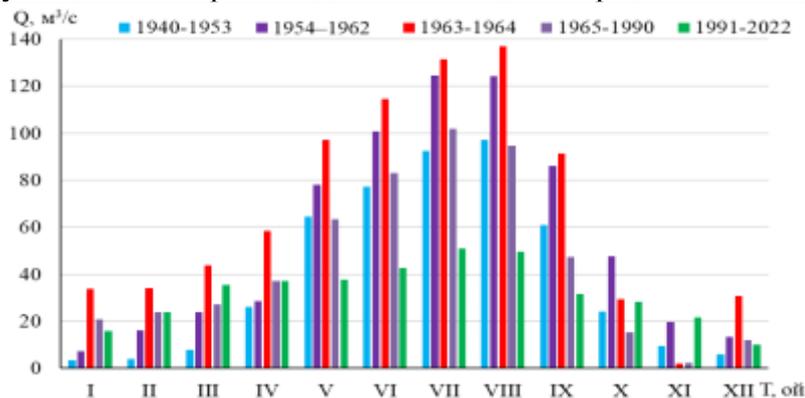
1-расмдан кўриниб турибдики, каналнинг максимал сув сарфи  $Q = 73 \text{ м}^3/\text{с}$  га тенг бўлиб, у 1959 йилда кузатилган. Сув сарфининг минимал қиймати эса  $Q = 11,50 \text{ м}^3/\text{с}$  га тенг бўлиб, бу қиймат 1988 йилга тўғри келади. Каналга олинаётган сув сарфларининг ўртача кўп йиллик қиймати эса  $Q = 40,4 \text{ м}^3/\text{с}$  га тенг.

Катта Фарғона канали оқимининг йиллараро тебраниш графигидан каналга олинган сув миқдори йилдан-йилга камайиб бораётганини кўриш мумкин. Каналга олинган сув миқдори 1980 йилгача катта миқдорда олинган. Шу давргача ўртача йиллик сув сарфи  $52,8 \text{ м}^3/\text{с}$  га тенг бўлган. Шу йилдан бошлаб сув миқдори кескин камайишни бошлаган. 1980-2022 йиллар оралиғи учун ўртача кўп йиллик сув сарфи  $31,2 \text{ м}^3/\text{с}$  га тенг бўлган.

Умуман олганда Катта Фарғона канали оқимининг 1980 йилгача бўлган даври учун

ўзгарувчанлик коэффициенти 0,25 га тенг бўлган бўлса, 1980-2022 йиллар учун унинг қиймати 0,30 га тенг бўлди. Бундан кўринадики, 1980 йилдан кейин каналга олинган сувнинг миқдори катта қийматларда ўзгариб турган.

Тадқиқотнинг кейинги босқичида Каналга олинган сув миқдорларининг йил ичида тақсимланишини ўрганишга қаратилди. Бунинг учун 1940-2022 йиллар давомида каналга олинган ўртача ойлик қийматларидан фойдаланилди. Юқорида таъкидлаганимиздек, каналга олинаётган сув миқдорларини ошириш мақсадида 1954-1962 йилларда биринчи ва 1964 йилда иккинчи марта қайта таъмирланган. Шу ҳолатларни ҳамда канал оқимининг йиллараро ўзгариши графигини ҳисобга олиб, каналга олинган сув миқдорининг йил ичида тақсимланишини 1940-1953, 1954-1962, 1963-1964, 1965-1990 ва 1991-2022 йй. ҳисоб даврларига ажратиб ўрганилди. Ҳисоб даврини ажратишда каналнинг таъмирланиши ва мустақилликка эришгандан кейинги ҳолатлар ҳисобга олинди (2-расм).



**2-расм. Катта Фарғона канали оқимининг турли ҳисоб даврларида йил давомида тақсимланиши**

Расмдан кўришиб турибдики, каналга олинган сув миқдори биринчи ҳисоб даврида ўртача 39,4 м<sup>3</sup>/с га тенг бўлган бўлса, биринчи таъмирлангандан сўнг, унинг қиймати 55,8 м<sup>3</sup>/с га кўпайди. Иккинчи бор таъмирлангандан кейин эса, ўртача йиллик сув сарфи 67,0 м<sup>3</sup>/с га етказилган. Тўртинчи (1965-1990 йй.) ҳисоб даврига келиб, ўртача йиллик сув сарфи 44,2 м<sup>3</sup>/с га ва охириги ҳисоб даврида каналга олинган сув миқдори кескин камайиб, 31,9 м<sup>3</sup>/с га тушиб кетган. Бу даврда олинган сув, канал қурилган йиллар (1940-1953 йй.) дан ҳам кам ола бошлаган. Каналга олинган сув миқдорларининг максимал қийматлари ҳисоб даврлари бўйича ҳам катта қийматларда ўзгарган. Уларнинг қийматлари юқоридаги таҳлилга мос келади.

Умуман, барча ҳисоб даврларида каналга олинган сув миқдорларининг асосий қисми май-сентябрь ойларига тўғри келади. Ҳисоб даврлари бўйича максимал ва минимал сув сарфларининг ўзгаришлари таҳлил қилинди (1-жадвал). Охириги ҳисоб даврида (1991-2022 йй.) сув миқдорининг йил давомида тақсимланиши, яъни олинган сувнинг миқдори йил ичида унча катта қийматларда ўзгармаган. Шу йиллари олинган сув сарфининг энг кичик қиймати 10,1 м<sup>3</sup>/с (декабрь) га тенг бўлган бўлса, максимал қиймати 50,8 м<sup>3</sup>/с (июль) ни ташкил этди. Йиллик амплитуда 40 м<sup>3</sup>/с га тенг бўлди. Мустақиллик йилларида биринчи ҳисоб даврига қараганда қиш ойларида сув сарфларининг ошганини кўришимиз мумкин. Бунинг асосий сабаби ерларнинг шўрланганлиги ва уларда ҳар йили шўр ювиш зарурулиги билан изоҳлаш мумкин.

**1-жадвал**

**Ҳисоб даврлари бўйича максимал ва минимал сув сарфларининг ўзгаришлари**

Ҳисоб даврлари	Q <sub>max</sub> , м <sup>3</sup> /с	Кузатилган ойлар	Q <sub>min</sub> , м <sup>3</sup> /с	Кузатилган ойлар
1940 – 1953	93,6	август	3,4	январь
1954 – 1962	129,6	июль	7,2	январь
1963 – 1964	135,1	август	1,9	ноябрь
1965 – 1990	99,5	июль	2,3	ноябрь
1991 – 2022	40,7	июль	10,1	декабрь

Юқоридаги 2-расм ва 1-жадвалдан кўришиб турибдики, каналга олинган сув сарфларининг максимал қийматлари биринчи ҳисоб даврида август ойида, иккинчи ҳисоб даврида эса июль ойларида кузатилган. Сув сарфларининг энг кичик қийматлари 1-2 ҳисоб давларида январь ойига тўғри келган. Охирги ҳисоб даврига келиб, максимал сув сарфи июль ойига минимал сув сарфи эса декабрь ойига тўғри келган.

Катта Фарғона канали сув сарфи ёзда кўпайиб кишда камаяди, канал сув оладиган Норин дарёсида аксинча, кишда кўпайиб, ёзда камаяди. Бунга асосий сабаб, дарёнинг юқори оқимида қурилган сув омборлари ва гидроэлектр станцияларидир. Шу мақсадда каналга олинган сув ва Норин дарёсида ўлчанган сув сарфлари солиштирилди. Солиштириш мақсадида Норин дарёсида (Учкўрғон гидрологик пости) 1954-2022 йиллар мобайнида ўлчанган сув сарфларининг ўртача йиллик қийматлари тўпланди, бир тизимга солинди ва таҳлил қилинди (3-расм).



**3-расм. Норин дарёсининг Учкўрғон гидрологик постида ўлчанган ва Катта Фарғона каналига олинган сув сарфларининг йилларо тебраниши**

Юқоридаги графикдан кўришиб турибдики, Норин дарёси ва ундан сув олувчи каналда ўлчанган сув сарфларининг кўп йиллик тебраниши 1985 йилларгача бир-бирига унча мос келмайди. 1985 йилдан бошлаб дарёда сувнинг кўпайиши каналга олинган сув миқдорининг ошишига мос келган. Ҳисоб даврида Норин дарёсида энг кам сув сарфи 1987 йилда ўлчанган бўлиб, унинг ўртача йиллик қиймати  $232 \text{ м}^3/\text{с}$  ни ташкил этган. Шунга мос равишда каналдаги сув сарфи ҳам бироз камайган. Каналга олинган ўртача йиллик сув сарфининг энг кичик қиймати бир йилдан кейин, 1988 йилда ўлчанган.

Норин дарёсида максимал сув сарфи 1969 йилда ўлчанган бўлиб унинг қиймати  $628 \text{ м}^3/\text{с}$  га тенг бўлган. Каналнинг максимал сув сарфлари  $73,3 \text{ м}^3/\text{с}$  га тенг, у 1959 йилга тўғри келган. Бундан ташқари 1957 йил ( $68,6 \text{ м}^3/\text{с}$ ) ва 1970 йилда ( $68,3 \text{ м}^3/\text{с}$ ) ҳам каналга энг кўп сув олинган. Шу йиллари Норин дарёсида 1957 йилда ўртача  $270 \text{ м}^3/\text{с}$ , 1970 йилда эса  $250 \text{ м}^3/\text{с}$  минимал миқдордаги сув кузатилган. Бунинг сабаби шу даврда водийда кўрик ерларни ўзлаштириш авжига чиққанлиги билан изохлаш мумкин. Бу масалалар алоҳида тадқиқотларни талаб этади.

Юқорида баён этилганларни умумлаштирган ҳолда, хулоса сифатида қуйидагиларни қайд этиш ўринлидир:

1. Катта Фарғона канали сув сарфларининг йилларо тебраниши таҳлил қилинди. Унга кўра канал 1954–1962 ва 1964 йилларда таъмирланиб, сув ўтказиш қобилияти  $180\text{--}200 \text{ м}^3/\text{с}$  га ошириш етказилганлиги аниқланди. Ҳисоб даврида каналнинг максимал сув сарфи  $Q = 73 \text{ м}^3/\text{с}$  га, минимал қиймати эса  $Q = 11,50 \text{ м}^3/\text{с}$  га, ўртача кўп йиллик қиймати эса  $Q = 40,4 \text{ м}^3/\text{с}$  га тенглиги ҳисобланди. Каналга олинаётган сув миқдори йилдан-йилга камайиб бормоқда. Катта Фарғона канали оқимининг 1980 йилгача бўлган даври учун ўзгарувчанлик коэффициенти 0,25 га тенг бўлган бўлса, 1980-2022 йиллар учун унинг қиймати 0,30 га тенг бўлди. Бундан кўринадики, 1980 йилдан кейин каналга олинган сувнинг миқдори катта қийматларда тебраниб турган.

2. Канал сув сарфларининг ҳисоб давларига ажратиш ва йил давомида

тақсимланиши 5 та ҳисоб даврига бўлиб ўрганилди. Ҳисоб даврларига ажратишда, каналнинг таъмирланиши ва мустақилликка эришгандан кейинги ҳолатлар инobatга олинди. Каналга олинган сув миқдори биринчи ҳисоб даврида ўртача 39,4 м<sup>3</sup>/с га тенг бўлган бўлса, иккинчи ҳисоб даврида 55,8 м<sup>3</sup>/с га, учунчи ҳисоб даврида 67,0 м<sup>3</sup>/с га, тўртинчи ҳисоб даврига келиб, ўртача йиллик сув сарфи 44,2 м<sup>3</sup>/с га ва охириги ҳисоб даврида каналга олинган сув миқдори 31,9 м<sup>3</sup>/с камайиб кетганлиги маълум бўлди;

3. Норин дарёсининг Учкўрғон гидрологик постида ўлчанган ва Катта Фарғона каналига олинган сув сарфлари ўзаро солиштирилди. Унга кўра Норин дарёси ва канал сув сарфларининг ўзгариши 1985 йилларгача бир-бирига унча мос келмайди. 1985 йилдан бошлаб дарёда сувнинг кўпайиши каналга олинган сув миқдорларининг ошишига мос келган. Ҳисоб даврида Норин дарёси ва Катта Фарғона каналининг максимал ва минимал сув сарфлари ҳам мос тушмаслиги маълум бўлди. Сабаби водийда шу йилларда кўрик ерларни ўзлаштириш авжига чиққанлиги билан изоҳлаш ўринлидир.

#### **Фойдаланилган адабиётлар:**

1. Баратов П.Х., Маматқулов М.М., Рафиков А.А. Ўрта Осиё табиий географияси. –Тошкент: Ўқитувчи, 2002. - 336 б.
2. Ирригация Узбекистана. Том III. –Ташкент: Фан, 1979. - 357 с.
3. Мухаммаджонов А. Ўзбекистоннинг қадимги гидротехника иншоотлари. –Тошкент: Ўзбекистон, 1997. - 88 б.
4. Расулов. А.Р., Ҳикматов Ф.Х., Айтиббоев Д.П. Гидрология асослари. –Тошкент: Университет, 2003. - 327 б.
5. Ҳасанов И.А., Ғуломов П.Н. Ўзбекистон табиий географияси. –Тошкент: “O’qituvchi”, 2007. - 162 б.
6. Юнусов Ғ.Х., Ҳикматов Ф.Х., ... Довулов Н.Л. Суғориш каналлари ишончилигини таъминлаш ва улардан фойдаланиш самарадорлигини ошириш технологиялари. Монография. –Тошкент: «Фан ва технология», 2020. - 160 б.
7. Ҳикматов Ф.Х. ва бошқалар. Зарафшон ҳавзасининг гидрометеорологик шароити ва сув ресурслари. –Тошкент: Fan va texnologiya, 2016. - 276 б.

---

---

**3-ШЎЪБА. ИҚЛИМ ЎЗГАРИШИНИНГ ТАБИЙ ГЕОГРАФИК ЖАРАЁНЛАРГА  
ТАЪСИРИ, ГЕОЭКОЛОГИК, ИҚТИСОДИЙ ВА ИЖТИМОЙ ГЕОГРАФИК  
МУАММОЛАР ҲАМДА УЛАРНИ КАРТАЛАШТИРИШ**

**3-СЕКЦИЯ. ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА  
НА ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ,  
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ  
И ИХ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ**

**SECTION 3. IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON NATURAL GEOGRAPHICAL  
PROCESSES, GEOECOLOGICAL, ECONOMIC AND SOCIAL GEOGRAPHICAL  
PROBLEMS AND THEIR MAPPING**

---

---

**МОНИТОРИНГ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ПОЧВ ПАМИРСКОГО РЕГИОНА**

Абдуллаев С.Ф., Рахими Ф., Шокиров Ф. Ш., Холмуродов Ф., Азизшоев К.М.  
Физико-технический институт им. С.У. Умарова Национальной академии наук Таджикистана

*Аннотация.* Проведен элементный анализ проб почв горного региона с использованием рентгено-флуоресцентного анализатора Termo Niton XL\_3t. В пробах почв обнаружены Hg, Se, Zn, As и Pb. Обсуждаются возможные источники и вариация элементов в почве горного региона.

*Ключевые слова:* почва горного региона, элементный состав, метод рентгено-флуоресцентного анализа, Кларк, предельно допустимая концентрация, общесанитарная норма.

**MONITORING THE ELEMENTAL COMPOSITION OF SOILS  
IN THE PAMIR REGION**

Abdullaev S.F., Rakhimi F., Shokirov F.Sh., Kholmurodov F., Azizshoev K.M.  
S.U.Umarov Physical-Technical Institute National Academy of Sciences of Tajikistan

*Abstract.* Elemental analysis of soil samples from a mountainous region was carried out using an X-ray fluorescence analyzer Termo Niton XL\_3t. Soil samples revealed Hg, Se, Zn, As, and Pb. Possible sources and variation of elements in the soil of the mountainous region are discussed.

*Keywords:* soil of a mountainous region, elemental composition, X-ray fluorescence analysis method, Clark, Maximum Permissible Concentration, general sanitary norm.

Уровень токсичных металлов, связанный с верхним слоем почвы и дорожной пылью, вызывает повышенный исследовательский интерес в последние десятилетие [1, 2]. Микроэлементы и токсичные металлы, такие как свинец, кадмий, никель, медь, цинк и др., при высоких концентрациях становятся токсичными [3], а также не поддаются биоразложению и проходят биохимический цикл с существенно разным временем пребывания в окружающей среде. В [4-7] утверждается, что значительную роль в этом вопросе играют выбросы от транспортных средств. К ним относятся частицы износа шин и тормозов, которые могут оседать и выбрасывать промышленные выбросы в почву и пыль. В дополнение к выбросам из различных источников, выплавка металлов также отражает другие наиболее важные источники загрязнения токсичными тяжелыми металлами [6]. В процессе плавки в атмосферу в больших количествах выбрасываются токсичные тяжелые металлы. Однако, уличная пыль может стать одной из ключевых проблем качества воздуха в атмосферной среде [5, 8]. Образцы мелкодисперсной пыли могут осаждаться на стенах зданий, а придорожные площади могут содержать металлические загрязнители в дисперсном состоянии, что может вызвать загрязнение почв. Сухие и влажные отложения вблизи дорог, а также перенос сточными водами являются основными причинами переноса загрязняющих веществ в почве [9]. Различные исследования доказали, что загрязнение воздуха через почву и пыль влияет не только на людей, которые регулярно им

подвергаются, но также влияет на климат, сельское хозяйство и природную среду [10, 11]. Почва подвергается как естественным, так и антропогенным отложениям металлов по разным причинам [2, 12]. Основными причинами этого являются эрозия почвы, строительство дорог, автомобили, промышленные ресурсы и атмосферные отложения [13, 14]. Повышенное содержание металлов в почве и пыли на детских площадках и школьных зданиях в городской черте может представлять опасность для здоровья детей и взрослых [11]. Мелкие частицы пыли легко взвешиваются в воздухе за счет механического воздействия и выравниваются их концентрации в результате ветровой эрозии и могут легко перемещаться в окружающей среде. Для определения элементного анализа проб почв использован рентгено-флуоресцентный анализатор Termo Niton XL\_3t. Из 36 изученных проб почв только в почвах местности Колуч-куль (КК) обнаружен селен и ртуть.

Тяжелые металлы второго класса опасности – хром и молибден обнаружены в почвах: например, хром в пробах Ак-Архар (АА) и КК. Обнаружен кобальт в пробах Рушана и ванадия в пробах АА в Язгуляме.

В почве горного региона обнаружена S с содержанием в пробах АА №11 – 1230 мг/кг, в КК №24 – 1052 мг/кг, №31 – 879, №32 - 486, в АА №34 – 404,6 мг/кг. Значение Кларк для S составляет 470 мг/кг и ПДК в почве – 160 мг/кг. В почве Ак-Архара содержание серы превышает ПДК 7,68 раза, 6,6 раза в Колуч-куле, 5,5 раза в Язгуляме [15]. Из 36 проб почв только в четырех пробах обнаружен Sc. Установлено, что значение Sr превышает его Кларк для проб КК №32 – 5,9 раза, №33 – 5,6, АА №34 – 9,0 и №35 – 5,9 раза. Кларк Sc в почве составляет 10 мг/кг [15]. Обнаружен Ba только в почвах Ак-Архара 389,35 мг/кг, что, ниже его Кларка в почве (650 мг/кг) [15].

У всех 36 проб почв обнаружены элементы: К, Са, Ti, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, As, Rb, Sr, Zr, Pb и Th. Статистические параметры представлены в табл. 1.

*Таблица 1*

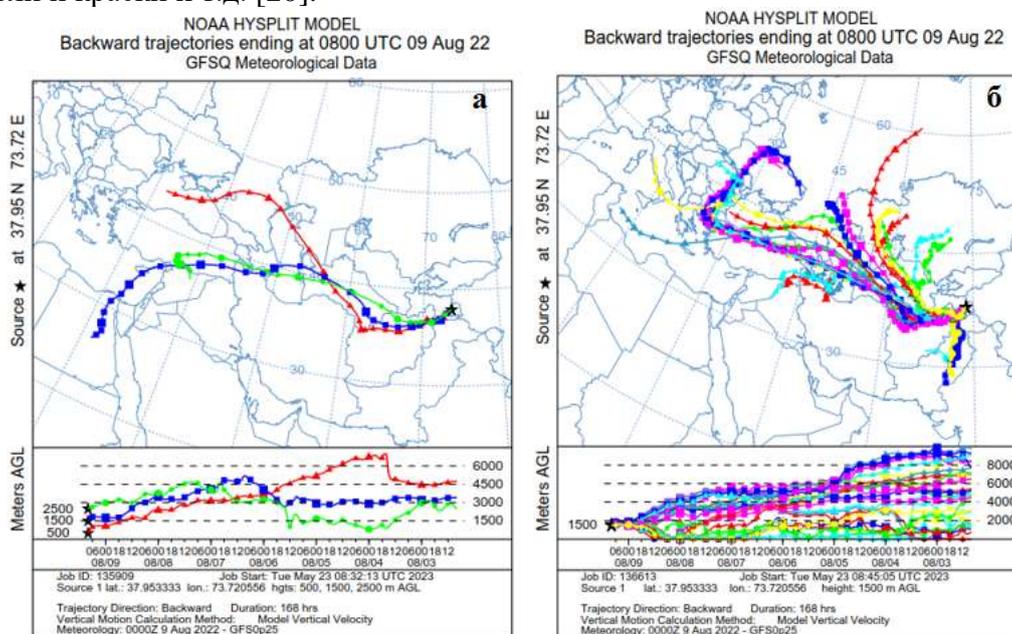
**Статистические характеристики содержания элементов в почве горного региона (мг/кг)**

	Кларк	ПДК	<C>	C <sub>max</sub>	C <sub>min</sub>	N	σ	δ	V	S <sub>n</sub>
<b>K</b>	25000	-	28990	39195	12585	34	8809	518	0,30	0,02
<b>As</b>	1,7	2	34	127	6	36	60,06	3,34	1,79	0,10
<b>Ca</b>	29600	-	30019	196038	5312	34	33580	1975	1,12	0,07
<b>Cu</b>	47	55	49	75	22	36	11,4	0,63	0,23	0,01
<b>Fe</b>	46500	38000	37806	74771	16563	36	10975	610	0,29	0,02
<b>Mn</b>	1000	1500	935	1761	486	36	311	17	0,33	0,02
<b>Ni</b>	58	85	89	136	51	36	16	0,91	0,18	0,01
<b>Pb</b>	16	32	30	57	7	36	10,39	0,58	0,34	0,02
<b>Rb</b>	150	-	145	200	48	36	0,05	0,05	0,05	0,05
<b>Sr</b>	340	300	153	246	82	36	43,36	2,41	0,28	0,02
<b>Ti</b>	4500	500	14	23	7	36	3,32	0,18	0,25	0,01
<b>Zn</b>	83	23	104	195	26	36	34,44	1,91	0,33	0,02
<b>Th</b>	13	-	14	23	7	36	3,32	0,18	0,25	0,01
<b>Zr</b>	170	-	273	823	163	36	122,65	6,81	0,45	0,02

**Цинк.** Люди подвергаются воздействию цинка (Zn) в основном через пищу, хотя пероральное воздействие может быть чрезмерным через непищевые источники. Исследование показало, что концентрация Zn в образцах почвы находится в диапазоне от 26,19 до 195 мг/кг при средней концентрации 104,13 мг/кг. Среднее содержание Zn в почве превышало фоновое значение (57,5 мг/кг), установленное СЕРА [16]. Максимальная концентрация цинка в образцах почвы наблюдалась в Ак-Архаре №21 – 195,25мг/кг, а

минимальное количество цинка было измерено в Язгуляме №31 – 26,15мг/кг, со средним значением 104,13±1,91мг/кг. Средняя концентрация Zn в образцах почв в 4,5 раза превышала ПДК [15]. Установлено, что значение относительного стандартного отклонения (34,44) и коэффициента вариации составляет 0,33. Если учесть, что общесанитарная ПДК для цинка составляет 37 мг/кг, тогда высокое значение, могло быть связано с тем, что имеется несколько антропогенных источников, например, горные породы, выбросы автотранспорта и производства, которые высвобождают Zn в окружающую среду [17-19]. Источником цинка считается цветная, черная металлургия и нефтяная промышленность. Обнаружение высоких концентраций цинка в почве Ак-Архара может быть связано с местными источниками, а также дальним переносом, в том числе, из сопредельных государств.

**Свинец.** Свинец (Pb) вездесущ в промышленно развитых странах, и доказательства негативного воздействия Pb на людей отмечают уже довольно давно. Свинец представляет собой огромную опасность для формирования умственных способностей и ограничений обучения маленьких детей, нарушения кроветворения, неврологических эффектов повреждения печени и почек. В результате данного исследования было установлено, что концентрация свинца в пробах почвы горного региона колеблется от 6,71 до 57,28 мг/кг при среднем значении 29,65 мг/кг. Самый высокий уровень Pb был обнаружен в Колуч-Куле проба №29 – 57,28 мг/кг, что почти в шесть раз превышал его Кларк (10 мг/кг), установленный в [12], и в три раза превышал значение для верхней континентальной коры (20 мг/кг) [19]. Самая низкая средняя концентрация Pb была обнаружена в Язгуляме №31 – 6,71 мг/кг и среднее значение для проб 29,65±0,58 мг/кг. Установлено, что значение относительного стандартного отклонения (10,39) и коэффициента вариации составляет 0,34 (табл. 1). Если учесть, что общесанитарная ПДК 30 мг/кг, максимальное значение превышает почти 2 раза. Источниками свинца являются цветная и черная металлургия, промышленные выбросы, плавильные и нефтеперерабатывающие заводы, различные отрасли промышленности, такие как красители и краски и т.д. [20].

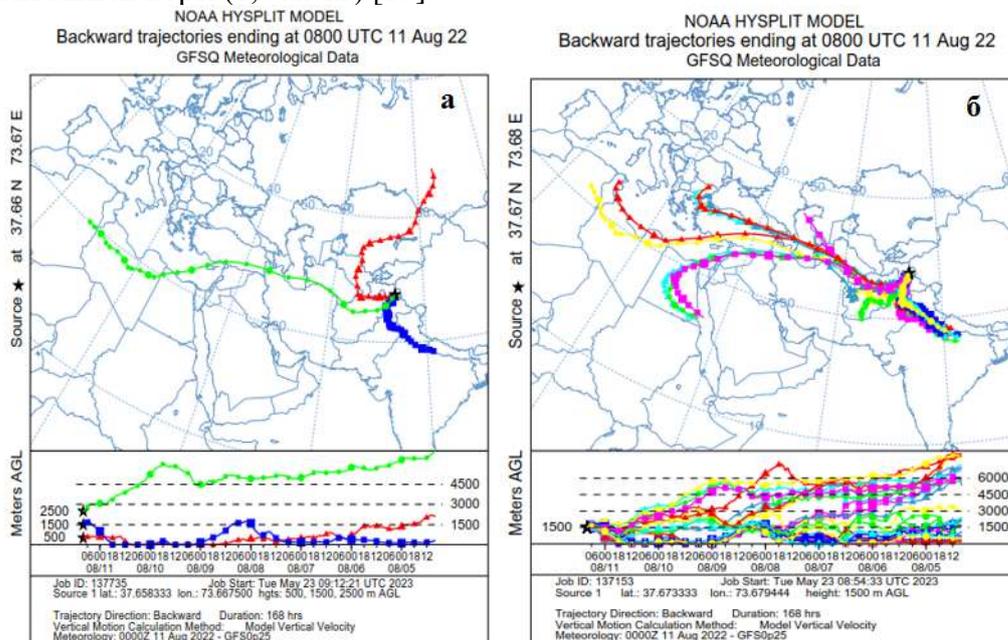


**Рис. 1. Обратные траектории воздушных масс в Ак-Архаре 09 августа 2022 г.**  
**а – для трех высот 500 м; 1500 и 2500 м над уровнем земли;**  
**б – ансамбль из 17 обратных траекторий в Ак-Архаре.**

В дополнение к этому в процессе сжигания угля и нефти выбрасываются значительные количества свинца в окружающую среду [6]. Высокий уровень концентрации

Pb, обнаруженный в Колуч-Куле, возможно, связан со свойством красно-жёлтой почвы на сланцах, а также сжиганием угля и дальним переносом от источников, расположенных по траектории воздушных масс, в том числе, из сопредельных государств (рис. 1).

**Мышьяк (As).** В ходе исследования было установлено, что более высокие концентрации мышьяка имеются в образце почвы Колуч-Куле №28 – 127,04 мг/кг, при среднем значении 34,02 мг/кг (табл. 1). Однако, среднее значение концентрации мышьяка ( $34,02 \pm 3,43$ ) в почве Колуч-Куле оказалось значительно выше, чем значение верхней континентальной коры (1,5 мг/кг) [19].



**Рис. 2. Обратная траектория воздушных масс в Колуч-куле 11 августа 2022 г.**  
**а** – для трех высот 500 м; 1500 и 2500 м над уровнем земли;  
**б** – ансамбль из 17 обратных траекторий в Ак-Архаре.

Установлено, что значение относительного стандартного отклонения и коэффициент вариации составляют 60,06 и 1,79, соответственно. Это свидетельствует о неоднородном распределении мышьяка и этот факт дает основание отметить о том, что источниками As в образцах почвы является в основном природа. С другой стороны, здесь следует упомянуть, что мышьяк, металлоид встречающийся в природе элемент. Мышьяк может присоединяться к исключительно малым частицам в воздухе, долгое время оставаться заметным в окружающей среде и перемещаться на значительные расстояния [19]. Было обнаружено, что средняя концентрация мышьяка в образцах почвы выше, чем зарегистрированный результат для дорожной пыли в разных странах. Мышьяк приводит к раку легких, анемии, кожным болезням, изъязвлению и гематологическим болезням. Источником мышьяка являются энергетическая отрасль, сжигание угля и нефти. Обнаружение высокой концентрации мышьяка в почвах Колуч-Куля, возможно, определяется свойством мышьяка присоединяться к мелким частицам в воздухе, и, в основном, связано с дальним переносом (рис. 2).

### Список литературы

1. Adachi K, Tainosho Y. Single particle characterization of size-fractionated road sediments.- Appl. Geochem. Vol.20. 2005, -PP. 849–859.
2. Addo M.A., Darko E.O. Gordon C., et al. Heavy metal concentrations in road deposited dust at Ketu-South District, Ghanam. - Int. J. Sci. Technol., Vol.2 (1).2012, -PP. 2224–3577.
3. Ahmed F., Bibi M.H. Ishiga H., Environmental assessment of Dhaka City (Bangladesh) based on trace metal contents in road dusts. - Environ. Geol., Vol.51. 2007.- PP. 975–985.

4. Akhter M.S., Madany I.M. Heavy metals in street and house dust in Bahrain.- Water Air Soil Pollut. Vol.66. 1993.-PP.111–119.
5. Akhter S., Salahuddin A., M. Iqbal, A.B.M. Malek, N. Jahan, Health and occupational safety for female workforce of garment industries in Bangladesh. - J. Mech. Eng. Vol.41 (1). 2010. <https://doi.org/10.3329/jme.v41i1.5364>.
6. Aksu Z., Eđretli G., Kutsal T., A comparative study of copper(II) biosorption on Caalginate, agarose and immobilized *C. vulgaris* in a packed-bed column. - Process Biochem. Vol.33 (4). 1998.- PP. 393–400.
7. Al-Khashman O.A. Heavy metal distribution in dust, street dust and soils from the work place in Karak industrial estate, Jordan. - Atmos. Environ. Vol.38. 2004.- PP. 6803–6812.
8. Al-Khashman O.A. The investigation of metal concentrations in street dust samples in Aqaba city, Jordan. - Environ. Geochem. Health. Vol.2(9). 2007. PP. 197–207.
9. Atiemo S.M., Ofosu F.G., Aboh K., Oppon O.C., Levels and sources of heavy metal contamination in road dust in selected major highways of Accra, Ghana. - X-Ray Spectrom. Vol.41.2012, pp. 105–110.
10. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Department of Health and Human Services, Public Health Service, Public Health Statement, Strontium, CAS. 2004.No.7440-24-6.
11. Azimi S., Rocher M., Muller V., Moilleron R., Thevenot D.R. Sources, distribution and variability of hydrocarbons and metals in atmospheric deposition in an urban area (Paris, France). - Sci. Total Environ. Vol.337. 2005.- pp. 223–239.
12. Banerjee A.D.K. Heavy metal levels and solid phase speciation in street dusts of Delhi, India. - Environ. Pollut. Vol.123, 2003.- pp. 95–105.
13. Banu Z., Chowdhury M.S.A., Hossain M.D., Nakagami K., Contamination and Ecological Risk Assessment of Heavy Metal in the Sediment of Turag River, Bangladesh: An Index Analysis Approach. - Earth & Environmental Sciences. Vol.5.2016. 237p.
15. Гигиенические нормативы "Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве". Федеральный закон от 30.03.1999 №52-ФЗ "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения". Собрание законодательства Российской Федерации № 39. 2005. С. 39-53
16. Chinese environmental protection administration (CEPA) Elemental Background Values of Soils in China, 1990, Environmental Science Press of China, Beijing, 1990.
17. Hjortenkrans D.S.T., Bergback B.G., Haggerud A.V., Metal emissions from brake linings and tires: case studies of Stockholm, Sweden 1995/1998 and 2005.- Environ. Sci. Technol. Vol. 41. 2007.-PP. 5224–5230.
18. Jabeen N., Ahmed S., Hassan S.T., Alam N.M., Levels and sources of heavy metals in house dust.- J. Radioanal. Nucl. Chem., Vol. 247(1) 2001.- PP.145–149.
19. Taylor S.R., McLennan S.M., The geochemical evolution of the continental crust. - Rev. Geophys. Vol.33.1995.- PP. 241–265.
20. Rahman M.S., Jolly Y.N., Akter S., Kabir M.J., Kamal N.A., Rahman R., Choudhury T.R., Begum B.A., Sources of toxic elements in indoor dust sample at export processing zone (EPZ) area: Dhaka, Bangladesh; and their impact on human health. – Environ. Sci. Pollut. Res. 2021, <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13167-3>.

## **РАЗРАБОТКА СОВРЕМЕННОЙ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПОЧВ**

Азизова Р.Г.<sup>1</sup>, Белоруссова О.А.<sup>2</sup>, Ковалевская Ю.И.<sup>2</sup>, Акбарова Б.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, [rapo\\_azizova14@mail.ru](mailto:rapo_azizova14@mail.ru)

<sup>2</sup> Агентство гидрометеорологической службы Республики Узбекистан (Узгидромет)

**Аннотация.** В статье представлены исследования, посвященные разработке «Базы данных экологического мониторинга почв» с целью создания идентифицируемой совокупности взаимосвязанных данных, предназначенных для оценки уровня загрязнения почв на территории промышленных центров Ташкентской области.

**Ключевые слова:** экологический мониторинг, метод контроля, почвы, антропогенные источники, токсиканты, роза ветров, база данных, ГИС технологии.

## DEVELOPMENT OF A MODERN DATABASE FOR AN ENVIRONMENTAL SOIL MONITORING SYSTEM

Azizova R.G.<sup>1</sup>, Belorussova O.A.<sup>2</sup>, Kovalevskaya Yu.I.<sup>2</sup>, Akbarova B.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Hydrometeorological Research Institute, rano\_azizova14@mail.ru

<sup>2</sup> Agency of Hydrometeorological Service of the Republic of Uzbekistan (Uzhydromet)

**Abstract.** The article presents research on the development of the “Database of Environmental Monitoring of Soils” with the aim of creating an identifiable set of interrelated data intended to assess the level of soil pollution in the industrial centers of the Tashkent region.

**Keywords:** environmental monitoring, control methods, soils, anthropogenic sources, toxicants, wind rose, database, GIS technologies.

В Узбекистане уделяется большое внимание проблемам охраны окружающей среды. В последние годы в стране принят ряд законодательных документов, направленных на планомерное решение экологических проблем в ближайшей перспективе. Основными из них являются «Стратегия действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах» [1], «Программа мониторинга окружающей природной среды в Республике Узбекистан на 2016-2020 годы» и Положение о мониторинге окружающей природной среды в Республике Узбекистан [2.].

В частности, Программой мониторинга окружающей природной среды [3] предусматривается дальнейшее совершенствование системы мониторинга окружающей природной среды для достоверной и регулярной оценки уровня загрязнения в соответствии с современными требованиями.

Экологический мониторинг загрязнения почв осуществляется Агентством гидрометеорологической службы Республики Узбекистан (Узгидромет). Существующая в настоящее время система мониторинга загрязнения почв была создана в начале 1980-х годов. Она являлась составной частью всесоюзной системы комплексного экологического мониторинга и включает в себя наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха, поверхностных вод, осадков, почв, гидробиоты, радиационного загрязнения атмосферного воздуха, а также фоновые наблюдения (объекты природной среды на территории Чаткальского заповедника). В соответствии с общей концепцией экологического мониторинга, в Узбекистане мониторинг загрязнения почв проводится вокруг основных промышленных городов страны (один раз в пять лет) и на сельскохозяйственных угодьях (два раза в год) в соответствии с утвержденной программой наблюдений и установленным перечнем контролируемых ингредиентов. В существующей системе мониторинга загрязнения почв проводится контроль за 22 контролируемыми показателями, которые характеризуют загрязнение как промышленными, так и сельскохозяйственными поллютантами.

Произошедшие за годы существования системы мониторинга изменения в окружающей среде, размещении антропогенных источников загрязнения и границах населенных пунктов, методах хозяйствования, появление новых инструментальных методов контроля загрязняющих веществ, требования к представлению данных - диктуют необходимость ее технического и методологического совершенствования, в том числе – обновления программного обеспечения. Программное обеспечение является важным инструментом, который позволяет производить комплексную обработку данных мониторинга и вычисление необходимых показателей, которые характеризуют уровень загрязнения почв на определенной территории.

Используемая Управлением гидрометеорологических наблюдений и Мониторинга качества окружающей среды (УГМНМКОС) Узгидромета до настоящего времени, электронная база данных (БД) «Soil» к настоящему времени морально и технически устарела. Проведение пространственно-временного анализа загрязнения ограничено заложенными в БД запросами (алгоритмами анализа и представления результатов), которые не всегда позволяют получить информацию требуемой конфигурации и степени

детализации. Не предусмотрены инструменты графического представления данных, а совместное использование существующей БД со средствами Microsoft Office связано с определенными техническими трудностями и значительными временными затратами.

Современные методы управления данными позволяют проводить комплексную математическую обработку результатов многомерных наблюдений. Одним из наиболее часто используемых программных продуктов для создания баз данных является система управления базами данных (СУБД) MSAccess [4] которая имеет собственные инструментальные средства визуализации информации, импорта/экспорта данных, но для непосредственного использования требует адаптации к современным потребностям мониторинга и структуре экологических данных. Разработка современной базы данных мониторинга загрязнения почв была проведена в рамках подготовки государственного гранта «Совершенствование системы экологического мониторинга почв для определения зон с различным уровнем загрязнения промышленными и сельскохозяйственными токсикантами с использованием ГИС-технологий на примере Ташкентской области и является одним из этапов его выполнения.

Назначением разработки были ввод, хранение, редакция, дополнение информации на основе запросов по разным признакам.

Данная СУБД предоставляет возможность контролировать задание структуры и описание имеющихся данных, она включает в себя три основных типа функций: определение (задание и описание) данных, обработка данных и управление данными (рис.1).

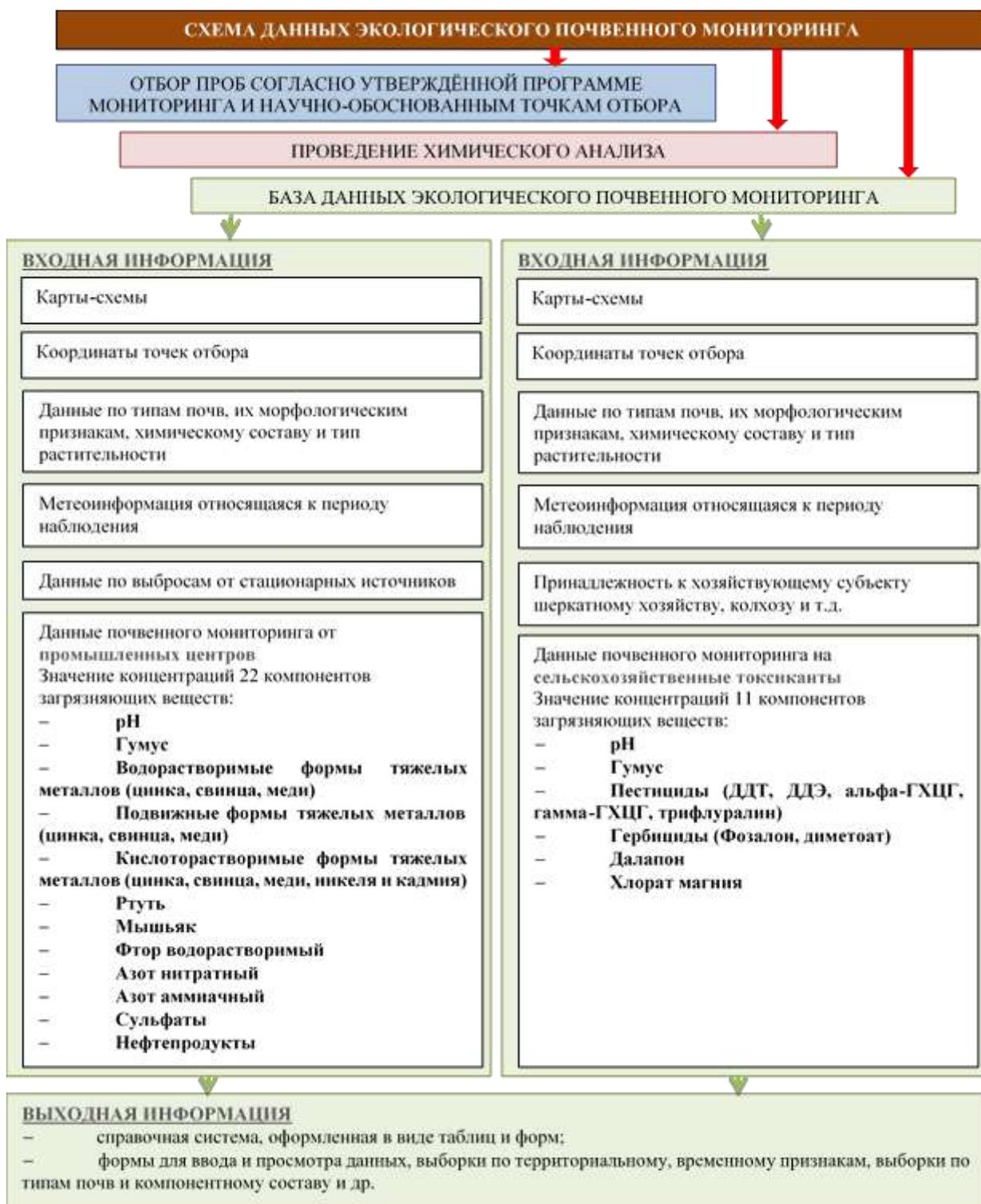
Вся введенная и обработанная необходимым образом информация выводится на экран в виде таблиц определенного формата. Обработка информации осуществляется с помощью *запросов*, а формы позволяют создать удобный пользовательский интерфейс для работы с данными.

В настоящее время База данных включает наблюдения за загрязнением почв, проведенные на территории Ташкентской области в 1990-2020 годах в более чем 200 точках наблюдений вокруг городов Алмалык, Ангрен, Бекабад, Ташкент и Чирчик по промышленным токсикантам (водорастворимым, подвижным и кислоторастворимым формам тяжелых металлов – свинца, кадмия, цинка, меди, водорастворимых фторидов, сульфатов, азота аммонийного и нитратного, мышьяка, ртути, гумуса, показателя рН) и в 60 точках наблюдений на выбранных участках в сельской местности в Аккурганском, Ахангаранском, Бекабадском, Бостанлыкском, Букинском, Зангиатинском, Кибрайском, Куйчирчикском, Паркентском, Пскентском, Ташкентском, Чиназском, Верхне-Чирчикском и Янгиюльском районах по сельскохозяйственным токсикантам (хлорорганическим пестицидам – ДДТ, ДДЕ, ГХЦГ; фосфорорганическим – фосфамид, фозалон, трефлан, далапон, дефолиантам – хлорат магния, а также показателям содержания гумуса и рН).

Для того чтобы накопленная информация о загрязнении почв на определенной территории за многолетний период приобрела опору, была систематизирована и предложена следующая структура базы данных:

Входная информация:

- дата отбора пробы, номер точки отбора;
- географические данные о точках отбора проб – координаты точек отбора, типы почвы в точках отбора, снятые с почвенной карты (картографирование);
- значения содержания контролируемых показателей в почвах (мг/кг или мкг/кг);
- метеорологическая информация, относящаяся к периоду наблюдений (скорости и направления ветра, состояние погоды);
- справочные данные по характеристикам типов почв, их морфологическим признакам и химическому составу, по размещению стационарных источников загрязнения и выбросам от них.



**Рис.1. Схема для базы данных экологического почвенного мониторинга**

Выходной является следующая информация:

- справочная система, оформленная в виде таблиц и форм;
- формы для ввода и просмотра данных, выборки по территориальному, временному признакам, выборки по типам почв и компонентному составу и др.

Между таблицами базы данных существует связь "один ко многим". Схема приведена на рис. 2.

Таблица «БАЗА» имеет многоступенчатую структуру (рис. 3), которая позволяет путем перехода из категории «Область», перейти в категорию «Промышленный центр»/«Район» и вносить данные мониторинга по контролируемым компонентам.

Таблица «Точки», является, по сути, базой метаданных и включает в себя принадлежность точки к определенному промышленному центру, району, области. Она содержит данные о географических координатах, типе почвы, типе растительности.

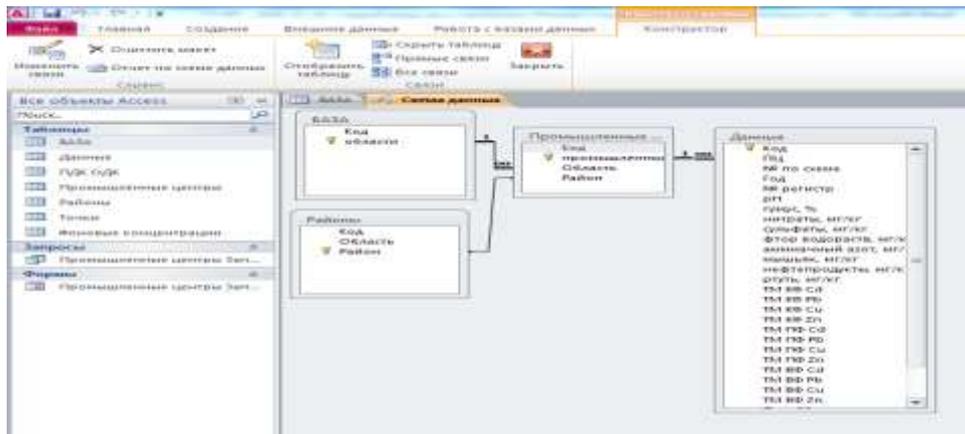


Рис. 2. Схема базы данных экологического мониторинга почв на примере промышленных токсикантов

База данных содержит также справочную таблицу значений предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) для промышленных и сельскохозяйственных токсикантов.

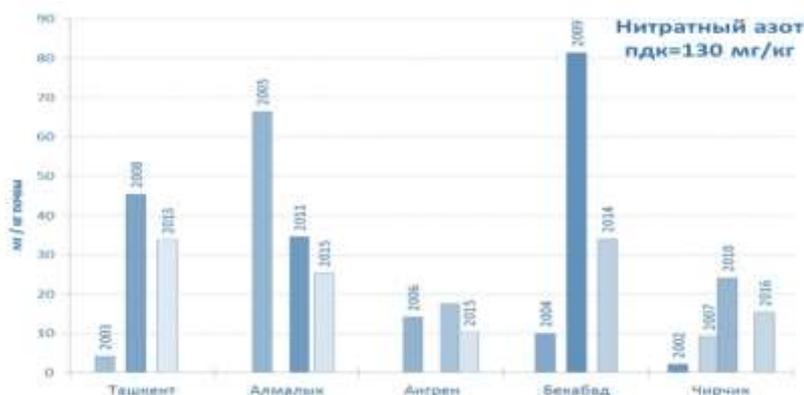
Рис. 3. Таблица базы данных экологического мониторинга почв на примере промышленных токсикантов

Содержание компонентов, для которых не разработаны нормативы ПДК и ОДК, сравнивается со значениями фоновых концентраций (ФК), которые определяются как минимальное значение уровня содержания данного компонента в почве вокруг определенного города в определенный год (в зависимости от периода отбора и года значение фоновой концентрации может меняться).

Данная структура таблиц позволяет делать запросы, с помощью которых можно рассчитывать определенные характеристики в соответствии с задачей (среднее, максимальное, минимальное значение, содержание компонента в долях ПДК, ОДК, ФК) [5].

В настоящее время с использованием разработанной базы данных специалистами Узгидромета и НИГМИ проведена оценка многолетней динамики загрязнения почв

Ташкентской области промышленными токсикантами. На рис. 4 в качестве примера приведена динамика изменения уровня среднего содержания нитратного азота в почвах вокруг промышленных городов Ташкентской области за период с 2000 года по настоящее время.



**Рис. 4. Уровни загрязнения почв Ташкентской области нитратным азотом**

Разработанный на примере Ташкентской области макет базы данных передан в Отдел лабораторию мониторинга загрязнения почв (УГМНМОС) Узгидромета для дальнейшего использования. В будущем предполагается расширить разработанную БД за счет включения в неё массива многолетних данных экологического мониторинга почв для всей территории страны. Использование новой базы данных в системе Узгидромета позволит проводить комплексный анализ изменений уровня загрязнения почв с учётом физико-географических процессов и методов (ГИС-технологий), что позволит в свою очередь своевременно устанавливать причины их изменений.

#### Список литературы

1. Указ Президента Республики Узбекистан № УП-1 58 от 11.09.2023 г. «О Стратегии «Узбекистан – 2030»»
2. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан № ПКМ-737 от 05.09.2019 г. «О совершенствовании системы мониторинга окружающей природной среды в Республике Узбекистан»
3. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан № ПКМ-343 от 03.06.2021 г. «О дальнейшем совершенствовании системы оценки уровня загрязнения окружающей среды»
4. <https://products.office.com/en-us/access>
5. СанПиН №0191-05 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) экзогенных вредных веществ в почве», НИИ санитарии, гигиены и профзаболеваний Минздрава РУз, утверждён 5.11.2005 г.

### ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ОКСИДОМ УГЛЕРОДА И ЕГО РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПО ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ТАШКЕНТ ЗА ИЗБРАННЫЙ ПЕРИОД

Алаутдинов М.

Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, Ташкент, Узбекистан,  
alautdinovmukhidin@gmail.com

**Аннотация.** В период с 1991 по 2000 г.г. изучено загрязнение атмосферного воздуха оксидом углерода (СО) и его распределение по г. Ташкент. Анализ загрязнения воздуха показал, что за весь рассматриваемый период концентрация оксида углерода в среднем была в пределах 1 ПДК. Лишь в отдельные годы и в отдельные месяцы концентрация оксида углерода приближалась к 2 ПДК. Анализ распределения концентрации оксида углерода по 12 опорным постам наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха в г. Ташкент позволил построить карту-схему распределения оксида углерода и выявить локации с относительно повышенным содержанием загрязняющего вещества.

*Ключевые слова.* Экология, атмосфера, загрязнение, окись углерода, концентрация, ПДК.

## ATMOSPHERIC AIR POLLUTION BY CARBON OXIDE AND ITS DISTRIBUTION THROUGH THE TERRITORY OF TASHKENT CITY DURING A SELECTED PERIOD

M. Alautdinov

National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Tashkent, Uzbekistan,  
alautdinovmukhidin@gmail.com

**Annotation.** In the period from 1991 to 2000 atmospheric air pollution with carbon monoxide (CO) and its distribution throughout the city of Tashkent was studied. An analysis of air pollution showed that for the entire period under review, the concentration of carbon monoxide was on average within 1 MPC (maximum-permissible concentration). Only in certain years and in certain months did the concentration of carbon monoxide approach 2 MPC. Analysis of the distribution of carbon monoxide concentration at 12 reference posts for monitoring atmospheric air pollution in the city of Tashkent made it possible to construct a map diagram of the distribution of carbon monoxide and identify locations with relatively high contents of the pollutant.

**Keywords.** Ecology, atmosphere, pollution, carbon monoxide, concentration, maximum permissible concentration, distribution.

В настоящее время антропогенное воздействие на окружающую среду становится все более интенсивным и масштабным. Серьезную опасность представляет усиливающееся загрязнение природных сред – атмосферы, гидросферы, почвы и биосферы. В связи с этим большую важность приобретают проблемы контроля качества и регулирования состояния окружающей среды.

Экологическая проблема как совокупность вопросов охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов, будучи проблемой глобальной, затрагивает интересы всего населения планеты, интересы всех без исключения государств, и, наконец, интересы каждого человека [1].

В условиях интенсивного использования природных ресурсов человеком, вовлечение их в хозяйственную деятельность причиняет все более ощутимый ущерб самой природе. Нарушаются естественные биологические циклы, тормозятся процессы развития, природа все чаще ощущает мощные «залповые» воздействия. При этом она начинает терять свою уникальную способность к самовосстановлению.

Изменения в природной среде не проходят бесследно и для человека. По оценкам специалистов в выбросах промышленных предприятий и транспорта содержится более 150 химических веществ, наносящих вред здоровью человека. Серьезное беспокойство вызывает тот факт, что многие современные болезни человека связаны с появлением в окружающей среде продуктов химического производства и транспортных выбросов, причем ряд загрязняющих веществ обладает мутагенными свойствами, способными изменить даже наследственность человека.

Настоящая работа является одним из этапов изучения динамики изменения загрязненности атмосферного воздуха оксидом углерода (CO) и его распределения по территории г.Ташкент.

Анализ загрязненности воздуха оксидом углерода планируется выполнить по всем постам измерения концентраций загрязняющих веществ г. Ташкент вплоть до 2024 года, начиная с 1991 года по десятилетиям. В связи с «большой стройкой», происходящей в последние годы в Ташкенте, вызывает определенный интерес сравнительный анализ динамики изменения и территориального распределения концентрации оксида углерода, а также выявление возможного тренда в динамике его изменения.

Выбор оксида углерода (в быту – угарный газ) в качестве объекта исследования объясняется тем, что этот газ является самой распространенной и наиболее значительной (по массе) примесью в атмосфере. Угарный газ является исключительно агрессивным

газом, его концентрация выше 1 ПДК ( $3 \text{ мг/м}^3 = 2,58 \text{ ppm} = 2,58 \text{ млн}^{-1}$ ) приводит к физиологическим изменениям в организме человека, а концентрация более  $750 \text{ млн}^{-1}$  – к летальному исходу. Следует отметить также, что оксид углерода очень стабильное вещество – время «жизни» его в атмосфере составляет 2-4 месяца.

В работе производится анализ пространственно-временного изменения концентрации оксида углерода в г. Ташкент за период с 1991 по 2000 годы (таблица 1). Исходным материалом послужили данные таблиц ТЗА-1, выбранные в архиве Узгидромета.

**Таблица 1**

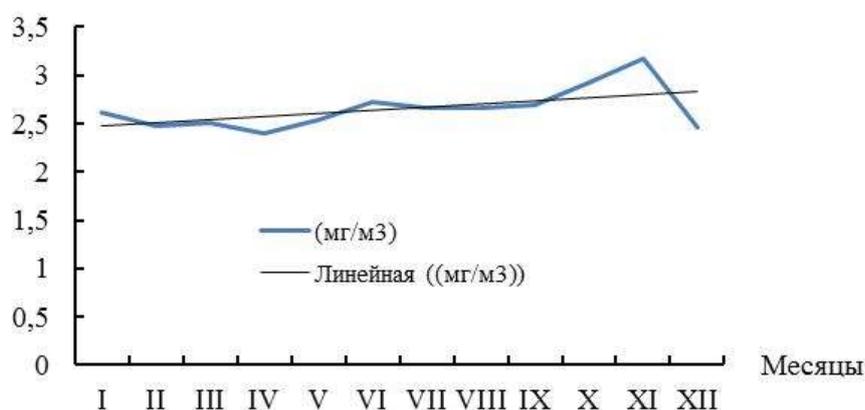
**Среднемесячные концентрации оксида углерода за период 1991-2000 г. ( $\text{мг/м}^3$ )**

Годы / месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год	СКО
<b>1991</b>	3,42	3,00	2,87	2,21	2,20	2,36	3,03	3,23	3,58	5,51	5,50	3,63	<b>3,38</b>	<b>1,06</b>
<b>1992</b>	3,44	3,52	3,72	3,37	3,46	3,97	3,42	3,66	2,94	4,23	4,11	1,99	<b>3,49</b>	<b>0,56</b>
<b>1993</b>	2,10	3,00	2,22	2,13	2,33	2,19	2,16	2,27	2,91	2,44	3,44	2,51	<b>2,37</b>	<b>0,42</b>
<b>1994</b>	3,16	1,72	2,32	2,23	2,89	3,34	2,80	3,20	3,22	3,30	3,22	2,95	<b>2,97</b>	<b>0,35</b>
<b>1995</b>	3,27	2,79	2,70	2,56	2,69	3,15	2,82	2,34	2,73	2,42	2,78	2,44	<b>2,72</b>	<b>0,27</b>
<b>1996</b>	2,68	2,57	3,00	2,48	2,41	2,68	2,68	2,61	2,73	2,21	3,10	3,86	<b>2,75</b>	<b>0,41</b>
<b>1997</b>	2,73	3,68	3,61	3,48	3,35	3,62	3,42	3,22	2,44	2,84	2,39	1,91	<b>3,06</b>	<b>0,56</b>
<b>1998</b>	1,49	1,60	1,72	2,05	1,96	2,24	2,69	2,37	2,54	3,02	4,38	2,69	<b>2,40</b>	<b>0,75</b>
<b>1999</b>	2,80	2,46	2,07	2,12	2,41	1,91	1,81	1,78	1,76	1,86	1,54	1,54	<b>2,00</b>	<b>0,37</b>
<b>2000</b>	1,15	0,49	0,88	1,35	1,73	1,78	1,88	1,87	2,20	1,41	1,26	1,08	<b>1,42</b>	<b>0,47</b>
<b>Среднее</b>	<b>2,62</b>	<b>2,48</b>	<b>2,51</b>	<b>2,40</b>	<b>2,54</b>	<b>2,72</b>	<b>2,67</b>	<b>2,66</b>	<b>2,70</b>	<b>2,92</b>	<b>3,17</b>	<b>2,46</b>	<b>2,66</b>	<b>0,21</b>

Из приведенной выше таблицы видно, что в рассматриваемом периоде лет загрязнение атмосферного воздуха оксидом углерода в г. Ташкент в среднем было в пределах нормы (1 ПДК).

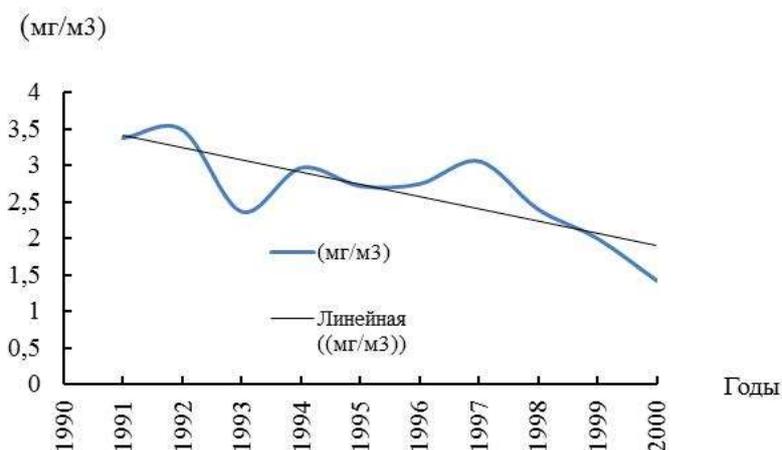
В среднегодовом разрезе по месяцам наибольшие концентрации оксида углерода отмечаются в октябре-ноябре месяцах (рис 1). Это и естественно, поскольку это время начала отопительного сезона. В зимние месяцы содержание оксида углерода несколько меньше. На наш взгляд, это связано с тем, что в зимний период большая часть автомобилей частного сектора не используется.

( $\text{мг/м}^3$ )



**Рис 1. Изменение среднемесячных концентраций оксида углерода (средняя по всем годам)**

В среднемесячном разрезе по отдельным годам наибольшие значения оксида углерода приходятся на 1991-1992 и 1997 годы (рис 2). В эти годы концентрация загрязняющего вещества в г. Ташкент ненамного превышала 1 ПДК. Наименьшее загрязнение атмосферного воздуха оксидом углерода отмечалось в 1999-2000 годах, когда оно не превышало  $2 \text{ мг/м}^3$ . В целом среднемесячная концентрация оксида углерода за рассматриваемый период лет изменялась в 5-5,5 раз.



**Рис 2. Изменение среднегодовых концентраций оксида углерода (средняя по всем месяцам)**

Как видно из рис 2, изменение среднегодовых концентраций оксида углерода имеет отрицательный тренд, что является отрядным фактом. Да и в целом, за рассматриваемый период лет в г. Ташкент атмосферный воздух по отношению к оксиду углерода был довольно - таки чистым.

Для оценки степени разбросанности для каждого года и среднемесячных концентраций были также рассчитаны среднеквадратические отклонения (СКО), представленные в таблице [1].

Для изучения распределения концентрации оксида углерода по территории г. Ташкент была произведена выборка данных по 12 опорным постам наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха в г. Ташкент. Обработанные данные наблюдений представлены в таблице 2.

**Таблица 2**

**Среднемесячные концентрации оксида углерода по постам в г. Ташкент (мг/м<sup>3</sup>)**

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Пост 1	1,86	1,75	1,87	1,72	1,63	1,77	1,69	1,86	1,76	1,89	2,24	1,79	<b>1,82</b>
Пост2	2,79	2,81	2,82	2,53	2,88	2,91	2,77	2,84	2,85	2,80	3,19	2,48	<b>2,80</b>
Пост4	3,35	3,25	3,08	3,00	3,13	3,17	3,05	3,02	3,32	4,10	3,74	2,94	<b>3,26</b>
Пост6	2,31	2,30	2,06	2,19	2,19	2,32	2,35	2,35	2,47	2,71	2,95	2,26	<b>2,37</b>
Пост8	3,12	3,05	2,82	2,79	3,07	3,58	3,03	3,08	3,25	3,44	3,72	3,11	<b>3,14</b>
Пост12	2,49	2,40	2,49	2,53	2,64	2,92	2,82	2,55	2,58	2,20	2,73	2,19	<b>2,52</b>
Пост14	2,59	2,47	2,48	2,21	2,49	2,50	2,55	2,37	2,45	2,95	2,86	2,29	<b>2,54</b>
Пост15	2,74	2,60	2,66	2,49	2,72	2,98	2,73	2,93	2,88	3,65	3,78	2,48	<b>2,89</b>
Пост18	2,53	2,34	2,81	2,54	2,65	2,97	2,61	2,56	2,70	2,93	3,01	2,11	<b>2,65</b>
Пост19	2,02	1,89	2,02	1,84	2,28	2,60	3,18	2,81	2,46	2,44	2,73	2,20	<b>2,37</b>
Пост20	2,55	2,24	2,24	2,18	2,07	2,30	2,35	2,58	2,48	2,92	2,92	2,38	<b>2,43</b>
Пост26	2,99	2,59	2,74	2,80	2,94	2,88	2,86	2,82	3,20	2,97	3,89	2,86	<b>2,96</b>
среднее	<b>2,61</b>	<b>2,47</b>	<b>2,51</b>	<b>2,40</b>	<b>2,56</b>	<b>2,74</b>	<b>2,67</b>	<b>2,65</b>	<b>2,70</b>	<b>2,92</b>	<b>3,15</b>	<b>2,42</b>	<b>2,65</b>

В настоящей таблице представлены данные рассчитанных среднемесячных концентраций оксида углерода за период 1991 – 2000 г.г. по отдельным опорным постам наблюдений в г. Ташкент. Как видно из таблицы 2, среднемесячные концентрации оксида углерода по постам различаются друг от друга незначительно и их значения невелики.

Наибольшие концентрации CO отмечаются в районе поста 4, где она достигает 3,26 мг/м<sup>3</sup> (1.1 ПДК). Близкие к ним значения наблюдаются в районе постов 8 и 26. На других постах средние концентрации оксида углерода меньше 1 ПДК.

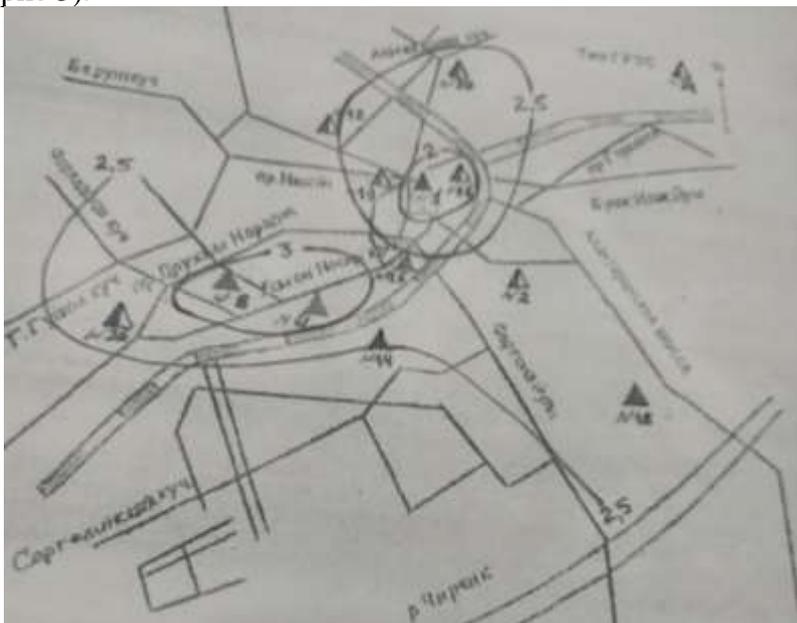
Несколько повышенное содержание оксида углерода в атмосферном воздухе в районе постов 4,8,26 можно, по-видимому, объяснить их месторасположением. В этом районе располагаются крупные производства такие, как Ташкентский текстилькомбинат,

завод Таштекстильмаш, ЖБИ, а также аэропорт, вокзал. Этот район отличается также интенсивным движением автотранспорта.

Наименьшая среднемесячная концентрация оксида углерода ( $1,8 \text{ мг/м}^3$  или  $0,6 \text{ ПДК}$ ) была отмечена в районе поста 1. Этот пост находится в районе Узгидромета, института Астрономии и в относительной удаленности от интенсивного автомобильного движения.

Анализ изменения концентрации оксида углерода по месяцам для каждого отдельного поста показывает, что на большинстве постов наибольшие концентрации отмечаются в холодный период года (октябрь-ноябрь). За рассматриваемый период лет наибольшая среднемесячная концентрация оксида углерода наблюдается на посту 4 в октябре месяце и составляет  $4,1 \text{ мг/м}^3$  или  $1,4 \text{ ПДК}$ . Наименьшая же – на посту 1 в мае месяце и равна  $1,6 \text{ мг/м}^3$  или  $0,54 \text{ ПДК}$ .

По данным таблицы 2 была построена карта-схема распределения среднемесячных концентраций оксида углерода по всем постам г. Ташкент за рассматриваемый период лет (рис 3).



**Рис 3. Карта – схема распределения среднемесячных концентраций оксида углерода по постам г.Ташкент**

Выполненный пространственно – временной анализ загрязнения атмосферного воздуха оксидом углерода за период с 1991 по 2000 г.г. в городе Ташкент позволяет сделать следующие предварительные выводы.

1. Средняя концентрация оксида углерода за весь рассматриваемый период составляет  $2,66 \text{ мг/м}^3$  или  $0,9 \text{ ПДК}$ .

2. В среднем за весь рассматриваемый период лет повышенные концентрации оксида углерода наблюдаются в октябре-ноябре месяцах.

3. За весь рассматриваемый период лет наблюдается отрицательный тренд в изменении содержания оксида углерода – его средняя концентрация уменьшается от  $3,38 \text{ мг/м}^3$  в 1991 году до  $1,42 \text{ мг/м}^3$  в 2000 году.

4. Наибольшие концентрации оксида углерода отмечаются в районе поста № 4, где она составляла  $3,26 \text{ мг/м}^3$  или  $1,1 \text{ ПДК}$ . На всех других постах загрязненность воздуха оксидом углерода ниже  $1 \text{ ПДК}$ .

5. В дальнейших исследованиях будем сопоставлять изменение концентрации оксида углерода до настоящего времени.

### Литература

1. Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на природно-ресурсный потенциал республики Узбекистан. Ташкент-2000 – 252 с.

## ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА СФЕРЫ ЧЕЛОВЕЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ЮГЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Горбатенко В.П., Волкова М.А.

Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия,  
vpgor@tpu.ru, mv2101@mail.ru

**Аннотация.** Рассмотрено влияние изменения климата на территории юга Западной Сибири на ряд отраслей экономики: транспорт, строительную отрасль, сельское хозяйство, теплоэнергетику, здоровье человека, рекреационную деятельность.

**Ключевые слова:** изменение климата, влияние на экономику региона.

## IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON HUMAN ACTIVITIES AREAS IN THE SOUTH OF WESTERN SIBERIA

Gorbatenko V.P., Volkova M.A.

National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia, vpgor@tpu.ru, mv2101@mail.ru

**Abstract.** The impact of climate change on the territory of Western Siberia on a number of sectors of the economy is considered: transport, construction industry, agricultural productivity, heat and power engineering, human health, recreational activities.

**Keywords:** climate change, impact on the regional economy.

Изменения климата оказывают долгосрочное разнонаправленное воздействие на разные сферы экономической деятельности регионов. На территории Западной Сибири современные климатические изменения проявляются не только в изменении средних величин, но и в резком увеличении частоты экстремальных климатических событий. Во многих регионах увеличивается частота и интенсивность неблагоприятных погодных явлений: штормов, гроз, экстремальной жары, наводнений, засух, лесных пожаров и др.

Целью настоящей работы является обзор работ сотрудников кафедры метеорологии и климатологии ТГУ по оценке влияний изменившегося климата на сферу деятельности и здоровье человека. Такие исследования актуальны, поскольку на всей территории Западной Сибири с последней четверти XX века наблюдается ярко выраженная и статистически значимая тенденция потепления климата [1].

**Автомобильный транспорт.** В результате исследований [2, 6] получены две группы климатических характеристик: тенденции одних усложняют развитие транспортной системы, тенденции других – благоприятствуют.

### **Неблагоприятные тенденции:**

1. Возрастающая экстремальность климата, требующая увеличения стойкости дорожных покрытий;
2. Смещение дат устойчивого перехода средних суточных температур воздуха через 0 и 5 °С. Весной они смещаются на более ранние сроки (на 2 недели), а осенью на более поздние (на 2 недели), уменьшая период возможного использования автомобильных «зимников».
3. Опасность для всех видов транспорта представляет увеличивающееся число переходов температуры воздуха через 0 °С не только в переходные сезоны года, но даже в зимние месяцы.
4. По всему региону можно ожидать размывания дорог во время участвовавших случаев с ливнями. Зафиксирована тенденция повсеместного роста годового количества атмосферных осадков на величину от 5 мм/10 лет до 20 мм/10 лет. Учитывая, что увеличилась, в основном, доля ливневых осадков, следует ожидать увеличения частоты затопления территорий, образования новых оврагов, оползней, провалов грунта. В городах это повлечет за собой затруднение работы транспорта.
5. Зафиксировано увеличение средней продолжительности периодов и числа дней со случаями образования зимней скользкости. Такое увеличение особенно заметно в северных районах области, где особенно актуально строительство новых дорог.

### ***Благоприятные тенденции:***

1. Уменьшение ветровых нагрузок, ввиду снижения повторяемости сильных ветров. Число дней с ветром 15 м/с и более за период глобального потепления сократилось на 70–80 %, варьируя в диапазоне 5-15 дней [9];
2. Значительное уменьшение как числа дней с метелью, так и средней продолжительности метелей [9]. Продолжительность метелей уменьшилась в 2-3 раза, что связано с общей тенденцией уменьшения скорости ветра; уменьшение продолжительности залегания снежного покрова, обусловленные изменением сроков залегания и разрушения.

Из анализа совокупности факторов можно утверждать, что необходимо усиливать меры по увеличению стойкости дорожных покрытий по всей территории исследований. Вероятно, более быстрое разрушение дорожных покрытий, чем было предусмотрено в предыдущий климатический период. С учетом стратегии развития нефтегазовой отрасли в регионе, и необходимости её дорожного, трубопроводного и электрического обеспечения актуально увеличить наблюдения за гололедными явлениями.

Совершенствование транспортной системы Западной Сибири, создание регулярного внутреннего сообщения невозможно без ускоренного развития воздушного транспорта, в том числе малой авиации, для которой неблагоприятны: ограничения дальности видимости из-за повторяемости ливней, туманов, дымовых шлейфов разного генезиса; высокая повторяемость сильных ветров, гроз, условий возможного обледенения [2]. Наблюдаемая тенденция к уменьшению числа туманов на территории Западной Сибири обнаруживается не везде [11], следовательно, ориентироваться на снижение число дней с туманом пока невозможно. При этом наблюдается увеличение грозовой активности [16], представляющей опасность не только для авиации, но и для энергетики. На фоне роста повторяемости условий, способствующих формированию обледенения, в Томском государственном университете был разработан и апробирован алгоритм прогноза обледенения воздушных судов с заблаговременностью до 36 часов на основе данных гидродинамического мезомасштабного моделирования [4].

**Строительная отрасль.** Ожидается, что повышение температуры воздуха в первой четверти XXI в. приведет к наибольшему изменению соответствующих нормативных характеристик на севере Сибири [3]. Эксплуатационные затраты на здание в процессе его службы в 2-3 раза превышают расходы на его строительство. В связи с наблюдающимся увеличением повторяемости заморозков и оттепелей на фоне глобального потепления, ухудшаются условия эксплуатации зданий, в частности сокращается период их доремонтной эксплуатации, уменьшается долговечность. Поскольку структура изменчивости среднесуточных температур на исследуемой территории неоднородна [3], это отражается на климатических параметрах, применяемых при проектировании зданий и сооружений, систем отопления, вентиляции, кондиционирования. Так, значение температуры воздуха наиболее холодных суток с обеспеченностью 92 и 98% на преобладающей части области увеличилось по сравнению с данными СНиП23-01-99 на 0,6-3,8 °С. Из-за потепления и увеличения глубины сезонного протаивания, ожидаются изменения несущей способности почвогрунтов и ухудшения прочностных характеристик фундаментов зданий и технических сооружений. В исследуемом районе наблюдаются как кратковременные, так и длительные нагрузки на объекты от метеорологических явлений. К длительным нагрузкам относятся вес снегового покрова, температурные воздействия, усадка и ползучесть грунтов. Кратковременными нагрузками являются снеговые, ветровые и гололедные нагрузки, а также некоторые температурные воздействия. Происходящие климатические изменения способствуют увеличению снеговых нагрузок на здания и технические сооружения [3].

**Теплоэнергетика.** На фоне потепления климата отмечается рост экстремальных температурных событий, что способствует рискам формирования пиковых нагрузок для систем отопления. Анализ характеристик отопительных сезонов на станциях Томской области в разные климатические периоды показал, что для региона пока нет предпосылок

подготовки к существенной перестройке системы отопления. Основные показатели в пределах их климатической изменчивости. Например, для Томской области говорить о снижении степени суровости климатических условий холодного сезона и о существенном сокращении энергозатрат на отопление преждевременно [17].

**Альтернативная энергетика.** Возрастание потребности человечества в энергетических ресурсах приводит к необходимости поисков и более широкого использования альтернативных источников энергообеспечения. К их числу относится в первую очередь ветроэнергетика [10, 12]. Получено, что использование ветроэнергетических установок малой мощности возможно только в переходные периоды – апрель, май, октябрь, ноябрь, когда отмечаются более высокие скорости ветра. Исследование ресурсов солнечной радиации на юго-востоке Республики Алтай показало, что данная территория обладает достаточным количеством суммарной солнечной радиации для развития гелиоэнергетики [15]. Получено, что экономически целесообразно использовать солнечную энергию для горячего водоснабжения сезонных потребителей (спортивно-оздоровительных сооружений, баз отдыха), а также для обогрева открытых и закрытых плавательных бассейнов и других сооружений. Республика Алтай обладает достаточным количеством суммарной солнечной радиации для развития гелиоэнергетики.

**Сельское хозяйство.** Анализ агроклиматических ресурсов агрозоны Сибирского федерального округа в условиях потепления климата выявил значимые тенденции роста сумм активных температур, продолжительности вегетационного периода за счет более раннего наступления дат устойчивого перехода через 5°C весной на 5–7 дней и более позднего осенью, на 2–4 дня, наиболее выраженные в последние два десятилетия [13]. Вероятность поздних и ранних заморозков остается в пределах климатической нормы. С выявленными особенностями изменения характеристик вегетационных сезонов согласуется пространственное распределение тенденций индекса NDVI, отражающее прирост естественной биомассы, что косвенно отражает потенциал роста продуктивности пахотных земель. Использование прогностической информации может заметно снизить потери в аграрном секторе [8], если потребители метеорологической информации будут вести хозяйственные мероприятия с учетом ожидаемой погоды и заблаговременно применять меры защиты.

**Лесные ресурсы.** Увеличение периодов с экстремально высокими температурами воздуха, способствует увеличению числа антропогенных пожаров [18]. Число пожаров, возникших по вине гроз, по данным разных источников варьируется для различных регионов от 10 до 67% от общего числа лесных пожаров. Однако выгоревшая площадь одного пожара, возникшего от молнии, почти вдвое превышала площадь пожаров, возникших по другим причинам, поэтому возгорания от молнии являются самыми опасными для тайги [7, 16]. Лесные пожары в период с июня по август формируют высокий уровень загрязнения воздуха продуктами горения. Известно, что шлейфы дыма, видимые на спутниковых снимках, распространяются на многие населенные пункты и сопровождаются мглой с уменьшением вертикальной и горизонтальной видимости до 80–100 м, а также – повышением концентрации продуктов горения в атмосфере.

**Здоровье человека.** Основа любого экономического развития – человеческий капитал – понятие, включающее помимо трудовых ресурсов накопленные инвестиции в образование, науку, здоровье, безопасность, в качество жизни, в инструментарий интеллектуального труда. Поскольку потепление наиболее выражено в холодную часть года [1, 3], суровость зимних условий уменьшится, что положительно повлияет на здоровье населения. В летние месяцы большое влияние на здоровье человека оказывают волны тепла, которые в крупных городах могут приводить к большому количеству жертв [5, 14]. Больше других от повышения температуры страдают жители городов, потому что региональное повышение температуры усиливается за счет городского «острова тепла». Выявленные показатели и тенденции проявления волн тепла указывают на возможность в предстоящие годы учащения случаев ухудшения самочувствия людей, повсеместный рост потребления электроэнергии при использовании энергоемких приборов, контролирующих

микроклимат рабочих помещений, которые нередко приводят к нарушению жизнедеятельности населения. Невозможно с уверенностью ответить на вопрос, сказывается ли изменение климата положительно на здоровье населения Сибири. Положительные и отрицательные результаты изменения климата пока уравновешивают друг друга.

**Рекреационная деятельность.** В связи с перечисленными выше тенденциями на смягчение климата Западной Сибири, представляет интерес оценка рекреационной привлекательности территории. Естественно, что смещение для зимнего сезона дат начала на более поздние сроки, а его конца на более ранние увеличивает продолжительность благоприятного для здоровья населения сезона. Увеличение повторяемости теплых зим, делает климат Сибири в целом более комфортным для зимнего отдыха [3, 14]. Заметное увеличение продолжительности теплого периода позитивно влияет на организацию отдыха и проведение лечебно-оздоровительных процедур. Следовательно, наблюдающиеся изменения климата, способствуют увеличению рекреационной привлекательности территории и развитию туризма.

### Список литературы

1. Барашкова Н.К., Волкова М.А., Кужевская И.В. Оценка термического режима воздуха и тенденций процессов антициклогенеза на юге Западной Сибири в прикладных целях // Вестник Томского государственного университета. 2014. № 387. – С. 225-232.
2. Барашкова Н. К., Кижнер Л. И., Волкова М. А., и др. Наземное обледенение на территории Томской области (Западная Сибирь) // Геосферные исследования. 2020. № 1. – С. 88-101.
3. Барашкова Н.К., Волкова М.А., Кужевская И.В. Оценка современной климатической составляющей хозяйственного комплекса Томской области в холодный период года // Вестник Томского государственного университета. Сер. Науки о Земле. 2011. № 351. – С. 163-168.
4. Волкова М.А., Кужевская И.В., Барашкова Н.К., и др. Детерминирование зон обледенения воздушных судов на юго-востоке Западной Сибири // Геосферные исследования. 2021. № 4. – С. 94-102.
5. Гарганеева А. А., Кужелева Е. А., Горбатенко В. П., и др. Особенности развития и течения острой коронарной недостаточности в период экстремально жарких погодных условий // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2017. Т. 16, № 5. – С. 52-56.
6. Горбатенко В.П., Волкова М.А., Носырева О.В., и др. Современные тенденции климатических характеристик, влияющих на развитие транспортной системы Томской области // Фундаментальная и прикладная климатология. 2021. Т. 7, № 4. – С. 71-95.
7. Горбатенко В.П., Громницкая А.А., Константинова Д.А., и др. Оценка роли климатических факторов в возникновении и распространении лесных пожаров на территории Томской области // Вестник Томского государственного университета, 2015. № 395. – С. 233-240.
8. Горбатенко В.П., Кижнер Л.И. Экономические аспекты использования агрометеорологических прогнозов // Экономика сельского хозяйства России, 2014. № 4. – С. 54-61.
9. Журавлев Г. Г., Горбатенко В. П. Тунаев Е. Л. Метели на территории Томской области // Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова. 2019. № 594. – С. 137-151.
10. Журавлев Г.Г., Задде Г.О. Оценка ветроэнергетического потенциала Кемеровской области // Вестник Томского государственного университета. Томск: Изд-во ТГУ, 2013. № 376. – С. 175-181.
11. Журавлев Г.Г., Задде Г.О., Ахметшина А.С. Туманы на территории юго-востока Западной Сибири // Вестник Томского государственного университета. Томск: Изд-во ТГУ, 2011. № 347. – С. 174-180.
12. Кижнер Л.И., Серая Н.Ю. Изменение режима ветра в Томске в начале XXI века // Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова, 2015. № 576. – С. 102-113.
13. Кужевская И.В., Горбатенко В.П., Носырева О.В., и др. Агроклиматические характеристики земель сельскохозяйственного назначения на территории Сибирского Федерального округа в условиях изменения климата // Метеорология и гидрология. 2023. № 10. – С. 77-87.

14. Кужевская И.В., Поляков Д.В., Волкова М.А., и др. Температурные волны тепла как отражение изменчивости современных климатических условий жизнедеятельности на территории Томской области // Экология человека, 2015. №2. – С. 3-9.

15. Севастьянов В.В., Мишенина Ю.А. Радиационный режим и гелиоэнергетические ресурсы юго-восточной части Республики Алтай // Оптика атмосферы и океана, 2016. Т. 29. № 12. – С. 1090-1095.

16. Нечепуренко О.Е., Горбатенко В.П., Пустовалов К.Н., и др. Грозовая активность над Западной Сибирью // Геосферные исследования. 2022. № 4. – С. 123- 134.

17. Чередыко Н. Н., Волкова М. А., Scholtz O. Оценка климатических ресурсов в Томской области в период современного изменения климата // Геосферные исследования. 2023. № 1. – С. 132-143.

18. Badmaev N.B., Krechetova M.Yu., Bhatt H., et al. Predicting, Monitoring, and Assessing Forest Fire Dangers and Risks // Hershey: IGI Global, 2020. – 417 p.

## **К ВОПРОСАМ МОНИТОРИНГА ФАКТОРОВ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Гуния Г.С.<sup>1</sup>, Сванидзе З.С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт гидрометеорологии Грузинского Технического университета

<sup>2</sup> Грузинский Технический Университет, Тбилиси

**Аннотация.** На основе обработки многолетних данных эко - метеорологического мониторинга в Грузии, показано, что в процессе интенсификации освоения энергетических ресурсов и роста урбанизации, режим климатических характеристик районов, прилежащих к территориям, подверженным техногенным воздействиям, поступательно меняется негативно. При этом он приближается к условиям характерным для районов, находящихся под техногенным воздействием. Для условий Грузии – это впервые было отмечено в работах Г.С.Гуния, а в последствии были подтверждены исследованиями ряда других грузинских ученых. Полученные результаты убедительно свидетельствуют о том, что в районах интенсивной техногенной нагрузки и в прилежащих к ним ареалах, причиной изменения климатических элементов представляются локальные эффекты хозяйственной деятельности человека. Показано, что в отличие от глобальных эффектов, результаты их воздействий относительно быстро отображаются на климате соответствующих масштабов. Результаты исследований позволяют утверждать, что недооценка этих эффектов часто вызывает значительные неточности и является причиной ошибочных выводов в оценках факторов изменений глобального климата.

**Ключевые слова:** экологический мониторинг, климатические факторы, микропримеси, атмосферный воздух.

## **ON THE ISSUES OF MONITORING FACTORS OF CLIMATE CHANGE AND TECHNOGENIC LOAD OF THE ENVIRONMENT**

Gunia G.S.<sup>1</sup>, Svanidze Z.S.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University

<sup>2</sup> Georgian Technical University, Tbilisi

**Abstract.** Based on the processing of a number of long-term data from eco-meteorological monitoring in Georgia, it is shown that in the process of development of new energy resources and intensive urbanization, the regime of climatic characteristics of areas adjacent to territories subject to technogenic impacts is progressively changing negatively. At the same time, it approaches the conditions characteristic of areas under technogenic influence. For the conditions of Georgia, this was first noted in the works of G.S. Gunia, and was subsequently confirmed by the studies of a number of other Georgian scientists. The results obtained convincingly indicate that in areas of intense technogenic load and in the areas adjacent to them, the cause of changes in climatic elements seems to be local effects of human economic activity. It is shown that, in contrast to global effects, the results of their impacts are relatively quickly reflected in the climate of the corresponding scales.

Research results suggest that underestimation of these effects by scientists often causes significant inaccuracies and is the cause of erroneous conclusions in assessing the factors of global climate change.

**Keywords:** environmental monitoring, climatic factors, microimpurities, atmospheric air.

Проблемы изменения климата и техногенной нагрузки на окружающую среду в настоящее время представляют собой не только научную, но и экономическую и политическую проблему. Ошибки, допущенные в динамике указанных процессов, являются носителями большой экономической катастрофы. Для выяснения этих вопросов, прежде всего, необходимо определить, какой метод и как достоверно осуществляется определение исследуемых параметров данной шкалы.

После основания метеорологическая сеть начинает быстро развиваться и вскоре принимает мировое значение. Однако измерения здесь не всегда проводились одинаковыми методами. Из-за этого сравнение результатов измерений затруднительно, а иногда и вообще невозможно его выполнить. Кроме того, проблема изменения климата может быть связана как с процессами, протекающими в природе, так и с деятельностью человека. Под влиянием последнего в отдельных районах страны, на фоне воздействия региональных и глобальных климатических факторов, возможны локальные климатические (микrokлиматические) изменения [1,2].

Таким образом, при обработке метеорологической информации большое значение имеет использование климатологически однородного ряда наблюдений.

Для этого, прежде всего, должны быть неизменными: расположение метеостанций на местности, застройка прилегающей территории и методика наблюдения. Однако на сети метеорологического мониторинга не всегда имеются такие количества наблюдений, которые полностью удовлетворяют предъявляемые требования. Следовательно, для выявления неравномерности количества данных, полученных по различным точкам наблюдения, и исключения периодов разрыва однородности, следует изучать экзистенциальные изменения метеопараметров и результаты сравнений этих изменений. При этом, любые характеристики исследуемых элементов должны обеспечиваться необходимым количеством исходных данных.

В целях исключения неоднородности данных наблюдений, возникшей по различным вышеуказанным причинам, а также упрощения оценок исследуемых процессов и интерпретации результатов расчетов материала наблюдений, нами было введено понятие показателя загрязнения атмосферы  $i$ -тым веществом –  $K_i$  и одновременно несколькими  $n$  – исследуемыми веществами, в среднем, –  $K$  [2].

Формул их расчета приведены ниже:

$$K_i = \frac{\bar{q}_i}{q_{ip}}, \quad (1)$$

$$K = \frac{\sum K_i}{n}, \quad (2)$$

где,  $\bar{q}_i$  и  $q_{ip}$  – усредненная по определенному пространству и времени величина концентрации  $i$ -го вещества и соответствующий ей нормировочный параметр, соответственно,  $n$  – количество примесей. В приведенных формулах в качестве нормирующей величины используется средняя многолетняя концентрация рассматриваемой примеси.

Как показала практика, предложенный метод нормирования позволяет наилучшим образом исключить неоднородность данных метео- и эконоблюдений и оценить экологическое состояние (нагрузку) в результате их воздействия.

Кроме того, с помощью метода наименьших квадратов, возможно определение уравнения прямой, описывающей изменения значений среднегодовых величин анализируемых показателей и тенденции этих изменений. Формула расчета последнего (3), которая в пятилетнем цикле позволяет выполнить оценки изменения прошлого года относительно первого, имеет следующий вид:

$$T = 1/10M_1[(2M_5 + M_4) - (2M_1 + M_2)] \cdot 100\% , \quad (3)$$

где, T – тенденция изменения исследуемых параметров, в процентах, M<sub>1</sub> – M<sub>5</sub> – их величины (показатели загрязнения атмосферы) через 1 – 5 лет.

В последние десятилетия в Грузии широко проводятся работы по строительству каскадов водохранилищ, в том числе в бассейне реки Ингури (Гали, Джвари и Худони водохранилища). Это обстоятельство должно оказать влияние на изменения исторически сложившихся величин метеорологических параметров приземного слоя воздуха, который является одним из значительных факторов формирования местного климата, что, в свою очередь, должно способствовать адекватному изменению микроклимата данного региона.

Исходя из этого, вызывает интерес исследования ряда вопросов, в том числе: на фоне глобальных последствий, оценки влияния водного бассейна Джвари на микроклимат прилегающих территорий и по полученным результатам судить о локальных факторах изменения местного климата [3].

Для этого, используя формулу (3), решили изучить изменения среднегодовых значений некоторых метеопараметров за достаточно длительный период времени (20 лет), который симметрично охватывает периоды отсутствия и наличия водоема в исследуемом регионе. Результаты исследований показывают, что в период функционирования водохранилища Джвари (280 м над уровнем моря): в поселке Местия (1500 м над уровнем моря) - отмечен рост среднегодовой температуры воздуха, примерно, на 10 %; в Хаиши (700 м над уровнем моря) - отмечена тенденция к уменьшению этого показателя примерно на 5 %; в остальных точках температурный режим воздуха остается почти без изменения. Анализ материала наблюдений за температурным режимом поверхности почвы показывает, что в пунктах, удаленных от исследуемого района (Зугдиди и Гали) среднегодовые значения этого показателя в рассматриваемый период в целом соответствуют их многолетним нормам. Вместе с этим, в пунктах исследуемого района они значительно меняются. Например, при наличии водохранилища амплитуда изменения ее среднегодовых величин в населенных пунктах, расположенных в районе водохранилища (Местия, Хаиши и Джвари), резко возрастает, а их абсолютные величины имеют тенденцию к уменьшению на 2, 10 и 4 % соответственно. Следует отметить, что по мере удаления от водоема отмеченные аномалии уменьшаются и приближаются к региональным нормам [3].

В связи с рассматриваемым вопросом большой интерес вызывает исследование современных особенностей метеорологического режима больших городов на фоне глобальных эффектов. С целью изучения вопроса был использован материал метеорологических наблюдений за температурой воздуха и атмосферными осадками, выполненных в Тбилиси за 15-50 летний период.

Посредством соответствующих расчетов данного материала, анализа результатов и их сопоставлений мы имеем возможность, на фоне глобальных процессов, судить о локальных урбанистических эффектах изменения климатических параметров и об их современных тенденциях на примере Тбилиси (табл. 1 и 2).

**Таблица 1**

**Изменения многолетних среднегодовых величин исследуемых метеорологических параметров**

Метеопараметры	Периоды осреднения (годы)					Тенденция, %
	1941-1950 гг.	1951-1960 гг.	1961-1970 гг.	1971-1980 гг.	1981-1990 гг.	
Температура воздуха, t°С	12,7	12,9	13,4	13,2	13,5	1,5
Количество атмосферных осадков, мм	489,1	487,7	440,7	537,6	505,0	17,0

Как видим из табл. 1, в рассматриваемом городе в целом наблюдается тенденция роста исследуемых параметров. Так, например, в рассматриваемый период (50 лет): температура воздуха в целом имеет тенденцию к росту в 1,5%; количества выпадения атмосферных осадков имеют тенденцию к росту в 17,0%.

В табл. 2 приведены результаты расчетов материала 55 летних параллельных стандартных наблюдений за температурой воздуха в центре города Тбилиси и его пригороде (Вашлиджвари), взятых из Климатического справочника.

Здесь в столбцах 2 и 3 даны многолетние (40 летние) среднемесячные величины температуры воздуха ( $t^{\circ}C_{C1}$ ) и ( $t^{\circ}C_{V1}$ ) до расширения границ города. В 4-м и 5-м столбцах таблицы приведены аналогичные параметры с 15 летним осреднением, соответствующие условиям после расширения границ города –  $t^{\circ}C_{C2}$  и  $t^{\circ}C_{V2}$ . Далее приведены разности температур воздуха в указанных пунктах  $\Delta_1 = t^{\circ}C_{C1} - t^{\circ}C_{V1}$  и  $\Delta_2 = t^{\circ}C_{C2} - t^{\circ}C_{V2}$ .

**Таблица 2**

**Распределение среднемноголетних температур воздуха  
в центре города -  $t^{\circ}C_C$  и в его пригороде -  $t^{\circ}C_V$**

Месяцы	$t^{\circ}C_{C1}$	$t^{\circ}C_{V1}$	$t^{\circ}C_{C2}$	$t^{\circ}C_{V2}$	$\Delta_1$	$\Delta_2$
Январь	0,9	0,3	1,5	1,0	0,6	0,5
Февраль	1,3	0,6	3,1	2,6	0,7	0,5
Март	6,6	5,9	7,4	6,9	0,7	0,5
Апрель	11,9	11,3	12,8	12,7	0,6	0,1
Май	17,3	16,5	18,0	17,4	0,8	0,6
Июнь	21,1	20,1	21,4	20,8	1,0	0,6
Июль	24,4	23,6	24,9	24,4	0,8	0,5
Август	24,2	23,5	24,2	23,7	0,7	0,5
Сентябрь	19,6	19,0	19,8	19,3	0,6	0,5
Октябрь	13,8	13,4	13,9	13,6	0,4	0,3
Ноябрь	7,6	7,2	8,6	8,2	0,4	0,4
Декабрь	2,8	2,3	4,2	3,7	0,5	0,5
Среднегодовые	12,7	12,1	13,3	12,9	0,6	0,4

Статистический анализ материала наблюдений показывает, что в первый анализируемый период (столбцы 2 и 3), разница городских и пригородных температур, в среднем, составила величину в  $0,6^0$ , а в последующий период аналогичные расчеты выявили уменьшение этой разницы на  $0,2^0$ . Кроме того, выполненный анализ позволяет судить о том, что после роста границ города, на исследуемых территориях, в отдельности, многолетние среднегодовые температуры повышаются на  $0,6^0$  и  $0,8^0$ , соответственно, что, очевидно, является результатом усиления локальных урбанистических эффектов.

Если принять во внимание, что представленные результаты исследования получены на основе обработки достаточно большого объема данных стандартного экометеорологического мониторинга, то легко можно убедиться в их высокой надежности. Это, в свою очередь, позволяет утверждать, что в процессе интенсификации использования энергетических ресурсов и урбанизации, режим климатических характеристик районов, прилегающих к территориям, подверженным техногенным воздействиям, со временем меняется в отрицательную сторону и приближается к условиям, характерным для территорий, находящихся под техногенным воздействием.

Исходя из вышеизложенного, программа мониторинга климатических факторов в стране по своему назначению должна предусматривать наличие сети станций базовых и региональных наблюдений. Базовые станции должны служить приему информации об исходном (базовом) состоянии атмосферы и должны располагаться в удаленности от городских территорий, в местах, где не отмечено прямое антропогенное воздействие. А региональные станции должны обслуживать получение информации о состоянии атмосферы непосредственно в районе зон антропогенного воздействия [2].

Таким образом, сеть станций наблюдения должна охватывать различные районы страны в зависимости от численности населения, потребностей экономического развития (с учетом сельского хозяйства и туризма), рельефа местности и погодных условий.

Как видим, полученные результаты убедительно свидетельствуют о том, что в районах интенсивной техногенной нагрузки и на прилегающих к ним территориях причиной изменения климатических характеристик являются локальные последствия хозяйственной деятельности человека. В отличие от глобальных эффектов, результаты их воздействий значительно быстро отражаются на климате локальных масштабов.

Пренебрежение указанными факторами вызывает значительные расхождения в оценках и является причиной ошибочных выводов в оценках глобального климата.

### Список литературы

1. Гуния Г.С. Влияние загрязнения атмосферного воздуха на микроклимат города и его окрестностей (на примере г.Тбилиси) // Труды ЗакНИИ, вып. 1, 1983. – С.79-85.
2. Gunia G.S. Meteorological Aspects of Atmosphere Ecological Monitoring // Georg. Acad. Sci. Georg. Inst. Hydrometeorology, 2005. – 265 p. (Georg., Summ.: Rus, Eng)
3. Gunia G.S., Tskvitinidze Z.I. Features of Influence of Water Basins in Mountain Regions on Microclimate of Adjoining Areas on the Background of Modern Effects of Global Climate Change / In: Proceedings of the 10-th Baku International Congress “Energy, Ecology, Economy”, Baku, Azerbaijan Republic. 23-25 September, 2009. – PP. 218-223.

### TOSHKENT SHAHRI HAVOSINING IFLOSLANISHI VA UNGA TRANSPORTNING TA’SIRI

Ismatova N.R.<sup>1</sup>., Zaripov Sh.B.<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy Universiteti, Geografiya va geoaxborot tizimlari fakulteti tayanch doktoranti

Toshkent, O‘zbekiston. E-mail : ismatovanilufar31@gmail.com

<sup>2</sup>Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy Universiteti, Geografiya va geoaxborot tizimlari fakulteti magistranti. Toshkent, O‘zbekiston. E-mail: shaxbozzaripov6@gmail.com

**Аннотация:** Ushbu maqolada Toshkent shahri havosining ifloslanishi va unga transportning ta’siri o‘rganilgan bo‘lib, bunda statistika qo‘mitasidan olingan ma’lumotlar va kuzatuv natijalari tahlil qilindi.

**Калит so‘zlari:** HSI, antropogen ta’sir, transport, magistral yo‘llar.

### ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУХА В ГОРОДЕ ТАШКЕНТ И ВЛИЯНИЕ НА НЕГО ТРАНСПОРТА

Исмадова Н.Р.<sup>1</sup>., Зарипов Ш.Б.<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека. Факультет географии и геоинформационных систем. Ташкент, Узбекистан. Электронная почта: ismatovanilufar31@gmail.com

<sup>2</sup>Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека. Ташкент, Узбекистан. Электронная почта: shakhbozzaripov6@gmail.com

**Аннотация:** В данной статье изучено загрязнение воздуха города Ташкента и влияние на него транспорта, а также проанализированы данные, полученные от комитета по статистике, и результаты наблюдений.

**Ключевые слова:** ИКВ, антропогенное воздействие, транспорт, автомобильные дороги.

### AIR POLLUTION OF TASHKENT CITY AND INFLUENCE OF TRANSPORTATION ON IT

Ismatova N.R. Zaripov Sh.B.

<sup>1</sup>National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek. Tashkent, Uzbekistan. E-mail: ismatovanilufar31@gmail.com

**Abstract:** In this article, the air pollution of the city of Tashkent and the impact of transport on it were studied, and the data obtained from the statistics committee and the results of observation were analyzed.

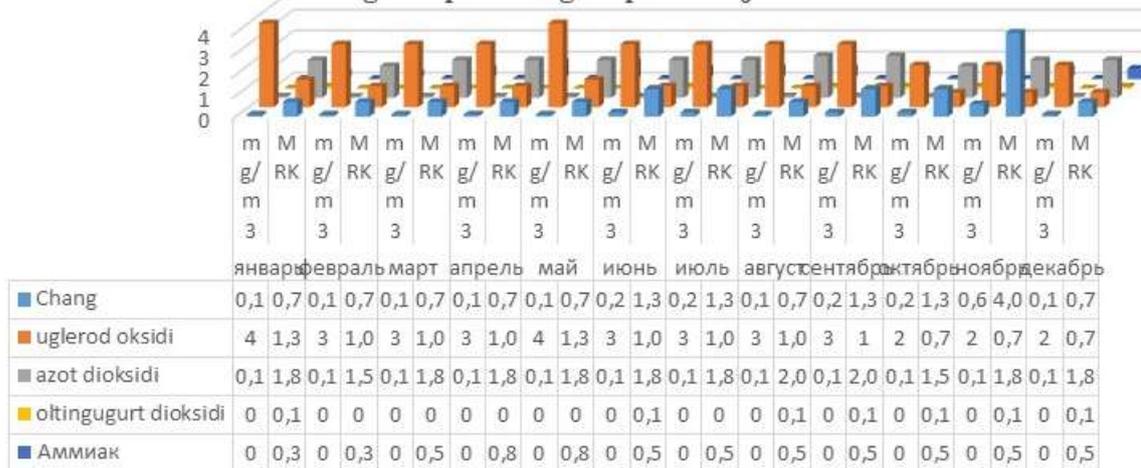
**Keywords:** HSI, anthropogenic impact, transport, highways.

**Kirish.** Insoniyat yashash tarzi yaxshilanib borgani, kundan kunga yangi texnika va texnologiyalar, ishlab chiqarish, transport va boshqalarning rivojlanishi oqibatida tabiatning barcha komponentlariga bo'ladigan antropogen ta'sir tobora ortib bormoqda. Antropogen ta'sir genetik kelib chiqishi, turi va tarqalish arealidan kelib chiqib, eng avvalo geotizimlarning o'simlik, hayvonot, tuproq, suv va havosiga ta'sir ko'rsatadi. Ya'ni, qaysi komponentga eng ko'p va birinchi ta'sir qilishi yuqoridagi omillarga bog'liqdir. Ushbu komponentlar ichida havo eng harakatchan va tez o'zgaruvchan bo'lish bilan birga, u eng ko'p ifloslanuvchilardan ham biridir. Shu sababli, havo sifatini doimiy tekshirib turish, unga nojo'ya ta'sir qiluvchi omillarni aniqlash, ularning oldini olish muhim masala hisoblanadi.

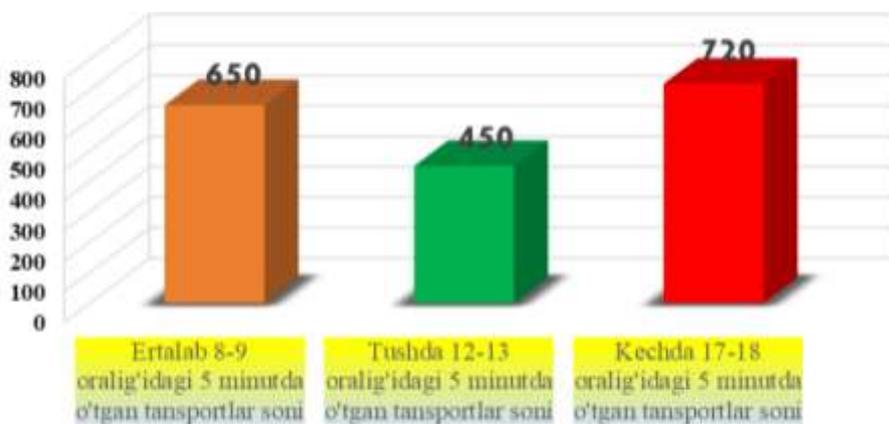
**Asosiy qism.** Havo sifati toza havo tarkibiga nisbatan aniqlanadi va unga qarama-qarshi ta'sir etuvchi moddalar miqdori bilan aniqlanadi. Havo sifatini o'lchashda foydalaniladigan miqdor havo sifati indeksi (HSI) deyiladi va bu miqdor havoning tozalik yoki ifloslanganlik darajasini bildiradi. Havo sifati indeksi ifloslanganlik darajasi aniqlanayotgan havodagi ifloslantiruvchi moddalar miqdorini ko'rsatuvchi raqamlardan iborat bo'lgan murakkab o'lchov tizimi bo'lib, odatda HSI 0 dan 500 gacha bo'lgan miqdor bilan belgilanadi. Ushbu kuzatuv usullari orqali havo sifati monitoring qilib boriladi. Monitoring natijalari shuni ko'rsatmoqdaki, bugungi kunda nafaqat mamlakatimizda balki, butun dunyoda atmosfera havosining ifloslanishi antropogen ta'sir oqibatida sodir bo'lmoqda. Bugungi kunda atmosfera havosi ifloslanishiga tabiiy omillarga nisbatan antropogen omillar ta'siri ta'bir joiz bo'lsa, bir necha o'n marta ko'proqdir. Atmosfera havosini ifloslovchi omillar ifloslovchi manbalarning darajasi (birlamchi yoki ikkilamchi), kelib chiqishi, kimyoviy tarkibi va boshqa xususiyatlariga ko'ra guruhlarga ajratiladi. Masalan, Kanada Atrof-muhitni muhofaza qilish qo'mitasi asosiy ifloslantiruvchi moddalarni to'rtta asosiy guruhga ajratadi; 1) havoni ifloslantiruvchi moddalar, 2) turg'un organik ifloslantiruvchi moddalar, 3) og'ir metallar va 4) toksik moddalar [1]. Ushbu ifloslovchi moddalarni eng ko'p chiqaruvchilar bugungi kunda transport, sanoat korxonalari, ishlab chiqarishning boshqa shakllari, foydali qazilmalarni qazib olish, o'rmonlarning yonishi va h.klar hisoblanadi. Atmosfera havosining ifloslanishi ayniqsa urbanizatsiyalashgan hududlarda jadal kechmoqda. Chunki, olimlarning hisob-kitoblariga ko'ra, bugungi kunda, butun dunyo aholisining yarmidan ortig'i shaharlarda istiqomat qilgani holda, ular egallagan maydon yer sharining 3 % ni tashkil qiladi. Olimlarning hisoblariga ko'ra, global energiya iste'molining 50% dan ortiq qismidan boshlab ayrim hollarda 2/3 qismigacha bo'lgan miqdori va global issiqxona gazlari chiqindilarining 80% gacha bo'lgan qismi shaharlar bilan bog'liq [3]. Urbanizatsiyalashgan hududlardagi eng kata ekologik muammolardan biri bu atmosfera havosining ifloslanishi va bunga shahar transport tizimi juda kata ta'sir qilmoqda. Toshkent shahri ham mintaqamizdagi eng yirik urbanizatsiyalashgan hudud bo'lib, u respublikamizning yagona millioner shahri. 2024-yil 1-yanvar holatiga ko'ra, shaharda doimiy aholi soni 3040786 kishini tashkil qilmoqda [6]. Bu ko'rsatkich 2010-yil 1-yanvar holatida 2234300 kishini tashkil qilgan. 14 yil davomida Toshkent shahri aholisi qariyb 1 mln kishiga ortdi. Mamlakatimizdagi eng urbanizatsiyalashgan, siyosiy, iqtisodiy, ma'daniy markaz bo'lish bilan birga bugungi kunda Toshkent shahri dunyoning atmosfera havosi eng ifloslangan shaharlari ichida yetakchi 10 talik shaharlar ro'yhatida turibdi. Ushbu holat esa shahar havosiga bo'lgan antropogen omillar natijasidir. Antropogen omillar ichida transportning ulushi bunda eng yuqori. Ayni paytda Toshkent shahridagi avtobuslar soni 410 tani tashkil qiladi. 2026-yilgacha esa bu ko'rsatkich 1363 taga yetkazilishi kutilmoqda. 2024-yil sentyabr oyi ma'lumotlariga ko'ra Toshkentda doimiy ro'yhatdan o'tgan avtomobillar soni 711

mingtani, qo'shimcha ravishda har kuni viloyatlardan shaharga kelib kutuvchi avtomobillar soni esa 260 mingtani tashkil etadi [6]. Bu esa ayni paytda poytaxtda 900 mingdan ortiq avtomobil harakatlanayabdi deganidir. Muhrim A'zamxo'jayevning yozishicha, 1991-yili Toshkent shahar jamoat transportida metrodan tashqari 2236 ta avtobus, 527 ta tramvay, 428 ta trolleybus- jami 3191 ta harakatlanuvchi jamoat transport vositalari bo'lgan [7]. 2021-yilda O'zbekiston Respublikasida jismoniy shaxslarda 3.14 mln dona avtomobil mavjud bo'lgan. Shulardan 75 % qismi ya'ni 2.4 mln dona avtomobil yoqilg'i sifatida gazdan, 796 mingtasi benzindan, 71 mingtasi esa dizel yoqilg'isidan foydalangan. 2023-yilda esa bu ko'rsatkich 4.6 mln donani tashkil etgan. Toshkent shahri yengil avtomobillar soni bo'yicha respublikamizda birinchi o'rinni egallaydi. Yengil avtomobillarning umumiy soni Toshkent shahar statistikasi boshqarmasi ma'lumotlariga ko'ra, 730 mingdan ko'proqni tashkil qilmoqda. Avtomobillarning deyarli 78 % benzin yoqilg'isidan foydalanadi. O'zbekistonda atmosferaga jami zararli tashlamalarning 58 foizi (1,4 mln tonna) avtotransport vositalari ulushiga to'g'ri keladi. Bunda Toshkent shahri yetakchi - 93% (397 ming tonna) o'rinni egallaydi. Rasmiy ma'lumotga ko'ra, hozir respublikada jismoniy shaxslar jami 3 268 480 ta avtotransport vositalaridan foydalanmoqda. Shundan: 796 034 tasi (24%) benzin, 71 088 tasi (2%) dizel, 2 401 348 tasi (74%) gaz yoqilg'isida harakatlanishga mo'ljallangan. Ulardan atmosferaga bir yilda o'rtacha 1,3 mln tonnadan ortiq zararli chiqindilar tashlanadi.

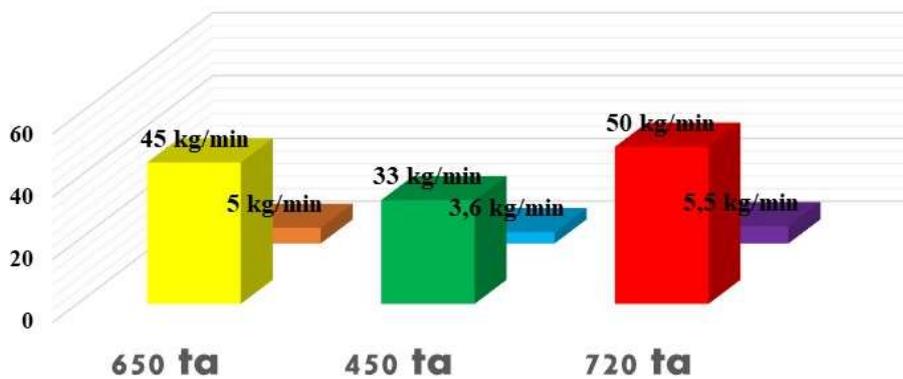
2021-yilgi Tashselmash (Pahlavon Mahmud ko'chasi), Ashxobod bog'i ro'parasidagi 2-post natijalari



1-rasm. Tashselmash (2-posti)dan olingan havoning tarkibidagi ifloslovchi moddalar miqdorini ko'rsatuvchi diagramma



2-rasm. Magistral qatnovdagi mashinalar sonining kunning tirbandlik eng ko'p bo'ladigan qismlaridagi soni



**3-rasm.**  
**Maxtumquli**  
**ko'chasidagi yo'l**  
**qatnovuning 3 km**  
**masofadagi**  
**transport**  
**vositalaridan**  
**chiqadigan CO2**  
**ning miqdori**

Maxtumquli ko'chasida kuzatilgan avtomobillar qatnovi qaraydigan bo'lsak, magistral qatnovi ikki tomonlama bo'lib, kunning uch qismida kuzatish ishlari olib borildi. Bunda ertalab soat 8:00 dan 9:00 gacha oraliqdagi vaqt, tushda 12:00 dan 13:00 dagi vaqt hamda kechki soat 17:00 dan 18:00 vaqt oraliqdagi avtomobillar qatnovi ko'rib chiqildi. Bunda Maxtumquli ko'chasidagi avtomobillar qatnovi ertalab har 5 minutda yo'lning ikki tomoni hisobga olganda 650 ta, tush vaqtida 450 ta, kech vaqtida 720 ta avtomobillar qatnovi kuzatildi. Yuqoridagi statistik ma'lumotdan kelib chiqib, transport vositalaridan atmosferaga chiqarilayotgan zararli moddalarini aniqlash mumkin, Toshkent shahar statistika boshqarmasi ma'lumotlariga ko'ra 730 mingdan ortiq avtomobillardan 78% benzin yoqilg'isidan foydalanmoqda. Benzin yoqilg'isining eng ko'p foydalanadigan turi bu A80 benzin turi hisoblanadi.

Agarda atmosferaga chiqariladigan CO2 miqdorini hisob kitob qiladigan bo'lsak, Chevrolet rusumli 1,5 motorli avtomobillardan 2 km masofada Maxtumquli ko'chasidagi atmosferaga chiqariladigan zararli moddalar miqdori quydagicha bo'ladi: 1.5 motorli avtomobil divigatelidan 2 km masofada qancha yoqilg'i sarflanganini hisoblasak, 100 km ga o'rtacha 7-8 litr benzin yoqilg'isini sarflaydi.  $X = 7 \cdot 2 \text{ km} / 100 \text{ km}$  shunda,  $x = 0,14$  litrga teng bo'ladi. Maxtumquli ko'chasidan o'tadigan mashinalar soni bitta nuqtada o'rtacha 600 tani tashkil qiladi: Agarda avtomobillar sonini o'rtacha sarflangan yoqilg'iga ko'paytiradigan bo'lsak,  $YS = 600 \cdot 0,14 = 84$  litrni tshkil qilmoqda 84 litrdan o'rtacha atmosferaga chiqariladigan CO2 miqdori **1948,2 g/km** teng bo'ladi. Yuqoridagi hisob kitobdan shuni bilish mumkinki, haqiqatdan ham transport vositalaridan chiqadigan zararli moddalar atmosfera havosiga juda katta xavfni keltirib chiqarmoqda.

**Xulosa.** Biz ushbu maqolamizda transport vositalarining atrof-muhitga ta'siri bilan batafsil tanishdik. Demak, avtomobillarni ichki yonuv dvigatelida yoqilg'i chala yonishi natijasida atmosferaga chiqayotgan zararli gazlar va ularning inson salomatligiga salbiy ta'siri, yirik megapolislarda avtomobillarning shovqin darajasi, tirbandliklar natijasida ko'p miqdorda zaharli tutun atrofga tarqalishi, qattiq qoplamali bo'lmagan va tuproq yo'llarda chang ko'tarilishi, ekologik toza yoqilg'ilarga bosqichma-bosqich o'tish, elektromobillarning afzalliklari haqida so'z yuritdik, atmosferaga transport vositalarini ta'sirini Toshkent shahri misolida ko'rib chiqdik. Katta shaharlarda iloji boricha svetoforsiz chorrahalar loyihalarini ishlab chiqish va joriy etish lozim. Xususan, bu tizimni Toshkent shahri ko'chalarida keng qo'llashimiz lozim. Chunki, bu yo'l bilan tirbandlikni oldi olinadi, natijada esa avtomobillardan chiqayotgan zararli gazlar miqdori kamayadi va anchagina yoqilg'i tejamkorligiga erishilishi mumkin. Atmosferani zararlashga qarshi kurashish maqsadida jahonda 1995-yildan beri "Xalqaro avtomobilsiz kun" dunyoning yuzlab shaharlarida o'tkazib kelinmoqda. Yurtimizda ham O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining qarori bilan 2021-yildan boshlab 22-sentyabr respublikamiz bo'yicha "Avtomobilsiz kun" sifatida e'lon qilingan. Mana shu tadbirga o'xshash aksiyalarni yiliga bir marotaba emas, balki, har oy tashkillashtirilsa maqsadga muvofiq bo'lar edi. Yuqorida keltirib o'tilgan barcha loyihalar atmosfera havosini ifloslanishini kamaytirishga katta yordam beradi. Megapolisga aylanib borayotgan shaharlarda aholini sog'lom turmush tarziga qaytarish lozim. Buning uchun shahar ichida bog'lar, yashil maydon va o'rmonchalar, sun'iy ko'llar barpo qilish,

ularda qayiq va kemachalar, velosiped, samakat, skuter, gidroskuter, skeybord kabi xizmatlarni yo'lga qo'yish, piyodalar yurishi uchun maxsus yo'laklarni barpo etish kerak. Shunda insonlar sport bilan shug'ullanadi, sog'lom turmush tarziga qayta boshlaydi.

### **Adabiyotlar ro'yxati**

1. Barn Prabjit, Peter Jackson va boshqa. –Air quality Assesment Tools: A Guide for Public Health Practitioners-National Colloborating Centre for Environmental Health -2011.
2. Эргашев А.Э, Эргашев Т.А. Хозирги замоннинг экология муаммолари ва табиат мухофазаси. -Т.: Янги аср авлоди, 2012. -404 б.
3. Health Effects Institute. Traffic-related air pollution: A critical review of the literature on emissions, exposure, and health effects. Boston, MA: HEI; 2009.
4. Sultonov P. Ekologiya va atrof-muhitni muhofaza qilish asoslari. –Т.: Musiqa, 2007.
5. Wilfried Endlicher, Ingo Kovarik, Marcel Langner va boshq. Urban ecology: Definition and concepts.-Humbolt University. -2007.
6. www.stat.uz
7. gazeta.uz

## **GLOBAL IQLIM O'ZGARISHINING O'ZBEKISTON QISHLOQ XO'JALIGIGA TA'SIRINING GEOGRAFIK JIHATLARI**

Karimov I.E.

Jizzax davlat pedagogika universiteti, O'zbekiston, kilhom855@gmail.com

**Annotatsiya:** Maqolada O'zbekistonda agroiklimiy resurslarning o'zgarishi va uning qishloq xo'jaligi va ishlab chiqarishiga ta'sirini baholash bilan bog'liq bo'lgan omillar tahlil qilingan.

**Kalit so'zlar:** qishloq xo'jaligi, Orol dengizi, tabiiy omil, agroiklimiy resurs, relyef omili, gidrogeologik omil, suv resurslari, issiqxona gazi, iqlim.

## **ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ ГЛОБАЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО УЗБЕКИСТАНА**

Каримов И.Э.

Джизакский государственный педагогический университет, Узбекистан, kilhom855@gmail.com

**Аннотация:** В статье анализируются факторы, связанные с оценкой изменения агроклиматических ресурсов Узбекистана и его влияния на развитие сельское хозяйство.

**Ключевые слова:** сельское хозяйство, Аральское море, природный фактор, агроклиматический ресурс, фактор рельефа, гидрогеологический фактор, водные ресурсы, парниковые газы, климат.

## **GEOGRAPHICAL ASPECTS OF THE IMPACT OF GLOBAL CLIMATE CHANGE ON AGRICULTURE OF UZBEKISTAN**

Karimov I.E.

Jizzakh state pedagogical university, Uzbekistan, kilhom855@gmail.com

**Abstract:** The article analyzes factors associated with assessing changes in the agroclimatic resources of Uzbekistan and its impact on the development of agriculture.

**Keywords:** agriculture, Aral Sea, natural factor, agroclimatic resource, relief factor, hydrogeological factor, water resources, greenhouse gases, climate.

O'zbekistonda yangi yerlarning sug'orma dehqonchilik uchun o'zlashtirilishi, Orol dengizining qurishi va Amudaryo deltasi suv rejimining o'zgarishi, turli kimyoviy birikmalardan foydalanib, sun'iy yomg'ir yoki qor yog'dirish, bulutlarni tarqatish, do'l yog'ishining oldini olish kabilar ham iqlimga albatta ta'sir etadi, ko'pincha salbiy ta'sir ko'rsatadi. Har bir alohida olingan yilda yoki qisqa vaqt (5-10 yil davomida kuzatilgan ob-havoning miqdoriy ko'rsatkichlari 30 va undan ortiq yillarda olingan o'rtacha ko'rsatkichdan (iqlimdan) katta farq qiladi. Iqlimshunoslar iqlimda kuzatiladigan issiq va sovuq, nam va quruq o'n yilliklarni aniqlashgan.

Yuz yildan ortiqroq meteorologik kuzatuvlar olib borilayotgan stantsiyalar ma'lumotlariga ko'ra, iqlim o'zgarishida bundan ham kattaroq muddatli (davriy) o'zgarishlar mavjud. Bunday yillararo va davriy o'zgarishlarga iqlimning o'zgaruvchanligi deyiladi. Hozirgi kunda Janubiy Orol bo'yida tabiiy sharoitning o'zgarishi faqat Orol dengizining qurishi hisobiga bo'layotgani yo'q, balki bunga Amudaryo deltasining suv bilan ta'minlanishining yomonlashuvi va ayrim joylarda qurib qolishi, atmosfera umumiy harakatining ta'siri, dengiz sathining pasayishi, havo haroratining ko'tarilishi va boshqa omillar sababchidir. [6]

Rus olimi I.P.Gerasimov va boshqalarning (1983) fikriga ko'ra, Orol dengizi maydonining qisqarishi Orol bo'yida iqlimning kontinentalligining kuchayishiga sabab bo'lgan. Dengiz ta'sirining susayishi esa iyul oyi haroratining 2-2,5<sup>0</sup>C ga ko'tarilishiga va yanvar oyi haroratining 1-2<sup>0</sup>C ga pasayishiga olib kelgan. Iqlimning bunday o'zgarishi faqat sobiq qirg'oq bo'yida va Orol dengizining qurigan qismida kuzatiladi. Lekin ayrim olimlar fikriga ko'ra, Orol dengizining qurishi Janubiy Orol bo'yi iqlimiga 400 km gacha va undan ham ko'proq masofaga ta'sir etadi. O'zbekistonlik olimlarning qorni sun'iy yog'dirish bo'yicha o'tgan asrning 90-nchi yillarda Piskom vodiysida olib borgan tajribalari ham diqqatga sazovordir. Ular 4 oy davomida vaqti-vaqti bilan bulutlarga «quruq muz kukuni» bilan ta'sir etib, tajriba zonasida bir yilda yog'adigan qor miqdorini 15% ga ko'paytirishga yerishganlar. Buni ham odamzotning iqlimni o'zgartirishiga urinishi desa bo'ladi.[4]

Insoniyat iqlimning tabiiy omillar ta'sirida o'zgarayotganidan ko'ra antropogen omillar ta'sirida sodir bo'layotgan o'zgarishlaridan ko'proq aziyat chekmoqda. Inson faoliyati tufayli atmosfera havosining tarkibida o'zgarishlar paydo bo'layapti. Bundan kelib chiqadigan muammolar orasida kislotali yomg'irlar, havo orqali zaharli va kimyoviy moddalarning ko'chishi, ozon qatlamidagi o'zgarishlar va ultra binafsha radiatsiyaning ko'payishi hamda isitgich vositalari ta'sirida dunyo miqyosidagi haroratning ko'tarilishi ayniqsa tashvish uyg'otmoqda.

Iqlimshunos olimlar buni ikki omil - iqlim isishiga olib keluvchi El-Nino hodisasi hamda uzoq muddatli iqlim o'zgarishi bilan tushuntirmoqdalar. O'zbekistonning barcha mintaqalari bo'yicha harorat 40 daraja va undan yuqori bo'lgan kunlar sonining barqaror o'sish tendensiyasi iqlim isishi ko'rsatkichlaridan biri hisoblanadi. Issiq kunlar soni ortishining eng yuqori tendensiyalari Orolbo'yida va respublikaning janubiy hududlarida qayd etilgan. O'zbekiston va unga tutash hududlardagi iqlim o'zgarishining oqibatlariga, birinchi navbatda, agroiklimiy va suv resurslari tanqisligini kiritish mumkin. Ulardagi o'zgarishlar qishloq xo'jaligi ekinlari hosildorligida hamda Orolbo'yi ekologik holatida va xususan Orol dengizida salbiy ko'rinishda aks etmoqda.

Agroiqlimiy resurslarning o'zgarishi va uning qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishiga ta'sirini baholashda bazaviy iqlimiy ssenariyalar sifatida yuqorida ko'rib chiqilgan regional iqlimiy ssenariyalar tanlab olingan. Ular 2030-yilgacha bo'lgan o'zgarishlarni baholashga imkon beradi. Umumiy ssenariyaviy qiymatlar O'zbekiston hududining real iqlimiy xilma-xilligiga moslashtirilgan va shundan keyin ular agroiklimiy okruglar va rayonlar guruhlariga bog'langan.

Agroiqlimiy okruglar va rayonlar bo'yicha kelajakdagi 2018-2030-yillar davomida o'rtacha mavsumiy haroratning o'zgarishi -jadvalda ko'rsatilgan. Jadvaldan ko'rinib turibdiki, cho'l va chalacho'l yaylovlari, Quyi Amudaryoning sug'oriladigan dehqonchilik rayonlari hamda Chirchiq-Ohangaron agroiklimiy rayonlar guruhi uchun sezilarli darajadagi qishki isish xosdir. Bahorgi isish esa respublika shimolidagi yaylovlarda va Qizilqum okrugi rayonlari hamda Zarafshon va Qashqadaryo okrugining sug'orma dehqonchilik rayonlarida namoyon bo'ladi. Yozgi isish shimoliy cho'l yaylovlari, Quyi Amudaryodagi sug'oriladigan yerlar va Farg'ona, Zarafshon hamda Qashqadaryo okruglarining sug'oriladigan rayonlari uchun xosdir [1].

O'zbekiston shimolidagi cho'l rayonlarida kuz davri bir munda isiydi va uning davomiyligi ortadi. Asosiy isish esa Qizilqum okrugining janubiy qismiga Chirchiq-Ohangaron, O'rta Sirdaryo, Farg'ona va Qashqadaryo okruglarga tegishlidir. Umuman, mamlakatning cho'l va chala cho'l rayonlarida eng yuqori darajadagi harorat o'zgarishlari qish - bahor davrlariga, sug'oriladigan hududlarda esa yozgi-kuzgi davrga to'g'ri keladi (1-jadval). Qoraqalpog'istonda barcha mavsumlarda havo haroratining sezilarli darajada ko'tarilishi kutiladi. Natijada hududning

termik resurslari ortadi. Qashqadaryo, Navoiy, Samarqand, Surxondaryo va Toshkent viloyatlarida bahor 0,5-2,0°C, yoz - 1,5-2,5°C, kuz - 0,5-2,0°C, qish esa 1,5-3,5°C ga isiydi. Boshqa viloyatlarda havo haroratining bahorgi-yozgi-kuzgi davrlardagi o'zgarishi 1,5°C dan ortmaydi.

Respublikamiz agroiqlimiy resurslarining xilma-xilligi, ulaming yillararo o'zgaruvchanligi va iqlimning mumkin bo'lgan o'zgarishlari bilan bog'liq holda havo haroratining taxmin qilinayotgan o'sishi, ulaming qishloq xo'jaligi ekinlari hosildorligiga har tomonloma ta'sirini hisobga olishni talab etadi. Iqlimshunos olimlar A.X. Abdullayev va F.A. Mo'minovlarning ma'lumotlaridan ma'lumki, maksimal havo haroratining 40°C yuqori bo'lishi tropik va mo'tadil mintaqalarda qishloq xo'jaligi ekinlarini etishtirishda, ayniqsa, ulaming gullashi davrida, noqulaylik keltirib chiqaradi. Havo haroratining 25°C dan yuqori bo'lishi karamga, 27-29°C dan yuqori bo'lganda kartoshkaga, 35-40°C pomidorga, 39-40°C dan yuqori bo'lishi esa poliz va texnika ekinlariga salbiy ta'sir ko'rsatadi [1].

*1-jadval*

**Agroiqlimiy okruglar va rayonlar bo'yicha o'rtacha mavsumiy havo haroratining o'zgarishi (1-2005-2010-yillar, 2-2020-2030-yillar)**

Okruglar	Rayonlar	Qish		Bahor		Yoz		Kuz	
		1	2	1	2	1	2	1	2
Ustyurt, Shimoliy Qoraqum	1-4	1,0	2,0	0,5	1,0	0,5	1,2	0,7	1,5
Orol	2-3	1,3	2,8	0,5	0,9	0,8	1,6	0,8	1,3
Quy Amudaryo	5	1,0	2,7	0,2	0,6	0,5	1,0	0,4	0,6
Qizilqum	6-8	1,0	2,5	1,0	1,3	0,4	0,9	0,2	0,5
	9-10	1,0	2,5	0,1	0,2	0,2	0,7	1,6	2,2
Sandiqli	11	1,1	1,9	0,1	0,2	0,1	0,3	0,3	1,4
Chirchiq-Ohangaron	12-14	0,7	1,7	0,2	0,4	0,4	0,8	0,6	1,9
O'rta Sirdaryo	15-17	0,5	0,5	0,1	0,3	0,3	0,7	0,4	1,1
	18-19	0,6	21,2	0,2	0,4	0,1	0,2	0,3	0,7
Farg'ona	20-26	0,7	1,6	0,3	0,8	0,6	1,0	0,7	2,0
Zarafshon	27-29	0,4	1,0	0,4	1,0	0,4	1,0	0,6	0,9
Qashqadaryo	30-31	0,5	1,2	0,6	1,4	0,3	0,8	0,7	1,6
Surxondaryo	32-33	0,6	1,5	0,1	0,4	0,2	0,2	0,2	0,6

Manba: Iqlim o'zgarishi bo'yicha O'zbekiston Milliy axboroti

Havo haroratining 25°C dan yuqori bo'lgan kunlar sonining 10-30 kundan 50-70 kunlargacha ortishi karam hosildorligini 10-55 % ga kamaytiradi. 35-40 °C haroratli kunlar sonining 10 dan 50-80 kungacha ko'payishi pomidor hosildorligini 10-50 % ga kamaytiradi. Poliz ekinlari uchun havo haroratining 40°C dan yuqori bo'lgan kunlar sonining 5 dan 25 gacha ortishi, hosildorlikni 9-12 % ga kamaytiradi. Buxoro, Qashqadaryo, Surxondaryo viloyatlarida 30°C dan yuqori harorat kuzatilgan kunlar sonining me'yorga nisbatan 15 dan 30 kungacha ortishi, paxta hosildorligini 9-22 % ga, qolgan paxta etishtiruvchi rayonlarda esa 0-8 % ga kamaytiradi.

Mintaqada amalga oshirilgan uzoq davrli gidrometeorologik kuzatishlarga ko'ra, hozirgi kunda kechayotgan global isish o'rta Osiyo sharoitida gidrologik siklning ayrim komponentlarida trend sifatida aks etmoqda: bug'lanish qatlami ortmoqda, qor qoplami kamaymoqda, tog'lardagi muzlanish sezilarli darajada qisqarmoqda, gidrometeorologik qatorlarning o'zgaruvchanligi ham o'smoqda [2].

Suv resurslariga iqlim o'zgarishining ta'sirini kompleks baholash murakkab vazifa hisoblanadi. Bu masala turli yondoshuvlardan foydalanish yo'li bilan bir necha marta o'rganilgan va qator baholashlar bir-biriga yaqin natijalami bergan. Soha mutaxassislarining fikricha, yaqin 20-30 yil davomida, iqlimiy parametrlar o'zgarishining yuqorida ko'rib chiqilgan diapazonlarida, suv resurslarining jiddiy o'zgarishi kutilmaydi. Shu bilan birga iqlimiy parametrlarning yillik

o'zgarishi daryo oqimiga ham sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Havo haroratining yillik bir tekis ko'tarilishi sharoitida iqlirning isishi tufayli vegetatsiya davridagi o'rtacha suv sarflari kamayadi.

Muz suvlari hisobiga to'yinuvchi daryolarda haroratning yil davomida sezilarli darajada ko'tarilishi oqimning asosiy ko'rsatkichlari qiymatlarining kattalashishiga olib kelishi mumkin. Lekin, oqimning bu davrdagi mumkin bo'lgan o'zgarishi tabiiy o'zgaruvchanlik chegrasida bo'ladi va oqim miqdoridagi o'zgarish 3-10 % dan 2-7 % gacha oraliqda baholanadi.

Yog'inlarning yog'ish rejimining turlichaligini nazarda tutadigan ssenariyalardan foydalanish bilan bog'liq holda daryolar oqimining o'rtacha miqdori hozirgi me'yorga nisbatan 90-110 % atrofida, variatsiya koeffitsienti esa ko'p suvli yillami qamrab olgan hisob davridagi kabi ortishi mumkin. Yirik daryolar havzalarida hosil bo'ladigan suv resurslarining iqlim o'zgarishiga nisbatan reaksiyasi, birinchi navbatda, daryolarning asosiy to'yinish manbalari nisbatlarining o'zgarishida aks etadi. Bu esa ularning gidrologik rejimini o'zgarishiga olib keladi. Agar hozirgi kunda Piskom daryosi havzasi oqimining hosil bo'lishida qor suvlarining hissasi 60-75 % deb baholansa, iqlim o'zgarishining turli ssenariyalardan foydalanishga asoslangan modeli hisoblashlarda bu miqdor 15-30 % ga kamayadi.

Sirdaryo havzasi daryolari yillik oqimida turli baholashlar bo'yicha muzlik suvlarining hissasi 8-15 % bo'lsa, kelajakda uning 20 % gacha ortishi kutilmoqda. Amudaryo havzasi daryolarida muzlik suvlari hisobiga to'yinish 32-39 % gacha ortishi mumkin. Daryolar oqimining yomg'ir suvlari hisobiga to'yinishi hozirgi kunda 12-15 % ni tashkil etsa, kelajakda bu miqdor 20-35 % ni tashkil qiladi.

To'yinish manbalari va turli balandlik zonalarida oqimning hosil bo'lish qonuniyatlariga asoslangan differensial tahlil quyidagilarni bayon etishga imkon beradi: eng katta o'zgarishlarni tog'larning muzlikoldi zonalarida kutish lozim, Chunki daryolar havzalarining bunday qismlarida oqimning muzlik suvlari hisobiga to'yinishi ortadi, muzlanish esa kamayadi. Ma'lumki, muzlanish maydoni havza maydonining 1/3 qismiga teng bo'lganda, oqim hosil bo'lishida qor va muzlik suvlarining hissalarini tenglashadi. Bunday sharoitda va, shu bilan birga, kutilayotgan isishda, atmosfera yog'inlarining har qanday o'zgarishlarida, daryolardagi oqim miqdori ortadi. Isish bilan bir vaqtda yog'inlarning kamayishini ham hisobga oladigan ssenariyalardan foydalanilganda o'rta va quyi balandlik zonalarida hosil bo'ladigan oqim kamayadi.

Bugun iqlim o'zgarishi insoniyat oldida turgan eng jiddiy muammo ekani jahon hamjamiyati tomonidan tan olingan. Iqlim o'zgarishi inson hayotining barcha sohalariga ta'sir ko'rsatmoqda va iqlim o'zgarishining salbiy oqibatlarini oldini olish hamda yangi hayot sharoitlariga moslashish bo'yicha kechiktirilmaydigan choralar ko'rishni talab etmoqda. Zamonaviy ilm-fan insonning avvalambor qazib olinadigan yoqilg'ini yondirish natijasida issiqxona gazlarining chiqarilishi bilan bog'liq xo'jalik faoliyati iqlimga sezilarli ta'sir ko'rsatayotganini tasdiqlovchi jiddiy asoslar taqdim qilmoqda.

O'zbekistonda 1880 yildan to hozirgi vaqtgacha bo'lgan davrda o'rtacha yillik harorat 1,6 daraja (13,2 dan 14,8°C gacha) oshdi, bu global miqyosda kuzatilayotgan o'rtacha sur'atlardan yuqoridir. Mutaxassislarning prognozlariga ko'ra, 2030-2050 yillarda mintaqada havo harorati yana 1,5-3°C ga ko'tarilishi mumkin. Havo haroratining ayniqsa Orolbo'yida ko'tarilishi kutilmoqda, bu esa mahalliy iqlim o'zgarishlari bilan yanada og'irlashadi.

O'zbekiston iqlim o'zgarishi oqibatlarini ta'siriga ko'proq moyil bo'lgan mamlakatlar qatoriga kiradi. Ekspertlarning baholariga ko'ra atmosferada issiqxona gazlari konsentratsiyasining bundan keyin ham ortishi, qurg'oqchilik natijasida suv va oziq-ovqat tanqisligi xavfini ko'payishiga, issiq mavsum davomiyligi va qizg'inligining oshishi tufayli aholi sonining ortishiga, shuningdek sellar, toshqinlar va boshqa xavfli hodisalarning takrorlanishiga olib keladi. Undan tashqari, bunday ilish ekotizimlar holatiga salbiy ta'sir ko'rsatadi, va Orolbo'yi, Qoraqalpog'iston, Surxondaryo, Buxoro va Xorazm viloyatlari kabi mintaqalarda ekologik vaziyatning keskinlashuviga olib keladi.

Global iqlim o'zgarishi va mamlakat tabiiy-resurs kompleksining ana shu o'zgarishlarga ta'sirchanligi izchil iqlimiy siyosatni shakllantirish zaruriyatini belgilaydi. Iqlim o'zgarishlarining oldini olish va unga moslashish uchun quyidagi chora-tadbirlarni amalga oshirish talab etiladi:

- issiqxona gazlarini kamaytirish. Buning uchun birinchi navbatda ishlab chiqarish korxonalari, IES va boshqa atmosferaga ifloslantimvchi moddalar chiqamvchi tashkilotlarda ekologik toza texnologiyalami joriy etish orqali atmosferaga tashlanayotgan issiqxona gazlari miqdorini kamaytirish zamr.

- yoqilg'ilar sifatini yanada yaxshilash hamda ekologik toza transport vositalarini ko'paytirish, shu jumladan keng jamoatchilik uchun qulay bo'lgan veloyo'lakchalar tashkil etish o'z navbatida issiqxona gazlari miqdorini kamaytiradi.

- ko'kalamzorlashtirish ishlarini amalga oshirish. Tabiiy drenaj hisoblangan ko'p yillik daraxtlaming ekilishi hududdagi mikroiklimni yumshatishga sabab bo'ladi. Shuningdek, ko'kalamzorlashtirilgan hududlami, ayniqsa shahar va avtomobil yo'lari chetida yashil hududlami kengaytirish zararli moddalar miqdorini kamamayishiga xizmat qiladi.

- suvdan oqilona foydalanish. Tomchilab sug'orishni tashkil etish, suv resurslaridan oqilona foydalanish ham o'z navbatida iqlim o'zgarishlariga moslashish uchun xizmat qiladi.

- yashil iqtisodiyotni rivojlantirish, ya'ni chiqindisiz texnologiyalar. energiyatejamkor, resurstejamkor, chiqindisiz, kam chiqindili texnologiyalardan foydalanishni joriy etish yoki boshqacharoq qilib aytganda mamlakatda yashil iqtisodiyotni joriy etish zarur.

- qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish. Quyosh, shamol energiyalaridan foydalanishni rivojlantirish orqali atmosferaga issiqxona gazlari chiqarilishini oldini olish orqali iqlim o'zgarishlari oqibatlarini maTum bir darajada kamaytirish mumkin.

So'nggi yillarda mamlakatimizda atrof-muhitni muhofaza qilish, aholi salomatligini saqlash, ekologik xavfsizlikni ta'ninlash ishlariga e'ibor yanada kuchaydi. Shu jumladan, iqlim o'zgarishlarini oldini olish va unga moslashish bo'yicha qator amaliy ishlar amalga oshirilmoqda [8].

Birinchidan, sohaga oid normativ-huquqiy hujjatlar qabul qilindi. "Qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish to'g'risida"gi, "Gidrometeorologiya faoliyati to'g'risida"gi O'zbekiston Respublikasi Qonunlarining qabul qilinishi, O'zbekiston Respublikasining 2030 yilgacha O'zbekiston Respublikasining atrof- muhitni muhofaza qilish konsepsiyasi, 2019-2030 yillar davrida O'zbekiston Respublikasining "yashil" iqtisodiyotga o'tish strategiyasi shular jumlasidandir. Shuningdek, O'zbekiston Respublikasining 2030 yilgacha bo'lgan iqlim o'zgarishi oqibatlariga qarshi kurash strategiyasi loyihasi ishlab chiqildi.

Ikkinchidan, mintaqamizda iqlim o'zgarishlariga sabab bo'luvchi omillaridan biri Orol dengizi fojiiyasi oqibatlarini yumshatish, Orolning qurigan tubida o'rmonlashtirish ishlarini amalga oshirish, Orolbo'yi hududi aholisi farovonligini oshirish bo'yicha mamlakat miqyosidagi tashabbuslar bilan ulkan ishlar amalga oshirilmoqda.

Uchinchidan, respublika miqyosidagi tashabbus bilan mamlakatimizda keng ko'lamda amalga oshirilayotgan "Yashil makon" umummilliy loyihasi doirasida keyingi besh yilda 1 mlrd. daraxt va buta ko'chatlarini ekilishi ham shaharlarimizga, mahallalarimizga fayz bag'ishlovchi yashillikka burkangan yangi yashil hududlar barpo etilishi bilan birga, yurtimiz iqlimini mo'tadil saqlashga, pirovardida ona tabiatimizni asrash, aholimiz salomatligini yaxshilash, xalqimizning farovonligini tahninlashga xizmat qilishi, shubhasiz.

To'rtinchidan, suv resurslarining taqchilligini oldini olish borasida ham mamlakatimizda aniq chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. Jumladan, birgina 2021 yilning o'zida 433 ming gektardan ortiq maydonda suv tejoyvchi texnologiyalar joriy etilgan bo'lsa, 2023 yilda 478 ming gektarda shunday texnologiyalar joriy etish hisobiga 534 mln. kub metr suvni iqtisod qilish belgilangan. Bu o'z navbatida, mavjud suv resurslaridan oqilona foydalanish bilan bir qatorda yetishtirilayotgan qishloq xo'jaligi mahsulotlari tannarxining pasayishiga xizmat qiladi. 2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasining 145-bandiga muvofiq, shunday innovatsion texnologiyalami amaliyotga tadbiiq etish hamda suv resurslaridan samarali foydalanish hisobiga joriy yilda kamida 7 milliard kub metr suvni iqtisod qilish nazarda tutilgan.

Beshinchidan, mamlakatimiz ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanishida muhim o‘rin tutuvchi “yashil iqtisodiyot”, “yashil” energetika, “aqlli” qishloq xo‘jaligi tamoyillarini amaliyotga joriy etish bo‘yicha yirik loyihalar amalga oshirilmoqda. Karmana tumanida ishga tushirilgan loyiha qiymati 110 million AQSh dollari, quvati 100 megavatt bo‘lgan quyosh fotoelektr stansiyasi Yangi O‘zbekiston energetika tizimidagi birinchi ulkan qadam bo‘ldi. Yiliga 252 million kilovatt/soat elektr energiyasi ishlab chiqaruvchi mazkur fotoelektr stansiya 30 mingdan ziyod xonadonni elektr energiya bilan ta‘minlash imkonini berishi bilan bir qatorda 80 million kub metr tabiiy gaz tejalib, atmosferaga 160 ming tonna issiqxona gazlari chiqishining oldi olinadi [6].

2026 yilga borib, O‘zbekistonda quyosh va shamol elektr stansiyalarining umumiy quvvatini 8000 megavatga yetkazish ko‘zda tutilmoqda. Bu o‘z navbatida, yiliga 7 milliard kub metrdan ortiq tabiiy gazni tejash hisobiga atmosferaga 12 million tonnadan ziyod issiqxona gazlari chiqishining oldini olish imkonini beradi.

Yaqin besh yil davomida qayta tiklanadigan energiya manbalari ulushini umumiy energiya balansida uch barobar ko‘paytirilishi mamlakatimiz aholisi va iqtisodiyot tarmoqlarining elektr energiyaga bo‘lgan ehtiyojini tahninlashni yanada yaxshilanishiga imkoniyat yaratish bilan bir qatorda mintaqada energetik barqarorlikni tahninlashga hamda respublikamizning Iqlim o‘zgarishlari bo‘yicha Parij bitimi doirasida olgan majburiyatlarini ijrosini tahninlashga xizmat qiladi.

Oltinchidan, atmosfera havosi ifloslanishining oldini olishda ekologik toza transport vositalari miqdorini oshirish, yoqilg‘i sifatini xalqaro standartlarga moslashtirish muhim ahamiyatga ega. Bu borada ham mamlakatimizda bir qator ishlar amalga oshirilmoqda. Jumladan, Toshkent shahrida elektrobuslarning harakati yo‘lga qo‘yilganligi ham bunga yaqqol misol bo‘ladi.

Xulosa qilib aytganda, iqlim o‘zgarishi ko‘rsatkichlarining tobora yomonlashib borayotganini e‘tiborga olib avvalo qishloq xo‘jaligida keng qamrovli ilmiy asoslangan islohotlarni joriy etish, bu borada xalqaro va mintaqaviy hamkorliklarni yo‘lga qo‘yish, insoniyatning tabiatga va uning tabiiy muvozanatiga salbiy ta‘sirini kamaytirish va bartaraf etishning qonuniy choralarini kuchaytirish lozim. Eng muhimi iqlim o‘zgarishlarini oldini olish bilan birga unga moslashish bo‘yicha ilmiy - amaliy faoliyatlar ko‘lamini kengaytirish kerak bo‘ladi. Bu masalani xususan, O‘zbekiston sharoitida barqaror yo‘lga qo‘yish, ilmiy va amaliy tadqiqotlarni keng miqyosda yo‘lga qo‘yish samarali natijalar berishi mumkin.

Global tushdagi ekologik muammolarni bartaraf etishda ekologik innovatsiyalarni joriy etish, ekologik toza, energiya samarador va resurstejamkor loyihalarni amalga oshirish, “yashil iqtisodiyot”ni amaliyotga tadbiq etish, mamlakatimizning ekologik xavfsizligi va barqarorligini ta‘minlash, iqlim o‘zgarishlariga moslashish imkonini berish bilan bir qatorda iqtisodiyot tarmoqlarini barqaror rivojlanishiga, bu esa xalqimiz farovonligini yanada oshishiga xizmat qiladi.

#### **Adabiyotlar ro‘yxati**

1. Бабушкин Л.Н., Когай Н.А., Зокиров Ш.С. Агроклиматические условия сельского хозяйства Узбекистана. Ташкент, Мехнат, 1975.
2. Бабушкин Л.Н., Когай Н.А. Физико-географическое районирование Узбекской Республики. Труды ТашГУ. Нов.серия. Вып 231.Геогр. науки., кн.27. Т.;, 1964.
3. Глазырин Г.Е., Чанышева С.Г., Чуб В.Е. Ўзбекистон иқлимнинг қисқача очерки. Тошкент, «Chinor ENK», 1999.
4. Ирригация Узбекистана. Том 1. Ташкент, 1975.
5. Лехина Г.Н., Ляпина О.А., Веремева Т.Л. Климат Узбекистана. Ташкент. САНИГМИ, 1996.
6. Рафиқов А.А. Орол тақдири. Тошкент, Фан, 1990.
7. Рафиқов А. Геоэкологик муаммолар. Тошкент, Ўқитувчи, 1997.
8. Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на гидрометеорологические процессы, агроклиматические и водные ресурсы республики Узбекистан.Т.: НИГМИ.-2007.
9. Ҳикматов Ф.Ҳ., Айтбаев Д.П. Кўлушунослик. Тошкент, «Университет», 2002.
10. Каримов, И. Э., & Бурхонов, Э. К. (2022). Жиззах вилоятининг сув ресурсларини шакллантирувчи гидроген омиллар. Журнал естественных наук, 1(2 (7)), 34-38.

11. Karimov, I. E., & Samatova, N. R. (2022). Tabiiy ofatlarning geografik jihatlari. Журнал естественных наук, 1(1 (6)), 253-258.
12. Karimov, I. E., Samatova, N. R., & Burxonov, E. (2022). Sellar hosil bo'lishining asosiy qonuniyatlari. Current approaches and new research in modern sciences, 1(3), 8-16.
13. Каримов, И. Э. (2022). Ўзбекистонда ер ости сувларидан фойдаланишнинг географик жиҳатлари. Журнал естественных наук, 1(2 (7)), 134-138.
14. Karimov, I. E., & Samatova, N. R. (2022). Man-made activities and natural disasters (in the case of jizzakh region). Oriental Journal of Geography, 2(02), 73-80.
15. Karimov, I. E., & Burkhonov, E. K. (2022). The problem of water shortage in uzbekistan and issues of its elimination. Oriental Journal of Geography, 2(02), 62-67.
16. Karimov, I. E., & Umarova, K. B. (2022). Causes of man-made terrain degradation in agriculture and problems of their elimination. Oriental Journal of Geography, 2(02), 68-72.
17. <http://www.priroda.su/item/389/catid>.
18. <http://ru.wikipedia.org/wiki>.

## **ТЕКТОГЕНЕЗ, КЛИМАТЫ ПРОШЛОГО И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЭВОЛЮЦИЮ ЖИЗНИ**

Мурадов Ш.О., Маманов Ж.Г.

Каршинский инженерно-экономический институт, Карши, Узбекистан, m.oikos@mail.ru

**Аннотация.** На основе обобщения теорий показана первостепенное значение климата в появлении жизни на земле. Выделены основные климатические факторы влияющие на биосферу. Приводится история климатов и геохронологический анализ. Отмечено, что в экологии климат выступает как элемент экотопа-климатопа. Сформулированы положения связи палеоклиматов с эволюцией жизни на земле.

**Ключевые слова:** климат, факторы эволюции, биосфера, геохронология, экология.

## **TECTOGENESIS, CLIMATES OF THE PAST AND THEIR INFLUENCE ON THE EVOLUTION OF LIFE**

Muradov Sh.O., Mamanov Zh.G.

Karshi Engineering and Economic Institute. Karshi, Uzbekistan, e-mail m.oikos@mail.ru

**Abstract.** Based on a generalization of theories, the primary importance of climate in the presence of life on earth is shown. The main climatic factors influencing the biosphere are highlighted. The history of climates and geochronological analysis are provided. It is noted that in ecology climate acts as an element of the ecotope-climatope. The provisions for the connection of paleoclimates with the evolution of life on earth are formulated.

**Key words:** climate, evolutionary factors, biosphere, geochronology, ecology.

Несомненно, важнейшим внешним фактором эволюции является климат, особенно две главные его составляющие – солнечная радиация и влажность. Производными солнечной радиации являются температурные условия среды и зависимый от этих условий показатель влажности (или увлажненности). Однако последний в значительной мере является также функцией глобальной и региональной водности (поверхности акваторий, рек и болот).

Не вызывает сомнения, что на климат Земли в целом воздействовали и продолжают воздействовать такие довольно изменчивые космические факторы, как светимость Солнца, наклон земной оси, форма земной орбиты и скорость вращения Земли. «Земными» факторами климата являются внешние оболочки Земли и литосфера. Внешние оболочки (атмосфера и гидросфера) определяют основной приходно-расходный баланс тепла и влагообмена.

Движения земной коры приводят к *трансгрессиям* (наступление моря на сушу) и *регрессиям* (наступление суши на море). В периоды трансгрессий площади морей и океанов увеличиваются, что приводит к господству на Земле влажного и теплого климата (даже в

высоких широтах). При регрессиях, обычно сопровождающихся повышением уровня стояния материков, усиливается контрастность в распределении температур и влажности. Однако наиболее сильное влияние на климат оказывает глобальное положение материков, связанное с дрейфом *литосферных плит*. В те эпохи, когда материковая суша оказывались в полярных и приполярных районах, сильно изменилась циркуляция воздушных масс и морских течений и наступало *оледенение*. Крупные оледенения происходили, например, в позднеордовикское и позднекаменноугольное время, когда вблизи Южного полюса оказывался суперматерик Гондвана (позже распавшийся на Южную Америку, Африку, полуостров Индостан и Австралию).

На климат влияли и уже рассмотренные выше факторы - вулканизм, падение метеоритов и др., например, вулканизм ответственен за повышение содержания CO<sub>2</sub> в атмосфере и, следовательно, за существование высокого термического режима.

Следует отметить, что биосфера чутко реагировала на изменения среды. Существование высоких концентраций CO<sub>2</sub> в древней атмосфере Земли привело к бурной эволюции сначала морской, а затем наземной флоры с превращением восстановительной атмосферы в окислительную. В итоге биосфера создала для себя защитный озоновый экран, обеспечив выход жизни из воды на сушу. Накопление кислорода в атмосфере создало условия для бурного развития наземной фауны.

В истории климатов Земли намечаются разномасштабные периодические (циклические) колебания, при этом за краткосрочную изменчивость погоды и климата ответственна в основном атмосфера, за более длительные (от десятилетий до тысяч лет) - гидросфера, от тысячелетий до многих миллионов лет - литосфера и сама биосфера.

Важнейшей составляющей биотопа (экотопа) является климатотоп. Ниже в сжатой форме попытаемся показать связь климатов прошлого с литосферными процессами, с одной стороны, и с эволюцией жизни, с другой.

К. Брукс (1952) перечисляет следующие факторы, обуславливающие изменения климата на Земле: космические, астрономические, солнечную радиацию, *земное тепло, колебательные (вертикальные) движения земной коры, перемещение полюсов и дрейф континентов, распределение суши и моря*, океанические течения, изменение состава атмосферы, *вулканическую пыль*, изменение циркуляции атмосферы [1].

Из 11 факторов, по крайней мере, пять непосредственно связаны с литосферой и тектогенезом (эти факторы нами выделены). Не вызывает сомнения, что косвенно с ними связаны и другие «земные» факторы (океанические течения, атмосферная циркуляция и т.п.). Таким образом, уже в теоретическом плане тектогенез и развитие литосферы являются существенной причиной изменений климатов в геологические прошлые Земли, и, следовательно, тем холстом на мольберте Природы, на котором некий Великий художник рисует картину жизни.

Н.М.Страхов считает, что в течение всего кайнозоя, а также в течение мела и юры на поверхности Земли достоверно существовали те же климатические зоны, что и теперь, и даже очертания их отличались от современных лишь в деталях. По его мнению, это может означать только одно: что характер циркуляции атмосферы в течение последних 250 миллионов лет был весьма близок современной циркуляции [2].

Если это так, то причину вымирания мезозойских видов и появления кайнозойской фауны и флоры следует искать не в резких изменениях климата, а в проявлении каких-то других факторов.

Правда, уже упоминавшийся выше К.Брукс придерживается другого мнения о климатах мезозоя и кайнозоя. По его данным, средняя вычисленная температура области в пределах 40-90° северной широты при переходе от верхнего мела к палеоцену (нижнему палеогену) повысилась с 3,9 до 8,9°C, а на границе миоцен-плиоцен опять произошел скачок (понижение температуры до 0,6°C).

В палеозое, по данным Н.М.Страхова [2], климатические зоны были значительно смещены в пространстве относительно современных, особенно в девоне, силуре и

ордовике. Однако несмотря на такую смещенность, все же на всех палеоклиматических картах тех эпох неизменно устанавливается северная и южная аридные зоны и разделяющая их тропическая влажная. Вне аридных зон на более высоких тогдашних широтах обозначаются умеренные влажные зоны, а на совсем высоких широтах временами появляются следы обширно развитых ледниковых отложений (в перми, кембрии). При этом вся картина палеозойской палеоклиматической зональности выглядит так, как будто экватор вместе со всеми климатическими поясами был повернут около некоторой оси - в верхнем палеозое, приблизительно на 40-45° относительно их современного нахождения, а в нижнем палеозое — даже на 70-75°.

К. Брукс этот «поворот» рассматривает в рамках теории *континентального дрейфа*, по крайней мере, относительно распределения климатических зон в верхнекаменноугольную эпоху.

Л.Б.Рухин [3] причиной несовпадения древних и современных климатических зон считает изменение расположения оси вращения Земли (*миграцию полюсов*). Палеоклиматические идеи этого автора сводятся к следующему.

Перемещения полюсов обусловлены поднятиями и опусканиями обширных участков земной коры, а также изменениями плотности подкоровых масс. Важным климатическим фактором является рельеф поверхности Земли в районе полюсов. Если полюса располагались на суше, это влекло образование около них полярных ледников, не спускавшихся, однако, в низкие широты. При расположении полюсов в открытом океане около них не появлялось значительного количества льда из-за энергичного водообмена. Наибольшие же изменения климата наблюдались в тех случаях, когда полюса находились в пределах бассейнов, отчлененных от океана. Эти бассейны покрывались льдом и превращались в мощные холодильники, влияние которых сказывалось и в низких широтах. Если к перемычкам, ограничивающим такие бассейны, поступали тепловые течения, приносящие массы влажного воздуха, то это влекло появление центров оледенения, расположенных в низких широтах. В этом причина четвертичного оледенения северного полушария и верхнепалеозойского оледенения южных материков.

Связь эпох оледенений и горообразований опосредована тем, что последние обуславливают поднятия обширных участков морского дна (подводных возвышенностей), отчленяющих приполярные бассейны от открытого моря.

В начальные этапы геологической истории Земли ввиду отсутствия значительных участков суши, вероятнее всего, преобладали климаты морского влажного (гумидного) типа.

На это обстоятельство указывает и Н.М.Страхов. Он пишет, что отсутствие крупных платформенных массивов и резко увеличенные дозы радиогенного тепла, поступившего снизу, исключали в первые моменты истории Земли дифференциацию климатических типов литогенеза, в частности, обособление ледового и аридного типов. Однако к началу палеозоя они уже были сформированы, а с конца триаса их географическое размещение приобрело те же черты, что и в современности.

Завершая, напомним, что под климатом понимается многолетний режим погоды, определяемый географической широтой местности, высотой над уровнем моря, удаленностью местности от океана, рельефом суши, характером подстилающей поверхности и некоторыми другими факторами. В экологии климат выступает в качестве климатотопа (климатопа), представляющего собой сочетание физических характеристик воздушной и водной сред, существенных для населяющих эту среду организмов (или их сообществ).

Исходя из вышеизложенного, связь палеоклиматов с эволюцией жизни на Земле может быть сформулирована в виде следующих положений:

1. Палеоклиматы являются опосредованным связующим звеном между тектогенезом и эволюцией живых организмов. Именно тектонические движения, определяющие перераспределение суши и моря, изменение их рельефа, затухание старых и появление

новых мощных морских течений, являются причиной разнообразия климатов как в настоящем, так и в прошлом Земли, а через них, в значительной мере, и разнообразия форм жизни.

2. Эволюция климатов в истории Земли происходит в направлении их усложнения, увеличения разнообразия. Дифференциация климатов сопровождается все возрастающей дифференциацией форм жизни. Так, если к началу палеозоя уже были сформированы основные типы климатов (морской и континентальный; гумидный, аридный и ледовый), то к тому же времени уже существовали практически все основные типы морских организмов (простейшие, черви, мшанки, моллюски и др.) и появились простейшие наземные растения (псилофиты).

3. Исключительное значение для эволюции жизни имело перемещение климатических зон. Организмы, не сумевшие быстро приспособиться к новым климатическим условиям, вымирали (возможно, в этом одна из причин исчезновения гигантских пресмыкающихся и мамонтов). Другие организмы перемещались вслед за климатическими зонами, т.е. в данном случае климат выступает в качестве фактора миграции и расселения организмов на новых территориях. Наконец, в силу того, что многие организмы, особенно растения, не способны к существенным перемещениям за короткое время, ускоряется процесс видообразования; появляются новые виды, наилучшим образом приспособленные к изменившимся климатическим условиям.

### Список литературы

1. Брукс К. Климаты прошлого. – М.: Изд-во иностр. литературы, 1952. – 357 с.
2. Страхов Н.М. Типы литогенеза и их эволюция в истории Земли. – М.: Госгеолтехиздат, 1963. – 535 с.
3. Рухин Л.Б. Основы общей палеогеографии. – Л.: Гостоптехиздат, 1962. – 628 с.

## ЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ АЭРОЗОЛЬНЫХ ЧАСТИЦ СЕВЕРНОГО ТАДЖИКИСТАНА

Рахматов М.Н.<sup>1</sup>, Абдуллозода С.Ф.<sup>2</sup>, Нурматов Д.Х.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Худжандский государственный университет имени академика Бободжона Гафурова, Худжанд, Таджикистан,

<sup>2</sup> Физико-технический институт им. С.У. Умарова НАНТ, Душанбе, Таджикистан

**Аннотация.** Первые результаты исследований элементного состава атмосферного аэрозоля Северного Таджикистана по данным методами масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС) позволили выявить высокие значения веществ в некоторых исследуемых пробах. Приведён краткий обзор основных направлений и результаты исследования содержания веществ в составе аэрозольных частиц на территории Северного Таджикистана, выполненного в Худжандском государственном университете и лаборатории физики атмосферы ФТИ им. С.У. Умарова НАНТ, при технической помощи Южно-Уральского федерального научного центра минералогии и геоэкологии УрО РАН за период 2020- 2022 гг. Основным источником аэрозольного загрязнения территории Северного Таджикистана являются выбросы стройиндустрии, автотранспорта и хозяйственная деятельность человека, содержащиеся в техногенных частицах тяжёлые металлы и мышьяк, транспортируемые воздушными потоками на более дальние расстояния.

**Ключевые слова:** элементный состав, тяжёлые металлы, мышьяк, аэрозольные частицы, статистический анализ, корреляционный анализ.

## ELEMENTAL ANALYSIS OF AEROSOL PARTICLES IN NORTHERN TAJIKISTAN

Rakhmatov M.N.<sup>1</sup>, Abdullozoda S.F.<sup>2</sup>, Nurmatov D.Kh.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Khujand State University named after academician Bobojon Gafurov, Khujand, Tajikistan,

<sup>2</sup> Physico-Technical Institute named after. S.U. Umarova NAST, Dushanbe, Tajikistan

**Abstract.** The first results of studies of the elemental composition of atmospheric aerosol in Northern Tajikistan using inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) methods revealed high values of substances in some of the studied samples. A brief overview of the main directions and results of the study of the content of substances in the composition of aerosol particles on the territory of Northern Tajikistan, carried out at the Khujand State University and the Laboratory of Atmospheric Physics of the Physicotechnical Institute named after. S.U. Umarov NAST, with technical assistance from the South Ural Federal Scientific Center of Mineralogy and Geoecology of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences for the period 2020-2022. The main source of aerosol pollution in the territory of Northern Tajikistan is emissions from the construction industry, vehicles and human economic activities, heavy metals and arsenic contained in man-made particles, transported by air flows over longer distances.

**Keywords:** elemental composition, heavy metals, arsenic, aerosol particles, statistical analysis, correlation analysis.

Загрязнение атмосферы тяжёлыми металлами (ТМ) наземных экосистем стало серьёзной причиной беспокойства из-за его высокой токсичности, стойкости и способности к биоаккумуляции. Хотя большинство ТМ являются естественными компонентами окружающей среды, их биохимическое равновесие и геохимические процессы были изменены в результате антропогенной деятельности, включая следовые загрязнения, превышающие фоновое значение, и чрезмерное загрязнение, вызванное длительным накоплением и миграцией. Таким образом, загрязнение тяжёлыми металлами стало важным фактором, угрожающим здоровью человека и экосистеме. Поэтому решение этой проблемы является актуальным [1-3].

До настоящего времени сведения об элементном составе атмосферного аэрозоля в различных районах Северного Таджикистана подробно не приводились из-за отсутствия технической возможности, дорогостоящих аналитических исследований проб почвы и аэрозольных частиц, нехватки опыта и специалистов.

В связи с этим возникла необходимость проведения мониторинга содержания металлов в пробах атмосферного аэрозоля в пределах Северного Таджикистана, работы проводились в Худжандском государственном университете и лаборатории физики атмосферы ФТИ им. С.У. Умарова НАНТ при технической помощи Южно-Уральского федерального научного центра минералогии и геоэкологии УрО РАН; здесь мы изучаем один из важных аспектов окружающей среды – содержание тяжёлых металлов в аэрозольных частицах исследуемых территорий.

Поэтому на сегодняшний день исследование загрязнения атмосферы в различных районах Северного Таджикистана тяжёлыми металлами актуально и необходимо для понимания и решения проблем регионального и глобального трансграничного переноса аэрозольных частиц и оценки уровня загрязнения окружающей среды [4].

Цель данной работы, в первую очередь, заключалась в том, чтобы проанализировать состояние атмосферного воздуха по содержанию ТМ и As, в аэрозольных пробах Северного Таджикистана методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС). Полученные данные найдут своё применение для оперативного определения зоны высокого содержания металлов в составе аэрозольных частиц. Результаты этого эксперимента могут представить всю ситуацию с загрязнением атмосферы аэрозольными частицами, включая тяжёлые металлы на территории Северного Таджикистана.

В работе рассмотрены данные об элементном составе атмосферного аэрозоля Северного Таджикистана. В качестве экспериментальных пунктов для изучения элементного состава аэрозоля были выбраны приграничные районы с различной антропогенной нагрузкой (рис. 1): точка 1 располагалась на территории юго-восточной части Согдийской области вблизи Туркестанского хребта (село Верхний Далян). Село Верхний Далян окружено Туркестанским высокогорным хребтом, поэтому аэрозоли в атмосфере этого села остаются на долгое время; точка 2 расположена в 40 км к юго-западу от Худжанда (село Фармонкурбан Спитаменского района). Спитаменский район расположен в долине реки Сыр-Дарья и её левого притока Аксу; точка 3 Табошар (ныне

Истиклол). Город Истиклол расположен вдоль горы Курама, входящей в горную систему Тянь-Шань и находящейся с северной части города на высоте 1307 м. над ур. м; точка 4 размещалась в Аштском районе. Аштский район – самый северный район Северного Таджикистана. Район расположен в Ферганской долине. На севере, северо-западе, востоке и юго-востоке граничит с Ташкентской и Ферганской областями Узбекистана.



**Рис. 1. Схема расположения точек сбора проб атмосферного аэрозоля в Северном Таджикистане (1. Деваштич, 2. Спитамен, 3. Истиклол (Табшар), 4. Ашт)**

Отбор и подготовку проб проводили в соответствии с методическими подходами из опубликованных работ [4]. В ходе комплексного эксперимента производили отбор аэрозольных проб для элементного анализа, естественного осаждения его на полиэтиленовую плёнку размером (10 x 10) м<sup>2</sup>.

Отобранные пробы были пронумерованы с указанием следующих данных: порядковый номер и место взятия пробы, рельеф местности, целевое назначение территории, вид загрязнения, дата отбора. Определение элементного состава атмосферного аэрозоля производилось в Институте минералогии УрО РАН. Далее пробы с фракцией менее 1 мм были измельчены на виброистирателе для выполнения химико-аналитического анализа – масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС) на приборе Agilent 7500 [5]. Всего проанализировано 26 аэрозольных проб. Статистические данные вычислены с использованием пакета программ Excel.

По результатам лабораторного элементного анализа в составе атмосферного аэрозоля и почв методом ИСП-МС определено содержание около 60 химических элементов, включая редкие и редкоземельные. Для наглядной интерпретации отобрано 15 элементов: Pb, As, Zn, Cd, Be, Tl, Co, Ni, Cr, Rb, Mo, Li, Bi, Sb, Ba. Для более наглядной интерпретации выбрано 15 элементов из определяемых элементов, относящихся к I и II классам опасности. Впервые нами исследован элементный состав аэрозоля и почв на территории Северного Таджикистана. Результаты определения элементного состава аэрозольных частиц в четырёх районах представлены в таблице 1.

Для удобства представления элементы расположены в зависимости от порядка классов опасности. Во всех случаях для проб аэрозольных частиц отобранных приграничных районов (Спитаменский, Аштский) отмечается повышенное содержание элементов по сравнению с пробами АА районов, расположенных далеко от границ (различия вплоть до десятков раз). Для каждого элемента выделена самая высокая по исследуемой территории средняя концентрация в пробах аэрозольных частиц.

Исследование элементов, входящих в состав аэрозольных частиц, и сопоставление с данными из различных районов области позволяют глубже понять механизм влияния природных и техногенных факторов на загрязнение атмосферы.

Если сравнить содержание металлов в аэрозольных частицах с пробами почв по области, то можно отметить, что атмосферные аэрозольные частицы в приграничных районах в целом отражают экологические и географические предпосылки к их составу – небольшое количество источников техногенных взвесей, что можно объяснить местными геологическими особенностями, дальним трансграничным переносом как источником поступления аэрозольных частиц.

**Таблица 1**

**Среднее по районам содержание металлов в пробах аэрозольных частиц по данным ИСП-МС, ppm**

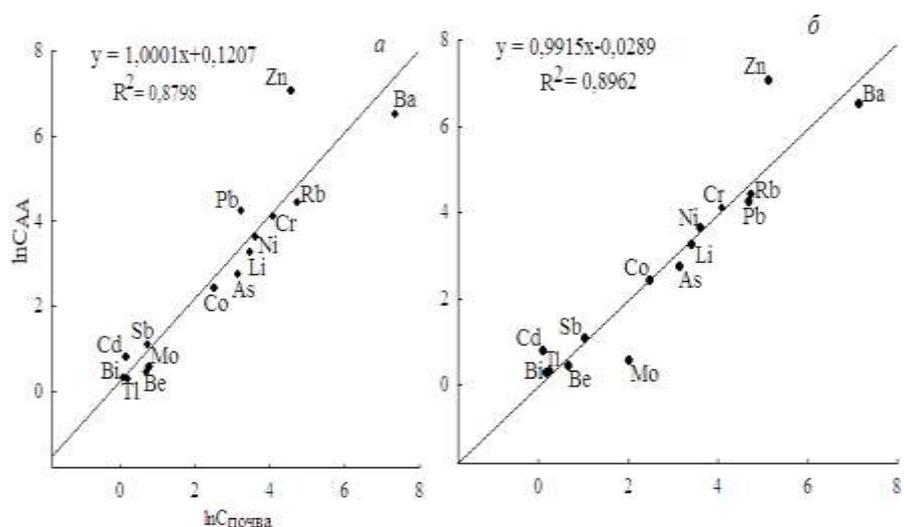
TM	Деваштич	Спитамен	Истиклол	Ашт
Pb	45,8	<b>107</b>	25	104
As	13,4	17,1	14,3	<b>17,3</b>
Zn	274,3	1799	734	<b>1844,5</b>
Cd	0,88	<b>3,88</b>	3,07	1,08
Be	1,54	1,6	1,55	<b>1,58</b>
Tl	0,36	0,37	0,38	<b>0,4</b>
Co	10,9	11,3	<b>11,5</b>	11,1
Ni	37,8	<b>48,5</b>	37,7	27,7
Cr	61,1	<b>71,4</b>	58,5	51,5
Rb	78	72,4	84,2	<b>98,7</b>
Mo	0,48	<b>1,49</b>	0,13	0,90
Li	26,7	25,7	<b>27,1</b>	25,2
Bi	0,24	<b>0,41</b>	0,19	0,39
Sb	2,21	<b>3,73</b>	2,21	3,63
Ba	634	537	670	<b>873</b>

П р и м е ч а н и е. Полужирным выделены максимальные по исследуемой территории значения каждого металлов

Поскольку пробы аэрозольных частиц были отбраны в четырёх точках (Деваштич, Спитамен, Истиклол, Ашт), поэтому полученные данные сравнили с пробами почв, взятых из этих мест, а также мы произвели сравнительный анализ отклонения содержания исследуемых элементов в пробах аэрозоля и с пробами почв, взятых по всей области.

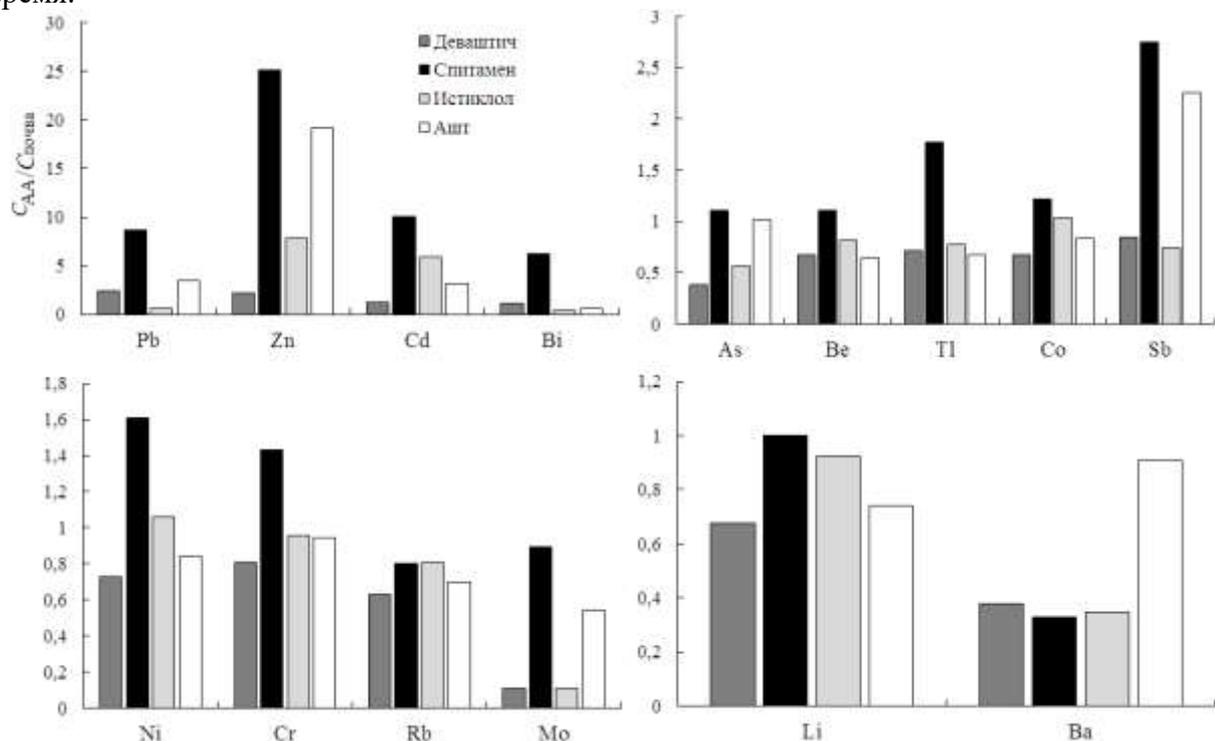
На рис. 2 а,б в логарифмических масштабе приведено содержание исследуемых элементов в аэрозольных частицах и почве. Коэффициент корреляции высок почти одинаково ( $r \approx 0,9$ ), состав аэрозольных частиц и почвы по этим металлам очень близок. Аэрозольные частицы обогащены теми металлами (рис. 2, а), которые указаны выше прямой линии (Zn, Pb, Sb, Cd), а концентрация металлов, находящихся ниже прямой (Ba, Rb, Li, As, Co, Mo, Be, Tl), наблюдается выше в почве. Содержание хрома, никеля и висмута почти одинаково в пробах аэрозольных частиц и почв, взятых в Деваштиче, Спитамене, Истиклоле и Аштском районе: соответствующие точки расположены на прямой линии на рис. 2а. В аэрозольных частицах отмечено повышенное содержание Zn (в 11,9 раза), Pb (2,73), Cd (4,53), Tl (3,06), Bi (3,7) и Sb (1,3), может быть, эти превышения связаны с техногенными факторами. Вклад трансграничного переноса в происхождение атмосферного аэрозоля подтверждается тем, что для проб пылевого аэрозоля, взятых по всем районам Северного Таджикистана, коэффициент корреляции очень велик ( $r = 0,96$ ). Такой вывод подтверждается результатами, полученными методом рентгенофлуоресцентного анализа [4].

Содержание металлов в аэрозольных частицах, взятых в четырёх точках по сравнению с почвой по всем районам области, отличается содержанием Zn (в 6,83 раза больше) и Cd (2), а остальные металлы имеют такое же соотношение, как на рис. 3. а, или, их содержание ниже, чем в пробах почв, отобранных по всей области (рис. 3б).



**Рис. 2. Сопоставление средних логарифмов ( $\ln C_{AA}$ ) и ( $\ln C_{почва}$ ) концентраций элементов (ppm) в пробах аэрозольных частиц и почв в виде корреляционно-регрессионных связей по данным ИСП-МС, отобранных в 2020 – 2022 гг. а) в четырёх точках (Деваштитч, Спитамен, Истиклол и Ашт) и б) по всей области**

На рис. 3 приведены диаграммы отношения среднего содержания элементов в пробах аэрозольных частиц и почв в Деваштитче, Спитамене, Истиклоле и Аштском районе. Видно, что в Деваштитче среднее содержание Pb в аэрозольных частицах – в 2,42 раза и Zn – в 2,15 раза выше, чем в почвах. Содержание остальных элементов почти одинаково, даже немного ниже, чем в пробах почв. В результате выполненного исследования мы полагаем, что причина превышения содержания свинца и цинка в пробах аэрозоля в Деваштитчском районе села Верхний Далян в основном заключается в выбросах автотранспорта и сжигании мусора. Сжигание мусора и все перечисленные источники сопровождаются поступлением свинца и цинка в атмосферу. Село Верхний Далян окружено Туркестанским высокогорным хребтом и Ферганской долиной и аэрозоли в атмосфере этого села остаются на долгое время.



**Рис. 3. Отношение содержания металлов в пробах аэрозольных частиц и почв в виде гистограммы в четырёх точках (Деваштитч, Спитамен, Истиклол и Ашт)**

Сравнительный анализ аэрозольных частиц и почвы показывает, что содержание некоторых металлов в пробах аэрозольных частиц и почв, взятых в Спитамене, существенно отличается. В аэрозольных частицах зафиксировано повышенное содержание Pb – в 8,72 раза выше, чем в почве, Zn – в 25,1 раза, Cd – в 10 раз, Bi – в 6,23 раза, Sb – в 2,74 раза. Поскольку точка взятых проб ближе к границе, для которых преобладающее направление ветров из западной части Ферганской долины через воздушные пространства переносит загрязняющие веществ. Полагаем, что это повышенное содержание металлов в аэрозольных частицах связано с этими факторами.

В пробах аэрозольных частиц, взятых в Истиклоле, содержание Zn превышает содержание в пробах почвы более чем в 7 раз, содержание Cd отличается почти в 6 раз. Содержание остальных исследуемых элементов в пробах аэрозоля ниже, чем в почвах. Источником загрязнения атмосферы Истиклола (Табошара) цинком и кадмием в значительной степени связано со сжиганием каменного угля и отходами рудников. Поступление цинка и кадмия возможно также связано с поступающими путём трансграничного переноса загрязняющими веществами, включая цинк и кадмий от других источников, поскольку поступление этих веществ может происходить при истирании деталей автотранспорта [4]

Из рис. 3 следует, что для аэрозольных частиц Аштского района характерна более активная аккумуляция Pb, Zn, Cd и Sb, чем для почв. В среднем, в аэрозольных частицах содержание Pb больше, чем в пробах почвы в 3,5 раза, Zn – в 7,86 раза, Cd – в 3,15 раза, Sb – в 2,25 раза. Причиной данных различий может являться как повышенное поступление этих элементов от техногенных источников загрязнения, так и геохимические особенности местных почв.

Использование метода ИСП-МС позволило достоверно определить содержание тяжёлых металлов и мышьяка в пробах аэрозольных частиц на территории Северного Таджикистана. На основании проведенных исследований обнаружено, что концентрации некоторых веществ в пробах аэрозольных частиц и в пробах почв в различных районах области существенно различается, что связано со спецификой локальных источников, особенностями орографической структуры местности и ветрового режима разных районах Северного Таджикистана. По результатам работы установлено, что в аэрозольных частицах, взятых в Деваштиче, Спитамене, Истиклоле и Аштском районе отмечено повышенное содержание Zn (в 11,9 раза), Pb (2,73), Cd (4,53), Tl (3,06), Bi (3,7) и Sb (1,3) относительно почв, может быть, эти превышения связаны с техногенными факторами. Сравнительный анализ содержания элементов в пробах аэрозольных частиц и с пробами почв по области показывает, незначительное превышением содержаний Zn в 7,19 раз и Cd в 2,42 раза относительно почв. Сравнение содержания металлов в аэрозольных частицах с пробами почв по области позволяет отметить, что атмосферные аэрозольные частицы в приграничных районах в целом отражают экологические и географические предпосылки к их составу – небольшое количество источников техногенных взвесей – и это можно объяснить местными геологическими особенностями, дальним трансграничным переносом как источников поступления аэрозольных частиц.

Полученные результаты могут быть использованы в качестве базы данных при дальнейшей разработке и совершенствовании оценки качества атмосферы и почв северной части Таджикистана.

**Благодарности:** Авторы выражают благодарность сотрудникам института минералогии УрО РАН (г. Миасс Челябинской области) особенно директору Валерию Николаевичу Удачину за помощь в проведении измерения.

#### Список литературы

1. Seinfeld J.H., Pandis S.N. Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change. New York: Wiley, 2006. 1232 p.
2. Ge1 X., Khan Z. I., Chen F., Akhtar M., Ahmad K., Ejaz A., Ashra M.A., Nadeem M. Akhtar Sh., Alkahtani J., Dwiningsih Y., Elshikh M. S. A study on the contamination assessment, health risk and mobility of two heavy metals in the soil-plants-ruminants system of a typical agricultural region in the semi

arid environment // Environ. Sci. and Pollut. Res. 2022. V. 29. P.14584–14594. DOI.10.1007/s11356-021-16756-4.

3. Perrino C., Tiwari S., Catrambone M., Torre S. D., Rantica E., Canepari S. Chemical characterization of atmospheric PM in Delhi, India, during different periods of the year including Diwali festival // Atmospheric Pollut. Res. V.2. 2011. P.418-427.

4. Рахматов М.Н., Маслов В.А., Абдуллаев С.Ф. Динамика распределения тяжелых металлов и мышьяка в пылевом аэрозоле и почвах Северного Таджикистана // Химическая безопасность. 2019. Т.3, № 2. С. 78–93.

5. Шафигуллина Г.Т., Удачин В.Н., Филиппова К.А., Аминов П.Г. Геохимические характеристики техногенных почв горнопромышленных ландшафтов южного Урала // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2015. Т.20, №4. С.93–101.

### **НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АГРОКЛИМАТИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ПРИАРАЛЬЯ С УЧЕТОМ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ**

Реймов П.Р., Статов В.А., Султашова О.Г., Худайбергенев Я.Г., Канназаров З.  
Каракалпакский государственный университет имени Бердаха, г.Нукус

**Аннотация.** В данной статье приведены трансформация окружающей среды и изменение экосистем в бассейне Южного Арала и об инновационном подходе к агроклиматическому прогнозу и коррекции агроэкологических зон в связи с изменением наземных экосистем. Эта деятельность важна для точного земледелия, внедрения водосберегающего сельского хозяйства, управления пастбищами и внедрения новых культур, борьбы с опустыниванием, а также предотвращения деградации почв.

**Ключевые слова:** геоинформационная система, агроклиматология, геоэкология, опустынивание, деградация, пастбища, климат.

### **SOME ISSUES OF GEOINFORMATION SUPPORT OF AGROCLIMATIC ZONING OF THE ARAL REGION, TAKEN INTO ACCOUNT OF GEOECOLOGICAL FEATURES**

Reimov P.R., Statov V.A., Sultashova O.G., Khudaybergenov Ya.G., Kannazarov Z.  
Karakalpak State University named after Berdakh, Nukus

**Abstract.** This article describes the transformation of the environment and changes in ecosystems in the Southern Aral basin and an innovative approach to agroclimatic forecast and correction of agroecological zones in connection with changes in terrestrial ecosystems. These activities are important for precision agriculture, the introduction of water-saving agriculture, pasture management and the introduction of new crops, combating desertification, and preventing soil degradation.

**Keywords:** geographic information system, agroclimatology, geoecology, desertification, degradation, pastures, climate.

Бассейн Южного Аральского моря, являясь частью Туранской низменности, представляет собой аридный регион с континентальным климатом [1]. Несмотря на большое количество научных работ по агроклиматическому районированию Узбекистана, глобальные изменения климата и трансформация региональных геосистем, вызванная высыханием Аральского моря, вновь делают проблему агроклиматического районирования актуальной. Следует также отметить, что оценка климатических ресурсов территории важна не только для развития орошаемого земледелия, но и для оптимизации мер по борьбе с опустыниванием и устойчивого использования пустынных пастбищ [2-4]. Существует широко поддерживаемая государством инициатива по посадке *Haloxylon* на осушенном морском дне [5]. Эти меры по облесению также требуют оценки и прогнозирования климатических факторов. Устойчивое развитие пустынных пастбищ требует долгосрочного планирования землепользования и оценки первичной биопродуктивности, что невозможно

без сочетания ландшафтно-экологического зонирования и агроклиматического зонирования, учитывающего изменчивость климата и трансформацию ландшафтов.

Решение указанных задач невозможно без широкого использования геоинформационных систем, пространственных баз данных с проблемно-ориентированными языками описания и методов дистанционного зондирования. Такое сочетание инструментов и междисциплинарных подходов позволяет решать, как традиционные задачи экологического районирования, так и более сложные задачи прогнозирования функционирования природно-антропогенных экосистем.

Быстрая трансформация окружающей среды и изменение экосистем в бассейне Южного Арала требует гибкого инновационного подхода к агроклиматическому прогнозу и коррекции агроэкологических зон в связи с изменением наземных экосистем. Эта деятельность важна для точного земледелия, внедрения водосберегающего сельского хозяйства, управления пастбищами и внедрения новых культур, борьбы с опустыниванием, а также предотвращения деградации почв [6].

Для региональных климатических исследований мы использовали различные источники климатической информации, включая данные Узгидромета о температуре почвы, космические сетки температуры поверхности земли среднего пространственного разрешения, наши предыдущие схемы геоэкологического районирования исследуемой территории и различные справочные данные по литературным источникам [1-4].

Данные метеорологических станций были интерполированы с использованием общепринятых геостатистических подходов с помощью модулей SAGA для создания непрерывного поля метеопараметров (максимальная и минимальная суточные температуры, средняя влажность воздуха, индекс засушливости и т.д.). Мы использовали сплайн-интерполяцию с алгоритмом нейтральной устойчивости, температура  $T_{station}$  (К) была преобразована в потенциальную температуру  $T_{potential}$ , (К):

$$T_{potential} = T_{station}(P_{sealevel}/P_h)(R/mC_p) \quad (1)$$

где  $P_{sealevel}$  – давление на уровне моря,  $P_h$  – давление воздуха на высоте  $h$  (м),  $R$  – газовая постоянная ( $8,3143 \text{ Дж моль}^{-1} \text{ К}^{-1}$ ),  $m$  – молекулярный вес сухого воздуха ( $0,02897 \text{ кг моль}^{-1}$ ),  $C_p$  – удельная теплота сухого воздуха при постоянном давлении ( $1005 \text{ Дж кг}^{-1} \text{ К}^{-1}$ ).

Давление  $P_h$  было рассчитано как

$$P_h = P_{sealevel}(T_{sealevel}/(T_{sealevel}+kh)) mg/kR \quad (2)$$

где  $k$  – предполагаемая скорость затухания ( $-0,0065 \text{ К м}^{-1}$ ),  $h$  – высота станции (м),  $g$  – ускорение свободного падения ( $9,80616 \text{ м с}^{-2}$ ), согласно [7].

Эти рассчитанные поля были сопоставлены с доступными спутниковыми данными [8] для выявления локальной микрокинematической изменчивости, вызванной неустойчивостью наземных экосистем.

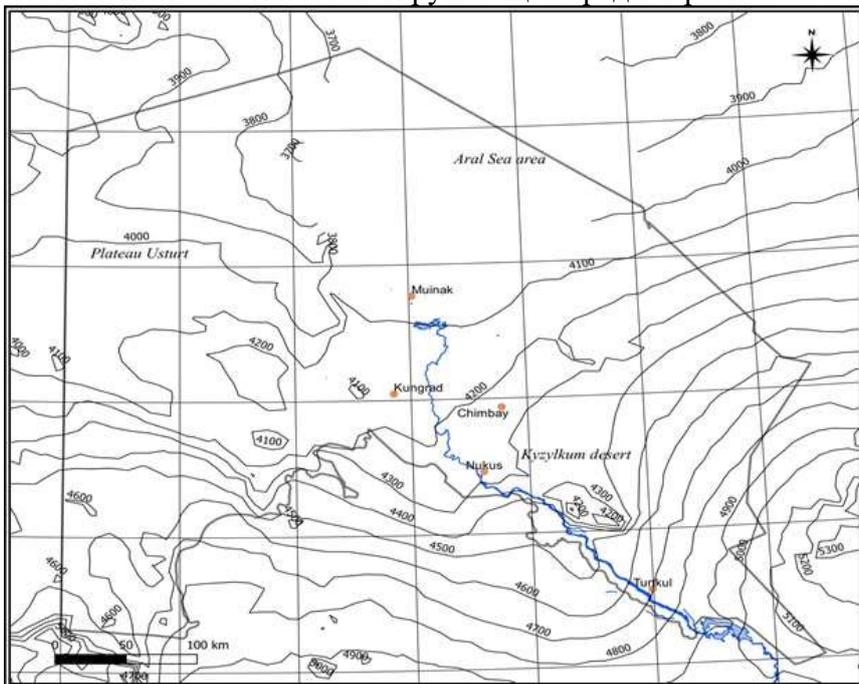
Информация о стандарте Climate Science Modeling Language (CSML) была взята из описания и публикации OGC об этом языке [9,10].

Общая основа моделей пространственных данных изложена в международных стандартах ISO TC211 (ISO 19101) как универсальный код для формального описания данных. Как внутренняя структура, так и содержательное наполнение наборов, данных представляется в виде схемы приложения, использующей идею экземпляров признаков как набора объектов.

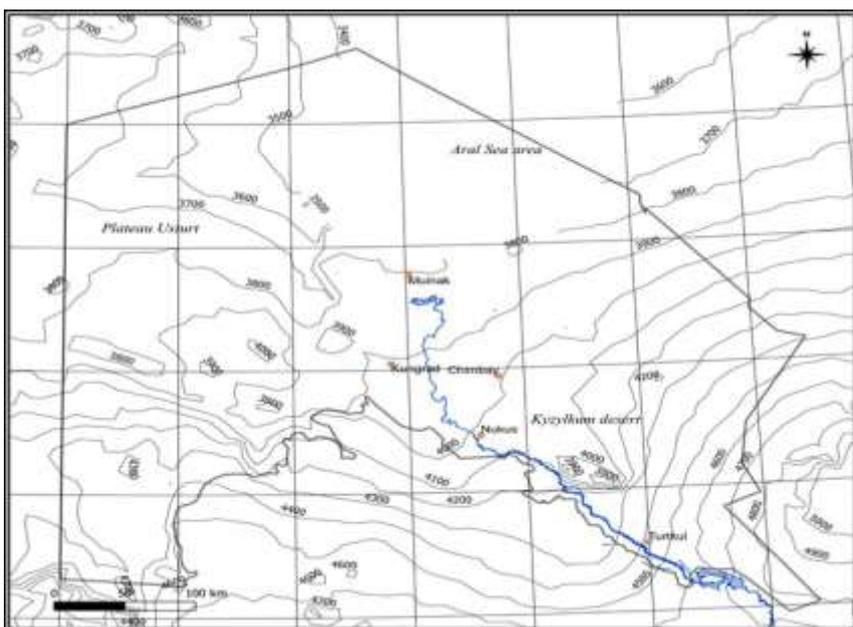
Мы использовали этот формальный подход для построения предметно-ориентированной процедуры разбора XML и расчета суммы активных температур для исследуемой территории. Некоторые результаты этих расчетов представлены на рис. 1-4.

Пространственно привязанный массив был вычислен и интерполирован с использованием длинных рядов метеонаблюдений.

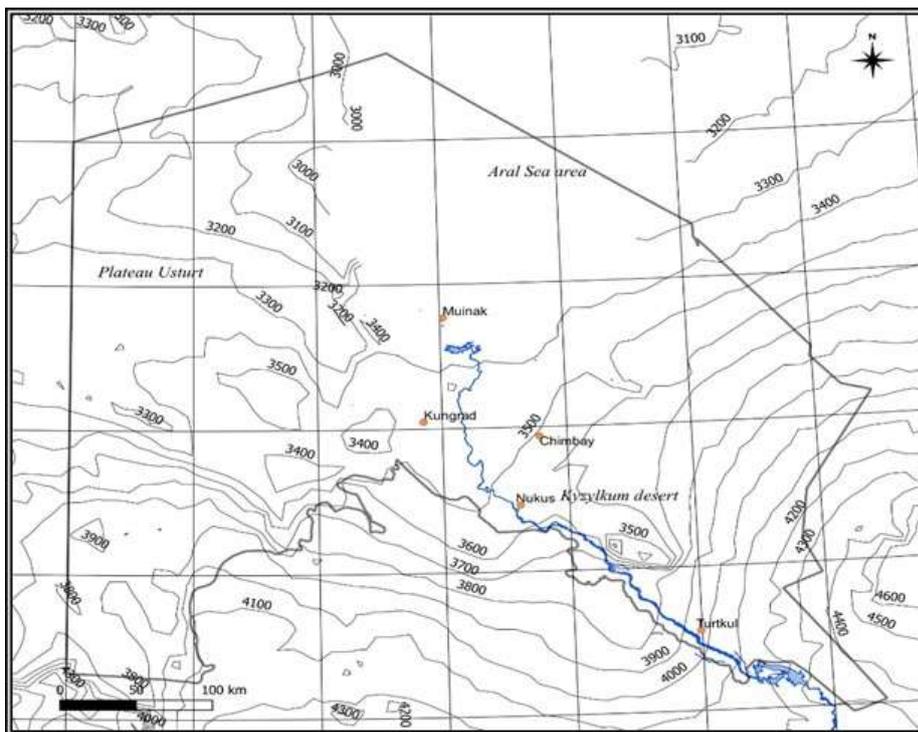
Несмотря на чрезмерно обобщенное описание и, как следствие, большое количество предметно-ориентированных реализаций (как GML, Geographic Mark-up Language или KML, ориентированный на промышленность), этот подход имеет значительные преимущества с точки зрения переносимости данных. Он также упрощает описание интерфейса доступа к данным, поскольку больше внимания уделяется семантическим структурам, а не вопросам формата или аппаратной реализации. Приведение стандартов хранения и обработки пространственных данных окружающей среды к единому виду также способствует их широкому междисциплинарному использованию и взаимодействию между различными исследовательскими областями. Эти преимущества особенно важны для региональных климатических и экологических исследований, где требуется обширная аппаратура для глобального масштабирования климатических данных, а также тщательный учет местных особенностей окружающей среды и региональной специфики.



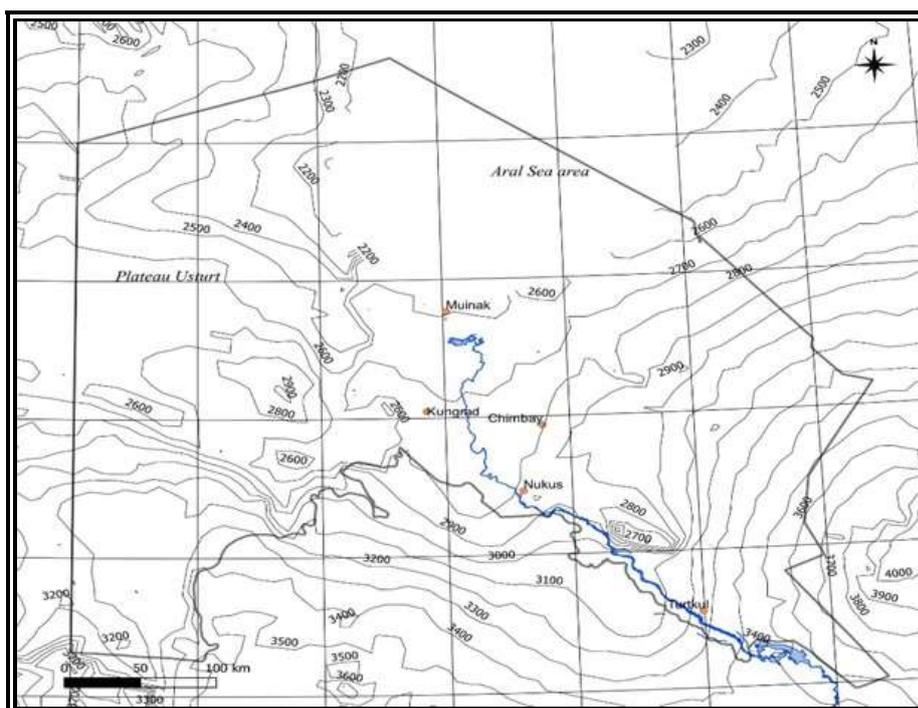
**Рис. 1. Карта сумм эффективных температур выше 5°C для Каракалпакстана**



**Рис. 2. Карта сумм эффективных температур выше 10°C для Каракалпакстана**



**Рис. 3. Карта сумм эффективных температур выше 15°C для Каракалпакстана**



**Рис. 4. Карта сумм эффективных температур выше 20°C для Каракалпакстана**

Применение предметно-ориентированных метаязыков типа XML является перспективным подходом в агроклиматических исследованиях и региональном биоклиматическом районировании. Эти методы легко интегрируются с различными формами представления пространственной и пространственно-временной информации для построения последовательной системы регионального климатического мониторинга и прогноза даже для неустойчивых и трансформирующихся экосистем в аридных регионах. Мы сосредоточились на сумме эффективных температур – ключевом агроклиматическом параметре для агроклиматического районирования, и наша пространственно-временная структура продемонстрировала способность надежного и гибкого наложения

интерполированных геополей, полученных из разреженных точечных данных и спутниковых измерений температуры поверхности земли с низким разрешением.

### Список литературы

1. Абдуллаев А.К., Султашова О.Г. Тепловой режим и многолетние значения температуры почвы на различных глубинах по территории Узбекистана. Ташкент. НИГМИ, 2008. – 165 с.
2. Акжигитова Н.И. Галофильная растительность Средней Азии и её индикационные свойства. – Ташкент: Фан, 1982. – 192 с.
3. Алланазаров К.Ж. Оценка природных условий и ресурсов неорошаемой части дельты Амударьи для сельского хозяйства: дисс. ... канд. геогр. наук. – Ташкент: НУУз, 2002. – 148 с.
4. Аметов М.Б., Сапарниязов Ж.С. Пустыни Каракалпакстана. – Нукус, 1995. – 260 с.
5. Аширова А.А. Растительность долины и дельты Амударьи и её хозяйственное значение. Ашхабад: Ылым, 1971, – Кн.1. – 189 с.
6. Аширова А.А. Растительность долины и дельты Амударьи и её хозяйственное использование. Ашхабад: Ылым, 1976. – Кн.2. – 312 с.
7. Бабушкин Л.Н. Агроклиматическое описание Средней Азии: Науч. тр. Вопросы агроклиматического районирования Средней Азии. – Т, 1964. – вып. 236. – 289 с.
8. Бахиев А. Заросли солодки голой в нижнем течении реки Амударьи. –Ташкент: Фан, 1976. – 112 с.
9. Бахиев А. Экология и смена растительных сообществ низовьев Амударьи. – Ташкент: Фан, 1985. – 191 с.
10. Бахиев А., Бутов К.Н., Таджитдинов М.Т. Динамика растительных сообществ юга Приаралья в связи с изменением гидрорежима Аральского бассейна. –Ташкент: Фан, 1977. –84 с.

### ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ $PM_{2.5}$ В АТМОСФЕРЕ ПРИВОЛЖСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

Шишкин Г.И., Гурьянов В.В.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

**Аннотация.** Мелкодисперсные частицы входят в перечень атмосферных примесей, обладающих наиболее существенным вкладом в общую эмиссию загрязняющих веществ. Авторами проведено исследование пространственно-временного распределения мелкодисперсных частиц  $d < 2,5$  мкм (далее –  $PM_{2.5}$ ) в атмосфере на территории Приволжского федерального округа (далее – ПФО) на основе данных глобального реанализа ECMWF Atmospheric Composition Reanalysis 4 (далее – EAC4) за период 2003-2022 гг. Наглядно представлена и проанализирована годовая динамика средних полей  $PM_{2.5}$  и тенденции изменчивости содержания данной примеси в приповерхностном слое атмосферы за исследуемый период времени, а также дана оценка корреляционных связей с некоторыми климатическими факторами на основе данных реанализа ERA5.

**Ключевые слова:** атмосфера, загрязнение воздуха, мелкодисперсные частицы.

### SPATIO-TEMPORAL DISTRIBUTION OF FINE $PM_{2.5}$ PARTICLES IN THE ATMOSPHERE OF THE VOLGA FEDERAL DISTRICT

Shishkin G.I., Guryanov V.V.

Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russia

**Abstract.** Fine particles are included in the list of atmospheric impurities that have the most significant contribution to the total emission of pollutants. The authors conducted a study of the spatiotemporal distribution of the fine particles  $d < 2.5$   $\mu$ m (hereinafter referred to as  $PM_{2.5}$ ) in the atmosphere in the Volga Federal District (hereinafter referred to as the VFD) based on data from the global reanalysis ECMWF Atmospheric Composition Reanalysis 4 (hereinafter referred to as EAC4) for period 2003-2022. The annual dynamics of average  $PM_{2.5}$  fields in the atmospheric column, the trends in their variability over the studied period of time are clearly presented and analyzed, and an assessment of correlations with some meteorological parameters is given based on ERA5 reanalysis data.

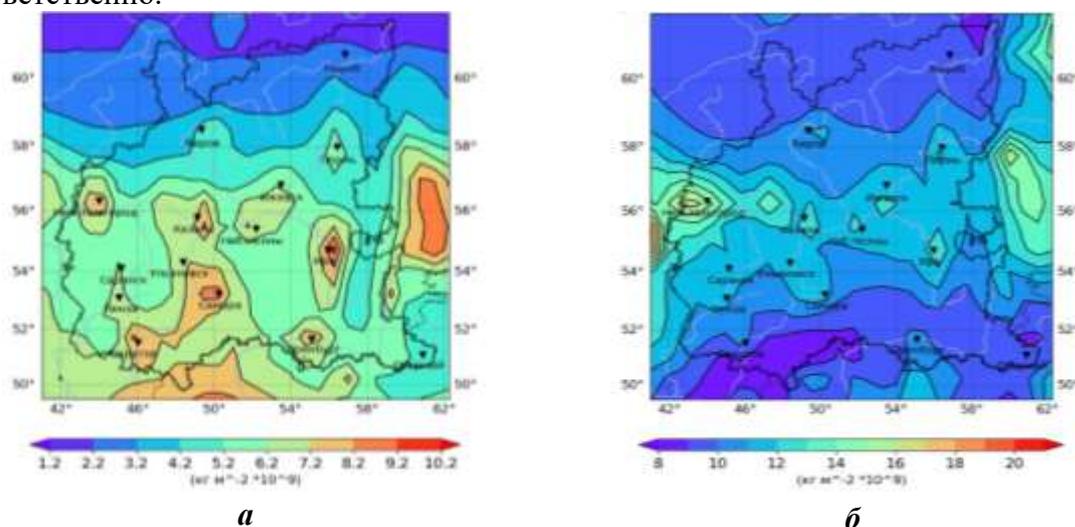
**Keywords:** atmosphere, air pollution, fine particles.

На территории ПФО функционирует государственная система наблюдений за состоянием окружающей среды. Территориальные подразделения Росгидромета здесь осуществляют регулярные наблюдения за качеством атмосферного воздуха в 29 населённых пунктах (11 – «Верхне-Волжское УГМС»; 9 – «Приволжское УГМС»; 4 – «УГМС РТ», 5 – «Башкирское УГМС»). Проводя статистический анализ собранных данных в управлениях составляют ежемесячные отчёты, а также публикуют на своих официальных сайтах ежегодные обзоры с результатами мониторинга за соответствующий период [5-8].

Среди перечня основных атмосферных примесей, задерживающихся в приповерхностном слое атмосферы, согласно результатами обзоров, отдельный интерес для исследования представляли взвешенные частицы мелкодисперсных фракций, относящиеся к III классу опасности. Их происхождение разнообразное: сжигание твердого и жидкого топлива, строительные работы, выхлопы автотранспорта, работа отдельных видов промышленных предприятий, а также естественные причины, в частности, пыльные бури. Превышение концентраций данной разнородной смеси органических и неорганических веществ способно вызывать респираторные и сердечно-сосудистые заболевания, способствует раздражению слизистых и кожных покровов. Кроме того, оседающая на растениях неорганическая пыль ухудшает условия их дыхания, замедляя развитие. При этом, основное количество превышений среди мелкодисперсных фракций приходится на частицы  $PM_{2.5}$ . Авторами была поставлена задача проанализировать пространственно-временное распределение данных частиц, а также выявить корреляционные связи их распределения с отдельными климатическими факторами.

Исходным материалом исследования послужили данные реанализа EAC4 (CAMS) за период 2003-2022 гг. с горизонтальным разрешением  $0,75^\circ \times 0,75^\circ$  по широте/долготе (около 80 км) для приповерхностного слоя атмосферы [3]. Данный выбор обусловлен отсутствием пропусков и неоднородностей в исходных рядах. EAC4 (CAMS) объединяет данные модели с наблюдениями со всего мира и базируется на принципе ассимиляции данных. Система усвоения способна оценивать погрешности между наблюдениями и отделять данные хорошего качества от данных плохого качества. Исходным материалом для работы с отдельными климатическими факторами послужили данные реанализа ERA5 за аналогичный период времени (2003 – 2022 гг.) [4].

В ходе обработки исходных данных были построены следующие карты (рис. 1 а, б), демонстрирующие годовую динамику средних концентраций  $PM_{2.5}$  в приповерхностном слое атмосферы на территории ПФО в холодный и тёплый периоды года. В качестве наиболее показательных, представлены центральные месяцы зимнего и летнего сезонов соответственно.

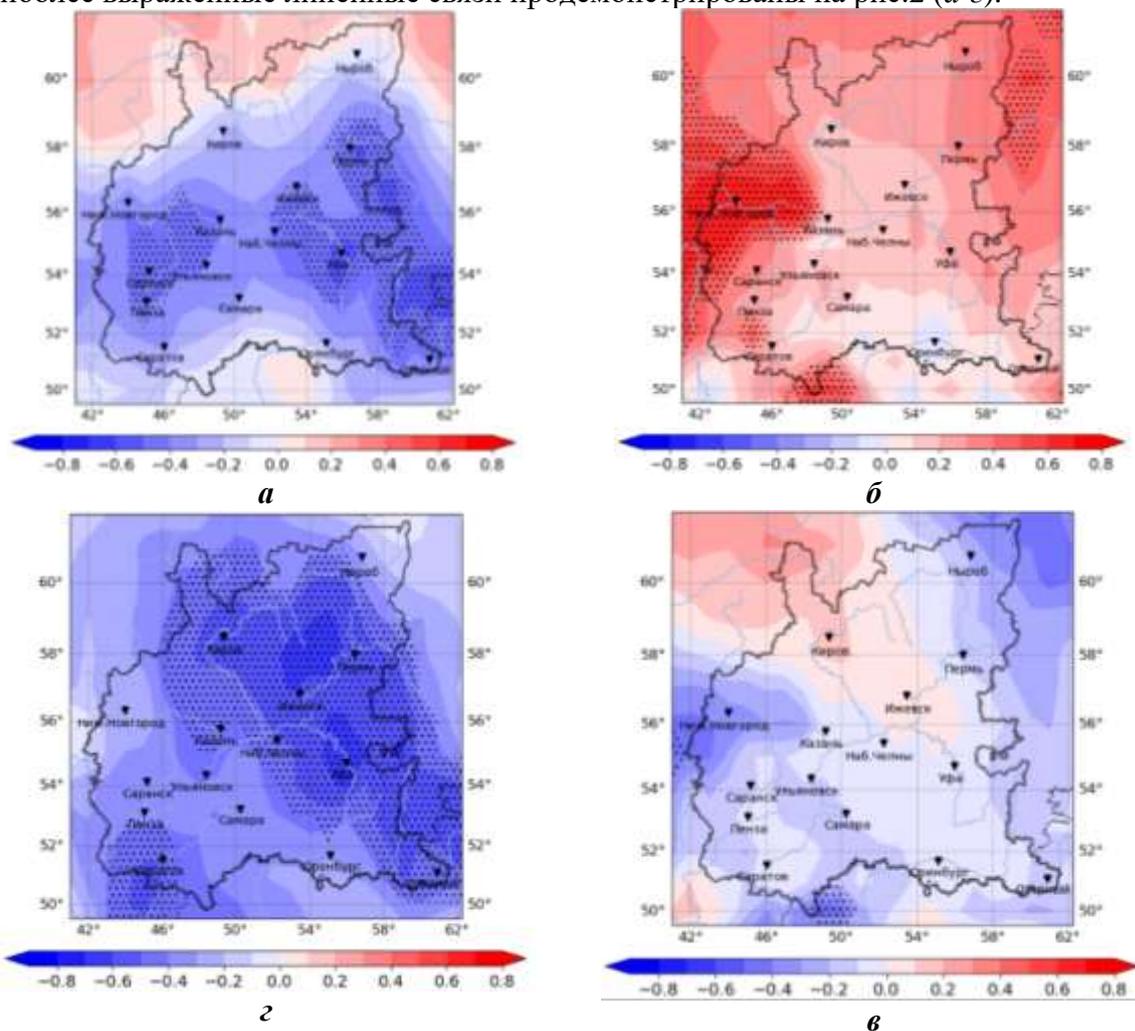


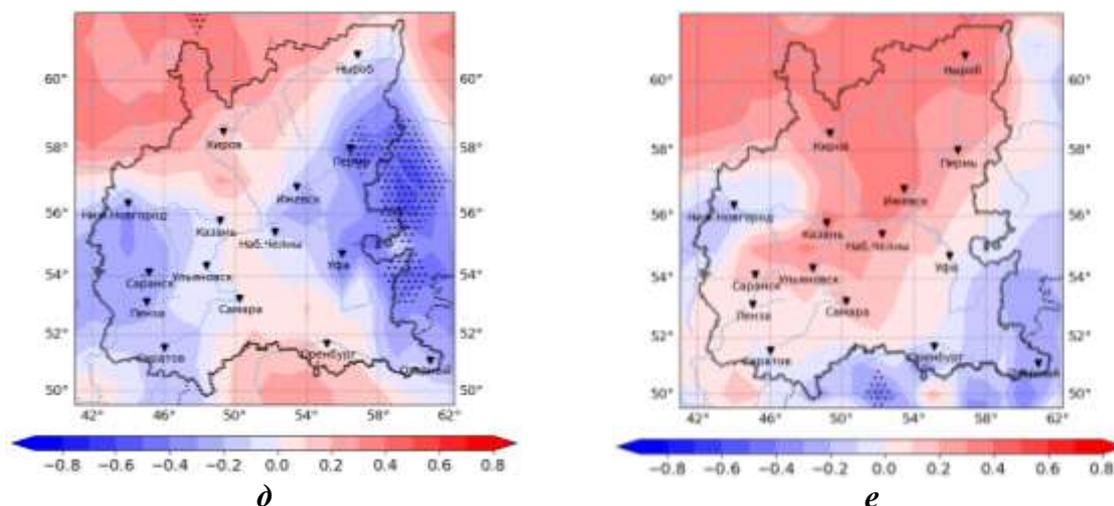
**Рис. 1. Средние концентрации частиц  $PM_{2.5}$  в январе (а) и июле (б) за период 2003–2022 гг.**

Географически распределение очагов повышенных концентраций  $PM_{2.5}$ , в целом, соответствует расположению крупных промышленных центров ПФО, что особенно отчётливо прослеживается в зимние месяцы. В это время года в регионе ослабевает зональная циркуляция, атмосферная стратификация приобретает устойчивость. Формирующиеся слои приземных инверсий и изотермий в атмосфере больших городских агломераций точечно задерживают мелкодисперсную пыль, создавая отчётливый контраст её концентрации вблизи источников в городской черте на фоне остальной части территории с гораздо меньшими её значениями.

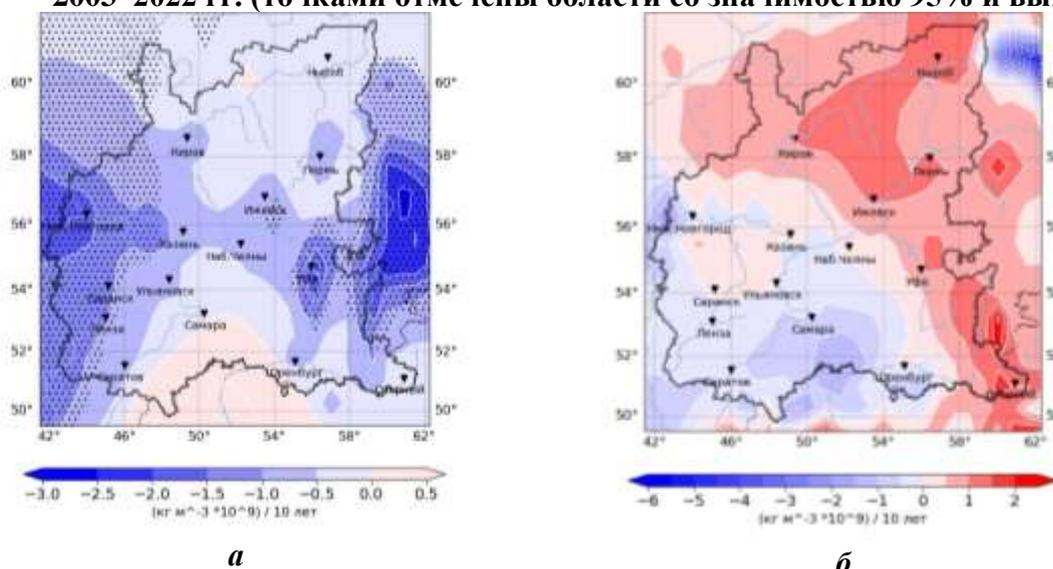
Однако, наибольших показателей средние концентрации  $PM_{2.5}$  за 2003 - 2022 гг. достигли в теплый период года. Распределение концентраций здесь значительно более сглажено в территориальном отношении, по сравнению с явным «очаговым» распределением в холодный период, благодаря смене синоптической обстановки. Увеличение интенсивности турбулентного перемешивания воздушных масс и, одновременно, усиление их зональной циркуляции, способствуют переносу мелкодисперсных частиц на значительное расстояние от источников. При этом фоновый уровень концентраций  $PM_{2.5}$  по всей территории ПФО становится заметно выше, чем в холодный период. Это обуславливается как отсутствием снежного покрова, препятствующего переносу приповерхностной пыли зимой, так и активизацией строительных работ по всему региону. Максимальные же значения отмечены в районе г. Дзержинск Нижегородской области, который является крупным региональным промышленным центром и входит в список самых загрязненных городов РФ.

Для анализа зависимости данного распределения концентраций  $PM_{2.5}$  от климатических факторов, были произведены расчёты коэффициента линейной корреляции. Наиболее выраженные линейные связи продемонстрированы на рис.2 (а-г).





**Рис. 2.** Коэффициент корреляции между концентрациями  $PM_{2.5}$  и температурой на 2 м в янв. (а) и июле (б);  $u$ -компонентой скорости ветра в янв. (в) и июле (г);  $v$ -компонентой скорости ветра в январе (д) июле (е) за период 2003–2022 гг. (точками отмечены области со значимостью 95% и выше)



**Рис. 3.** КНЛТ содержания частиц  $PM_{2.5}$  в январе (а) и июле (б) за период 2003–2022 гг.

Согласно произведённым расчётам, значительные показатели средних концентраций  $PM_{2.5}$  в теплое время года имеют высокие положительные связи с повышением температурного фона и средние положительные связи со слабеющей меридиональной составляющей ( $v$ -компонентой) скорости ветра за аналогичный временной период.

Напротив, «очаговое» распределение средних концентраций  $PM_{2.5}$  в холодный период года обладает значимыми высокими отрицательными связями со слабой зональной составляющей ( $u$ -компонентой) скорости ветра и пониженным температурным фоном, что закономерно вытекает из вышеизложенного анализа распределения.

В ходе изучения тенденции изменчивости концентраций  $PM_{2.5}$  на основе данных реанализа EAC4 был вычислен параметр наклона линейного тренда (КНЛТ) содержания данной примеси в приповерхностном слое атмосферы ПФО за период 2003–2022 гг. Показатель КНЛТ для центральных месяцев зимнего и летнего сезонов представлен на рис. 3 (а, б).

Исходя из расчётов, можно сделать вывод, о том, что КНЛТ содержания частиц  $PM_{2.5}$  на территории ПФО колебался в небольших пределах. На протяжении большей части года имела место слабая тенденция к постепенному снижению концентраций мелкодисперсной

пыли, за исключением отдельных месяцев (март, июль), когда на части территории фиксировалась столь же слабая тенденция к накоплению данной примеси.

Таким образом, было проанализировано пространственно-временное распределение  $PM_{2.5}$  в приповерхностном слое атмосферы на территории ПФО. Выявлен чёткий характер межсезонной изменчивости концентрации данной примеси с учётом влияния вышеупомянутых климатических факторов. Рассчитанные показатели КНЛТ за исследуемый период времени на большей части территории ПФО характеризуются преимущественно слабыми отрицательными значениями, что говорит о необходимости дальнейшего мониторинга содержания мелкодисперсной пыли в атмосфере региона.

### Список литературы

1. Безуглая Э. Ю. Воздух городов и его изменение / Э.Ю. Безуглая, И.В. Смирнова // СПб.: Астерион, 2008. – 254 с.
2. Безуглая Э. Ю. Чем дышит промышленный город / Э.Ю. Безуглая, Г.П. Расторгуева, И.В. Смирнова. - Л.: Гидрометеиздат, 1991. - 256 с.
3. Данные реанализа состава атмосферы ECMWF четвертого поколения. – URL: <https://ads.atmosphere.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/cams-global-reanalysis-eac4?tab=overview> (дата обращения: 04.02.2024).
4. Метеорологические данные Европейского центра среднесрочных прогнозов погоды (ЕЦСПП). – URL: <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/search?type=dataset&text=ERA5> (дата обращения: 04.02.2024).
5. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Башкирское УГМС»: официальный сайт. – URL: <https://www.meteorb.ru/> (дата обращения: 05.04.2024).
6. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Верхне-Волжское УГМС»: официальный сайт. – URL: <https://vvugms.meteorf.ru/> (дата обращения: 05.04.2024).
7. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Приволжское УГМС»: официальный сайт. – URL: <http://pogoda-sv.ru/> (дата обращения: 05.04.2024)
8. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Республики Татарстан»: официальный сайт. – URL: <http://www.tatarmeteo.ru/> (дата обращения: 05.04.2024).

### IQLIM O‘ZGARISHI SHAROITIDA TOSHKENT SHAHRINING EKOLOGIK HOLATI VA AHOLI SALOMATLIGI MUAMMOLARI

Komilova N.K.

Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti, Toshkent, O‘zbekiston, ni.komilova@nuu.uz

**Annotatsiya.** Bugungi global urbanizatsiyalashuv sharoitida shaharlar ekologik holati va inson salomatligi o‘rtasidagi munosabatlarni o‘rganish, baholash masalalariga tobora e‘tirof ortib bormoqda. Tadqiqotning maqsadi O‘zbekiston Respublikasining poytaxti Toshkent shahri ekologik holatni, ayniqsa atmosfera havosining ifloslanishi holatini tahlil qilish va uning aholi salomatligiga ta‘siri oqibatlarini aniqlashdan iborat.

**Kalit so‘zlar:** urbanizatsiya, shahar, patologik holat, atmosfera, umumiy o‘lim, sanoat, spirmen koeffitsienti, cheddok shkalasi, prognoz, ARIMA, aholi salomatligi.

### ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДА ТАШКЕНТА В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Комилова Н.К.

Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, Ташкент, Узбекистан, ni.komilova@nuu.uz

**Аннотация.** В условиях современной глобальной урбанизации все большее признание приобретают вопросы изучения и оценки связи между экологическим состоянием городов и здоровьем человека. Цель исследования – проанализировать состояние окружающей среды города Ташкента – столицы Республики Узбекистан, особенно состояние загрязнения атмосферного воздуха и определить последствия его воздействия на здоровье населения.

**Ключевые слова:** урбанизация, город, патологическое состояние, атмосфера, общая смертность, промышленность, коэффициент Спирмена, шкала Чеддока, прогноз, ARIMA, здоровье населения.

## **ECOLOGICAL CONDITION AND HEALTH PROBLEMS OF THE CITY OF TASHKENT UNDER THE CONDITIONS OF CLIMATE CHANGE**

Komilova N.K.

National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Tashkent, Uzbekistan,  
ni.komilova@nuu.uz

**Abstract.** In the conditions of today's global urbanization, the issues of studying and evaluating the relationship between the environmental condition of cities and human health are increasingly recognized. The purpose of the study is to analyze the environmental condition of Tashkent, the capital of the Republic of Uzbekistan, especially the condition of atmospheric air pollution and to determine the consequences of its impact on public health.

**Key words:** urbanization, city, pathological state, atmosphere, total mortality, industry, Spearman's coefficient, Chaddock scale, prognosis, ARIMA, population health.

Ma'lumki, iqlim o'zgarishi muammosi urbanizatsiyalashgan hududlarda yaqqol nomoyon bo'ladi. Ayniqsa yirik shaharlarda mazkur muammolar bilan bir qatorda ayrim ekologik muamolarning (shahar atmosfera havosining ifloslanish ko'rsatkichlarining yuqoriligi, ichimlik suvi bilan bog'liq muammolar va h.k.) yanada keskinlashuvi yuzaga keladi.

Shaharlar ko'plab fanlarning o'rganish obyekti bo'lib, ular bilan bog'liq muammolarni hal qilish uchun quyidagi jihatlarni o'rganish kerak va keyingi taraqqiyot yo'llarini to'g'ri belgilab qo'yish lozimligini Lappo G.M [1] o'z tadqiqotlarida alohida e'tirof etib o'tadi. Olimning ta'kidlashicha, "shaharni uni o'rab turgan atrofidagi hududdan alohida o'rganish ham, loyihalash ham mumkin emas". Xuddi shu fikrni N.F.Reimers, V. I. Blanutsa, White E., Mack Mod D. va boshqa olimlar ham aytib o'tishgan [2]. N.N.Baranskiy shaharni o'rganish yo'lini quyidagicha belgilaydi: shaharning barpo bo'lgan vaqti; iqtisodiy-geografik joylashuvining xususiyatlari; uning vazifalari; shahar kattaligi; uning ta'siri ostidagi hududning kattaligi [3]. Hududning ekologik holati va aholi salomatligi o'rtasida uzviy aloqa mavjudligi [4, 5, 6] masalasi ham qator olimlar tadqiqotlarida chuqur o'rganilgan. Ko'pchilik olimlar shaharlar atmosfera havosi tarkibi va uning aholi salomatligiga ta'siri borasida tadqiqotlar olib borishgan [7, 8, 9]. Bu holat tadqiqot o'tkazilgan Toshkent shahri uchun ham dolzarbdir. Bu shahar nafaqat O'zbekiston Respublikasining, balki yirik sanoat va transport markazi hamdir. O'zbekistonda shahar aholisining soni va zichligi bo'yicha yuqori ko'rsatkichlarga ega va ayrim kasalliklar guruhlarida muhim o'rin tutadi. Shuning uchun aholi punktlarida turar-joy binolarini joylashtirishda hududning geografik xususiyatlariga (relyef, meteorologik omillar va boshqalar), shuningdek, aholi punktlarining joylashuviga alohida e'tibor berish kerak. Ushbu tadqiqotning maqsadi Toshkent shahri ekologik holati va uning aholi salomatligiga ta'sirini ko'rib chiqish va kelajakdagi holatini prognoz qilish hisoblanadi. Ushbu tadqiqotning asosiy vazifalari: Toshkent shahri ekologik holatini baholash, unga ta'sir qiluvchi omillarni tahlil qilish, iqlim o'zgarishlari, jumladan haroratning ortib borishi oqibatida kasallik tulari o'rtasidagi korrelyatsion aloqadorlikni aniqlash va prognozlar ishlab chiqish. Umuman olganda, maqolada Toshkent shahrining bugungi ekologik holati va unga ta'sir qiluvchi omillar bilan bir qatorda iqlim o'zgarishlari bilan bog'liq ta'sirlar ham o'z ifodasini topgan.

Ko'rib chiqishimiz uchun kiritilgan ma'lumotlar O'zbekiston Respublikasi Prezidenti huzuridagi Statistika agentligi, O'zbekiston Respublikasi Madaniyat vazirligi, Sog'liqni saqlash vazirligi, O'zbekiston Respublikasi Ekologiya, atrof-muhitni muhofaza qilish va iqlim o'zgarishi vazirligi ma'lumotlari, shuningdek Spirmen koeffisientida olib borilgan tahlillar, ARIMA (0,1,0) modeli yordamida 2023-2029-yillar uchun prognoz qiymatlar olindi.

Ma'lumki, Toshkent shahri va uning atroflari qadimdan aholi o'rnamashgan hududlardan hisoblanib ikki millionlik tarixga ega. Binobarin, Chirchiq daryosi bo'yidagi unumdor yerlar,

iqlimning dehqonchilik qilish uchun qulayligi aholi yashashi va mehnat qilishi uchun keng imkoniyatlar yaratgan. Mazkur hududda yashagan aholi soni haqidagi dastlabki aniq ma'lumotlar 1897-yilga tegishli bo'lib, bu davrda Toshkent shahrida 154,4 ming kishi yashagan. Aytish o'rinliki, shahar maydoni ham yil sayin kengayib borgan. Biroq aholi soni so'nggi yuz yil orasida 11 marotaba ortgan. 1922-yilda shahar aholisi 260 mingni tashkil qilgan bo'lsa, bu raqam 2023-yilga kelib 2956,4 ming kishiga etgan [10]. Bu ham o'z navbatida shahar ekologik holatiga birmuncha ta'sir qiladi. Shahar ekologik holatiga uning sanoatlashganlik darajasi, sanoat maxsulotlari ishlab chiqarish hajmi va sanoat tarmoqlariga ixtisoslashuv holati ham o'z ta'sirini ko'rsatadi. Toshkent shahri respublika sanoat maxsulotini 19,7 foizini yetkazib beradi. Aytish o'rinliki, shahar maydoni ham yil sayin kengayib borgan. Biroq aholi soni so'ngi yuz yil orasida 11 marotaba ortgan. 1922-yilda shahar aholisi 260 mingni tashkil qilgan bo'lsa, bu raqam 2023-yilga kelib 2956,4 mingni tashkil etgan. Bu ham o'z navbatida shahar ekologik holatiga birmuncha ta'sir ko'rsatadi.

So'ngi yillarda Toshkent shahri atmosfera havosining iflaslanishi, umumiy ekologik holatida birmuncha salbiy o'zgarishlar ko'zga tashlanmoqda. Dunyo shaharlari havosi ifloslanuvsi stansiyalar ma'lumotlariga ko'ra 29-noyabrdan 29-dekabrgacha xavfli darajaga chiqqan kunlar soni 18 kuni tashkil etgan. PM2.5 dispers zarrachalarining ortib ketayotganligi yanada qattiqroq choralar ko'rishni taqozo etadi. Tartibsiz qurilishlar sababli daraxtlarning ayovsiz kesilishi, transport vositalari sonining keskin ortib ketishi, sanoat korxonalari faoliyati oqibatida qator salbiy holatlar ortib bormoqda. Bu shahar transport tizimi, sanoat korxonalari faoliyati bilan uzviy bog'liqdir. Holbuki, ekologik vaziyat aholi soni va transport tizimlari, sanoati yuqori darajada rivojlangan uzoq xorij shaharlarida birmuncha ijobiy holatda. Shunday ekan, bugungi iqlim o'zgarishlari sharoitida Toshkent shahrining urboekologik vaziyati va kasalliklar hududiy tarkibidagi o'zgarishlarni tahlil etish, xaritalashtirish, zaruriy chora-tadbirlar tizimini ishlab chiqish dolzarb ahamiyat kasb etadi. Urbanizatsiya jarayonlarining ortib borishi atmosfera havosi, tuproq va suv havzalarining holatiga eng sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Bunda shahar hududi atrof-muhitining tubdan o'zgarishi o'ziga xos shahar mikroiklimining shakllanishiga olib keladi. Ayniqsa, o'rta kengliklarda joylashgan yirik shaharlarda havo haroratining oshishi, umumiy va ultrabinafsha nurlanishining pasayishi, shamol tezligi, nisbiy namlik, bulutlarning ko'payishi, yog'ingarchilik, tuman va boshqa mikroiklim o'zgarishlari bo'lgan kunlar soni ko'proq kuzatiladi. Shuni alohida ta'kidlash zarurki, shahar ekologik holatiga eng kuchli ta'sir ko'rsatayotgan holat bu transport tarmog'i bilan bevosita bog'liqdir. O'zbekiston Respublikasi Davlat statistika qo'mitasi ma'lumotlariga ko'ra, Toshkent shahridan atmosferaga chiqarilgan ifloslantiruvchi moddalar ko'rsatkichi yillar davomida tobora ortib borgan va bunga tabiiy va antropogen omillar ta'sir etmoqda. Toshkent shahri ekologik holati va aholi kasalliklari salmog'ining ortishiga iqlimiy o'zgarishlar, jumladan haroratning ko'tarilib borish holatlarini ham ta'sir qilishi tadqiqot davomida ko'zga tashlandi.

Ma'lumki, aholi kasallanish darajasining o'zgarishi, hududlarning nozogeografik va ekologik vaziyatini shakllanishiga ko'pgina omillar ta'sir ko'rsatadi. Kasalliklarning kelib chiqishiga sabab bo'lgan holatlar va omillar zanjiri uzoq, murakkab va xilma-xildir, shuningdek, omillarning ta'sir etish darajasi va ko'lami ham har xil. Shuning uchun tadqiqot maqsad va vazifalaridan kelib chiqqan holda, iqlim o'zgarishlari, jumladan atmosfera havosining isib borishi va ifloslanishi bilan aholi kasallanishi va ayrim kasallik sinflarining o'rtasidagi bog'liqlikka ko'proq e'tibor qaratildi. Yillik o'rtacha harorat va aholining qon aylanish tizimi kasalliklari bilan kasallanish ko'rsatkichlari orqali o'rganildi:

$$p = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n^3 - n} \quad (1)$$

Bu yerda: p – Spirmen koeffisienti; d – omil belgi bilan natijaviy belgi o'rinlari (rank) o'rtasidagi chetlanish; n – hadlar soni. Koeffisientni hisoblash uchun dastlab, omil va natijaviy (x, y) belgilar o'sish tartibida joylashtiriladi. Agar ikkita bir xil ko'rsatkichlar mavjud bo'lsa, ularga o'rta arifmetik qiymat beriladi. Masalan, quyidagi 2-jadvalda 1997,1999, 2008, 2009 - yillarda yillik o'rtacha harorat bir xil (15,1 °C), shu yillarning o'rni esa 12,13,14,15 ga to'g'ri keladi. Agar shu

holatda qoldiradigan bo'lsak, ularga teng qiymat berilmagan bo'ladi. Shuning uchun o'rta arifmetik qiymat  $(12+13+14+15/4=13,5)$  natijasi har ikki ko'rsatkichga teng qo'llaniladi. Ushbu holat 1998, 2012 yilgi yillik o'rtacha haroratga  $(7+8/2=7,5)$ , 2004, 2015 yilgi yillik o'rtacha haroratga  $(27+28/2=27,5)$ , 1991, 1992, 2014 yilgi yillik o'rtacha haroratga  $(4+5+6/3=5)$ , 2016, 2022 yilgi yillik o'rtacha haroratga  $(30+31/2=30,5)$  nisbatan ham foydalaniladi. Ko'rsatkichlarga to'g'ri o'rin berilganligi ularning umumiy yig'indisini hisoblash orqali tekshirib olinadi. Agar ko'rsatkichlarning  $(x$  va  $y)$  yig'indisi uning tekshirilgan summasiga teng bo'lsa, bu ko'rsatkichlarga to'g'ri o'rin berilganligini anglatadi:

$$\sum x_{ij} = \frac{(1+n)n}{2}; \quad (2)$$

$$\sum x_{ij} = \frac{(1+32)32}{2} = 528$$

Keyingi o'rinda ko'rsatkichlarning har bir o'rindagi farqi, darajasi  $(d^2 = (d_x - d_y)^2)$  aniqlanadi va ularning umumiy qiymati  $\sum d^2$  hisoblanadi (ko'rilyotgan misolda 1304,5 ga teng). Topilgan qiymatlar Spirmen formulasiga qo'yish orqali koeffitsient hisoblanadi:

$$p = 1 - \frac{6 * 1304,5}{32^3 - 32} = 1 - \frac{7827}{32736} = 1 - 0,239 = 0,761$$

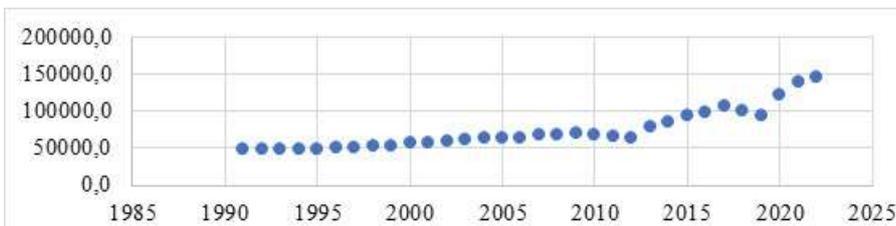
Spirmen koeffitsientini ahamiyatligini tekshirish uchun kritik nuqta ( $t_{kp}$ ) aniqlab olinadi (3). Bunda korrelyatsiya koeffitsientining nolga tengligi haqidagi faraz ilgari suriladi va tekshiriladi. Agar  $H_0: p = 0$  bo'lsa o'zgaruvchilar o'rtasida chiziqli bog'liqlik yo'q,  $H_0: p \neq 0$  bo'lsa, o'zgaruvchilar o'rtasida chiziqli bog'liqlik mavjud bo'ladi, korrelyatsiya koeffitsienti ahamiyatli deb e'tirof etiladi.

$$t_{kp} = t(\alpha, k) \sqrt{\frac{1-p^2}{n-2}} \quad (3)$$

Bu yerda  $t(\alpha, k)$  - ikki tomonlama kritik mintaqaning muhimlik nuqtasi, ahamiyatlik darajasi ( $\alpha$ ) va erkinlik darajalari soni ( $k=n-2$ ) bo'yicha Styudent t-taqsimlanish jadvalidan topiladi:  $t(\alpha, k) = (0,1/2;30) = 1,70$ ;  $p$  - Spirmen koeffitsienti;  $n$  - hadlar soni.

$$t_{kp} = 1.7 \sqrt{\frac{1 - 0,761^2}{32 - 2}} = 1.7 \sqrt{\frac{1 - 0,579}{30}} = 1.7 \sqrt{\frac{0,421}{30}} = 0.2$$

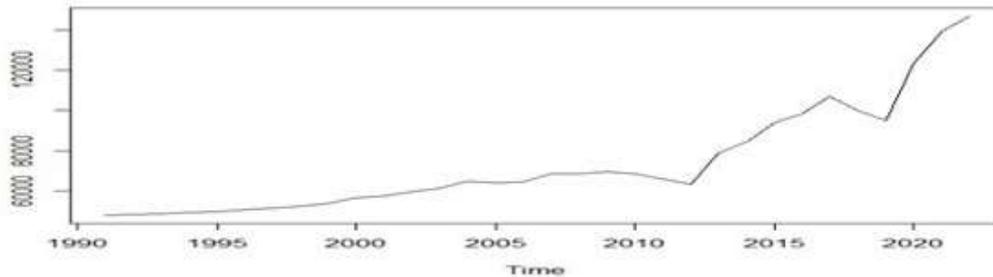
Agar  $|p| < t_{kp}$  bo'lsa, gipoteza rad etiladi. Ko'rsatkichlar o'rtasidagi korrelyatsiya muhim emas. Agar  $|p| > t_{kp}$  bo'lsa, gipotezani rad qilish uchun hech qanday asos yo'q. Ko'rsatkichlar o'rtasida sezilarli darajadagi korrelyatsiya ahamiyatli. Bizning misolda  $p(0,761) > t_{kp}(0.2)$  ekanligini inobatga olib, ko'rsatkichlar o'rtasida sezilarli darajada bog'liqlik mavjud va ahamiyatli degan xulosaga kelindi. Omil va natijaviy belgi orasida bog'lanish zichligini xarakterlovchi ko'rsatkichlarga sifat jihatdan baho berish uchun statistikada Cheddok shkalasi ishlatiladi. Bunda koeffitsient qiymati -1 va +1 oralig'ida yotadi. Agar koeffitsient ( $p$ ) 0;+1 oralig'ida bo'lsa bog'lanish to'g'ri chiziqli, 0;-1 oralig'ida bo'lsa bog'lanish teskari chiziqli, nolga teng bo'lganda esa belgilar orasida bog'lanish yo'qligidan dalolat beradi. Yuqoridagi tahlildan ko'rinadiki, shaharning yillik o'rtacha harorati ( $x$ ) va aholining qon aylanish tizimi kasalliklari ( $y$ ) o'rtasida bog'liqlik ( $p=0,761$ ) to'g'ri va kuchli bog'lamga ega. Demak, Toshkent shahrida 1991-2022-yillar oralig'ida yillik o'rtacha haroratning o'zgarishi bilan har 100 ming aholiga to'g'ri keladigan qon aylanish tizimi kasalliklarining bevosita ortishi kuzatilgan. Tadqiqot davomida quyidagi prognoz ham amalga oshirildi (1-rasm). Ma'lumotlar asosida mazkur kasalliklar sonini yillar bo'yicha prognoz qiymatlarini aniqlaymiz. Buning uchun avval ushbu kasalliklarni yillar bo'yicha dinamikasini ko'rib chiqamiz. Avval berilgan ma'lumotlar bo'yicha yillar kesimida o'rganilayotgan ko'rsatkichlarning dinamikasini grafikda ifodalaymiz:



**1-rasm. Aholining umumiy kasallanishi**

Aholining umumiy kasallanishi bo'yicha berilgan ma'lumotlarga mos keluvchi modelni aniqlash hamda prognoz qiymatlarni topishda R dasturiy ta'minotdan foydalanildi. R dasturiy ta'minotning interfeysi. Akaika testi yordamida model aniqlangan: ARIMA (0, 1, 0).

2-rasmda mazkur dasturda berilgan vaqti qatorning grafigi keltirilgan.



**2-rasm. Aholining umumiy kasallanishi**

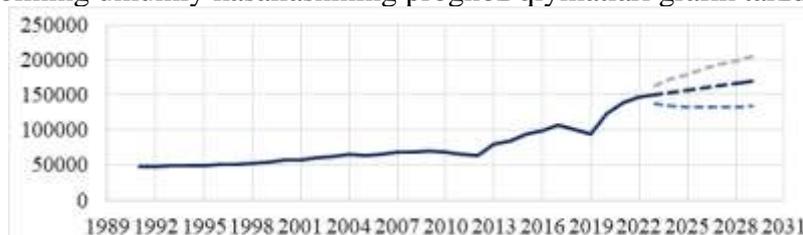
*1-jadval*

**2023-2029-yillar uchun prognoz qiymatlari**

Yillar	95% li quyi chegara	Prognoz qiymat	95% li yuqori chegara
2023	136627,7	150025	163422,4
2024	134269,7	153216,5	172163,2
2025	133203	156407,9	179612,2
2026	132804,6	159599,3	186394,1
2027	132833,3	162790,7	192748,2
2028	133165,5	165982,2	198798,9
2029	133727,5	169173,6	204619,7

Taklif etilgan ARIMA (0, 1, 0) modeli yordamida 2023-2029-yillar uchun prognoz qiymatlarni aniqlaymiz: 95%li quyi va yuqori chegaralar Aholining umumiy kasallanishining prognoz qiymatlari 95% ehtimollik bilan shu ko'rsatilgan oraliqda qiymat qabul qilishini anglatadi. 1-jadvalda aholining umumiy kasallanishining prognoz qiymatlari grafik ifodalangan.

3-rasmda aholining umumiy kasallanishining prognoz qiymatlari grafik tarzda ifodalangan.



-----95 foizli quyi chegara \_\_\_\_\_ prognoz qiymat - - - -95 foizli yuqori chegara

**3-rasm. Aholining umumiy kasallanishining prognoz qiymatlari**

Umuman olganda, Toshkent shahri ekologik holatiga, xususan, atmosfera havosining ifloslanishiga quyidagi omillarni alohida ko'rsatadi: yashil maydonlar hududining yillar davomida kamayib borganligi; qurilish ishlari betartib amalga oshirilganligi; shahar magistral yo'llardagi yuklamalar darajasi yuqoriligi, transport oqimini, tezligini tartibga solish bilan bog'liq muammolar, avtotransport vositalari sonining shaharda yil sayin ortib borayotganligi; transport vositalarida foydalanilayotgan yoqilg'i sifati; sanoat, ishlab chiqarish va xizmat ko'rsatish sohalarining tobora jadallashuvi va h.k. Shuningdek, Toshkent shahri havosi ifloslanishiga atmosfera yog'inlarining miqdori va davomiyligi, shamol yo'nalishi va tezligi, havo harorati, va

boshqa tabiiy omillar ham sabab boʻlmoqda. Ushbu yuqoridagi holatlar aholi salomatligiga ayniqsa kasalliklar (yurak, qon-tomir, nafas olish tizimi (jumladan, allergik rinit), moddalar almashinuvining buzilishi) salmogʻining ortish holatlarini yuzaga keltirmoqda.

#### **Adabiyotlar roʻyxati**

1. Лаппо, Г.М. География городов: М. Гуманитарный изд. Центр Владос, 1997. - 480 с.
2. Фомина Ирина Валерьевна. Экологическая оценка качества городской среды (на примере городов Московского региона). Диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук, Москва – 1999.
3. Баранский Научные принципы географии. (Избр.тр.) М., Мысль, 1980.
4. Прохоров Б.Б. Жизненная среда горожан. /Природа, 1994, № 3.
5. Прохоров Б.Б., Ревич Б.А. Медико-демографическая ситуация в России и состояние окружающей среды. М., 1992.
6. Ревич Б.А., Двойрин В.В., Аксель Е.И. Экологический аспект распространения рака легкого и желудка среди городского населения России. М., 1992.
7. Liu, H., Huang, B., Zhan, Q., Gao, S., Li, R., Fan, Z. 2021. The influence of urban form on surface urban heat island and its planning implications: Evidence from 1288 urban clusters in China. *Sustainable Cities and Society*, 71, 102987.
8. Roxon, J., Ulm, F. J., Pellenq, R. M. 2020. Urban heat island impact on state residential energy cost and CO<sub>2</sub> emissions in the United States. *Urban Climate*, 31, 100546.
9. Yakhshieva, Z. Z., Ahmadjonova, Y. T., et. 2021. Impact of vehicle emissions on the environment and human health. *Science and Education Scientific Journal*, 2(6).
10. Oʻzbekiston Respublikasi Prezidenti huzuridagi Statistika agentligi maʼlumotlari.

#### **ҚАШҚАДАРЁ ВИЛОЯТИНИНГ ИҚЛИМ КАРТАСИНИ ГАТ-ТЕХНОЛОГИЯЛАРИНИ ҚЎЛЛАШ АСОСИДА ЯРАТИШ**

Куватов Д.Р., Юнусов Ф.Х., Алимардонов Л.Г.

Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети

**Аннотация.** Мақола Қашқадарё вилоятининг иқлим картасини янги замонавий географик ахборот тизимлари – ГАТ асосида яратиш ҳамда уни иқлим кўрсаткичларини баҳолашга бағишланган. Воҳада жойлашган метеорологик станциялар ҳамда уларда кузатилган метеорологик катталикларнинг фасллар ва йил давомида ўзгаришлари таҳлил қилинган. Картада ҳаво ҳарорати ва атмосфера ёгинларининг ҳудуд бўйича ўзгаришлари тасвирланган.

**Калит сўзлар:** метеорологик станция, иқлим, ҳаво ҳарорати, шамол, изотерма, максимал ҳаво ҳарорати, минимал ҳаво ҳарорати, геоахборот тизимлари, хариталаштириш.

#### **СОЗДАНИЕ КЛИМАТИЧЕСКОЙ КАРТЫ КАШКАДАРЬИНСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ**

Куватов Д.Р., Юнусов Г.Х., Алимардонов Л.Г.

Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека

**Аннотация.** Статья посвящена созданию климатической карты Кашкадарьинской области на основе применения новых современных географических информационных система ГИС-технологий. Произведен анализ изменения метеорологических параметров, наблюдаемых на метеорологических станциях по сезонам и внутри года. На карте изображены изменения температуры воздуха и атмосферных осадков по территории изучаемого района.

**Ключевые слова:** метеостанция, климат, температура воздуха, ветер, изотерма, максимальная температура воздуха, минимальная температура воздуха, геоинформационные системы, картографирование.

#### **CREATION OF A CLIMATE MAP OF KASHKADARYA REGION BASED ON THE APPLICATION OF GIS-TECHNOLOGIES**

Kuvatov D.R., Yunusov G.Kh., Alimardonov L.G.

National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek

**Abstract.** The article is devoted to the creation of a climate map of the Kashkadarya region based on the use of new modern geographic information systems GIS technologies. An analysis was made of changes in meteorological parameters observed at meteorological stations by season and within the year. The map shows changes in air temperature and precipitation according to the temperature of the studied areas.

**Keywords:** weather station, climate, air temperature, wind, isotherm, maximum air temperature, minimum air temperature, geographic information systems, mapping.

Иқлим ўзгариши шароитида мамлакатимиз қишлоқ хўжалиги ерларининг гидрометеорологик шароитини ўрганиш, ҳаво ҳарорати, атмосфера ёғинлари миқдорини объектив баҳолаш келгусида суғориладиган ерларнинг ҳосилдорлигини оширишга ёрдам беради. Мазкур масалани халқ хўжалигининг барча жабҳаларига кириб келаётган ГАТ технологиялари асосида баҳолаш, ҳозирги куннинг долзарб муаммолардан бири ҳисобланади. Дарё ҳавзаларида ҳосил бўлган сув, унинг суғоришга олинган миқдори, суғориладиган ерлар, улардан самарали фойдаланиш кўп жиҳатдан ҳавзанинг гидрометеорологик режими билан бевосита боғлиқдир. Мазкур муаммони Республикаимизнинг йирик вилоятларидан бири жойлашган Қашқадарё воҳаси мисолида ўрганиш ўта долзарб ҳисобланади.

«Дарёлар ўз ҳавзалари иқлимининг маҳсули», деган хулосага асосланган ҳолда А.И.Воейков "дарёлар сув режимининг хусусиятларидан иқлим индикатори сифатида фойдаланиш мумкин", деб ҳисоблайди [4]. Шу ҳолатни ҳисобга олсак, Қашқадарё ҳавзаси дарёларининг сув режими ҳудуднинг иқлим хусусиятларига бевосита боғлиқдир. Иқлим ўзгариши шароитида Қашқадарё воҳасининг иқлим картасини замонавий ГАТ технологиялари асосида яратиш ва шу асосида ҳавзанинг иқлим кўрсаткичларини баҳолаш бугунги куннинг муҳим вазифаларидан биридир.

Мазкур ишнинг асосий мақсади Қашқадарё вилоятининг иқлим картасини ГАТ технологиялар асосида яратиш ва иқлим хусусиятларини баҳолашга қаратилган.

Тадқиқотнинг мақсадидан келиб чиқиб, ишда қуйидаги вазифалар белгиланди ва ўз ечимини топди: Қашқадарё ҳавзасининг иқлим шароитини ўрганиш; ҳавзада кузатиш олиб бораётган метеорологик станциялар ва уларда кузатилган ҳаво ҳарорати ва атмосфера ёғинлари маълумотлар банкини яратиш; Қашқадарё воҳасининг иқлим картасини замонавий ГАТ технологиялари асосида яратиш.

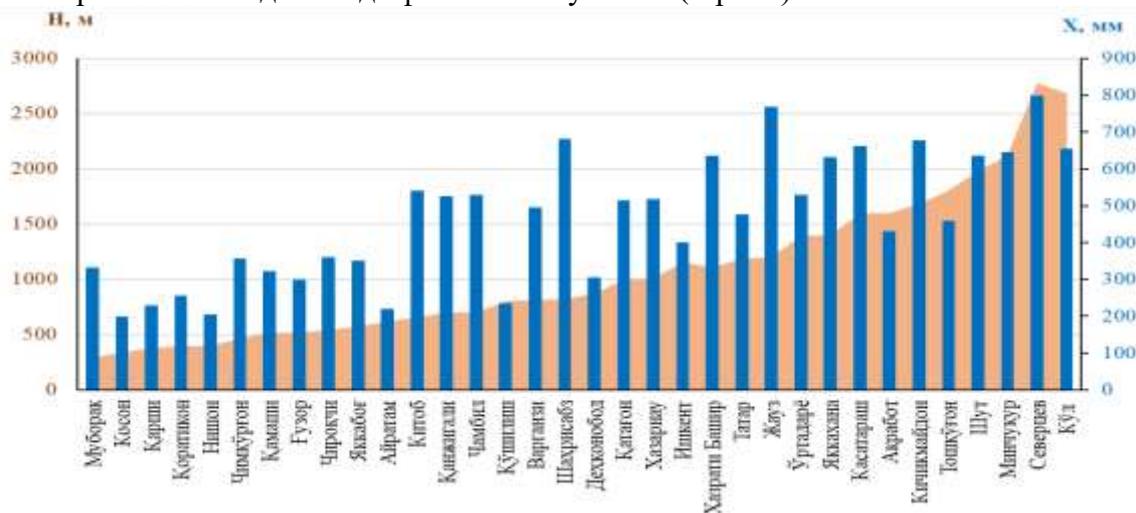
Қашқадарё вилоятининг иқлими континентал субтропик иқлимга хос - ёзи иссиқ, куруқ ва давомли, қиш нисбатан совуқ. Ўлка Ўзбекистоннинг жанубида жойлашган бўлиб, шимол ва шарқ томонидан тоғлар билан ўралган. Бу эса Арктика ва Сибирдан келадиган совуқ ҳаво массаларининг йўлини тўсади. Аксинча ғарбий қисми очик бўлиб, мўтадил денгиз ва субтропик ҳаво массаларининг тўсиқсиз кириб келишига имкон беради. Шу сабабли қишда январнинг ўртача ҳарорати текислик қисмида  $0+2^{\circ}\text{C}$ , Ғузурда  $+1,9^{\circ}\text{C}$ , Китобда  $+0,8^{\circ}\text{C}$ , Қаршида  $+0,2^{\circ}\text{C}$ . Ўлканинг шимоли-ғарбий қисмидаги текислик ва платоларга Арктика совуқ ҳаво массаси кириб келиб ҳудудни совитиб юборади. Натижада ҳарорат Ғузурда  $-23^{\circ}\text{C}$ , Китобда  $-26^{\circ}\text{C}$ , Қаршида  $-27^{\circ}\text{C}$ , Дехқонободда  $-29^{\circ}\text{C}$  гача тушади [2].

Қашқадарё вилоятида (Қарши атрофида) январнинг ўртача ҳарорати  $0,6^{\circ}\text{C}$ , энг паст ҳарорати  $-29^{\circ}\text{C}$  ни ташкил қилади. Ёз ўлканинг текислик қисмида иссиқ, куруқ ва қуёшли бўлиб, узоқ давом этади. Июль ойининг ўртача ҳарорати  $28-29^{\circ}\text{C}$  атрофида бўлади. Баъзан ёзда энг юқори ҳарорат Қаршида  $+46^{\circ}\text{C}$ , Китобда  $+43^{\circ}\text{C}$ , Дехқонободда  $+43^{\circ}\text{C}$  га кўтарилади.

Қашқадарё вилоятида совуқсиз кунлар 210-242 кун давом этади (Қаршида 209 кун, Дехқонободда 210 кун, Китобда 219 кун, Ғузурда 242 кун). Ўртача суткалик ҳарорат  $+10^{\circ}\text{C}$  дан юқори бўлган кунлар 228 – 242 га етади ва бу даврдаги ҳароратнинг умумий миқдори  $2500-2700^{\circ}\text{C}$  га етади. Ўлкада ўсимликлар учун фойдали ҳароратнинг йиғиндиси ( $0^{\circ}\text{C}$  дан юқори бўлган ҳароратлар йиғиндиси)  $4700-5250^{\circ}\text{C}$  етади [8].

Қашқадарё ҳавзасида метеорологик кузатиш ишлари ўтган XX-асрнинг

20-30 йилларидан бошлаб йўлга қўйилган бўлиб, ушбу ҳавзада 40 га яқин метеостанцияларда кузатишлар олиб борилган. Айрим метеостанциялар ўз фаолиятини қисқа муддатда тугатган. Биринчи метеостанциялар 1927 йилда ташкил этилган. Айримлари турли кузатиш даврларидан сўнг, ўз фаолиятини тугатган. Масалан, Ишкент (8 йил), Қанжигали (11 йил), Чамбил (13 йил) метеостанциялари энг қисқа вақт ишлаган. Қолганлари 15-30 йил давомида фаолиятни тугатган (1-расм).



### 1-расм. Метеорологик станцияларнинг жойлашиш баландлиги ва уларда ўлчанган ёғин миқдорлари

Тўпланган маълумотлардан кўришиб турибдики, вилоят ҳудудидаги аксарият (19 та) станциялар 1964 йилда тугатилган. Шуларнинг 15 таси 1935 йилда ташкил этилган. Юқорида келтирилган расмдан кўришиб турибдики, Северцев метостанцияси денгиз сатҳидан 2780 м баландликда жойлашган. Бу станция 1995 йилда кузатишларни тугатган. Ҳозирги кунда ҳавзада денгиз сатҳидан энг баландда жойлашган метеостанция Куль станцияси бўлиб, унинг жойлашган ўрни 2683 м ни ташкил этади. Атмосфера ёғинларининг қиймати эса 655 мм га тенг. Муборак вилоятнинг денгиз сатҳидан энг пастда жойлашган станцияси ҳисобланади. Унинг денгиз сатҳидан баландлиги 288 м га ўртача кўп йиллик ёғин миқдори 332 мм га тенг.

Ҳозирги кунда вилоятда 9 та станцияларда кузатишлар олиб борилмоқда. Бу станциялар қаторига Қарши, Муборак, Ўзур, Чимқўрғон, Дехқонобод, Шаҳрисабз, Ақрабат, Мингчуқур ва Кўл кабилар киради. Санаб ўтилган метеостанциялар Қашқадарё вилоятининг бутун ҳудудини яъни, текисликлардан тортиб, тоғолди ва тоғли ҳудудларни қамраб олган (1-расм).

Қашқадарё вилоятида 1962-2021 йиллар оралиғида кузатилган ёғин миқдори Қарши метеостанциясида 128-478 мм гача, Ўзур метестанциясида 196-567 мм, Дехқонобод метеостанциясида 230- 570 мм оралиғида ўзгаради. Ёғин миқдорининг метеостанциялар бўйича бундай кескин фарқ қилишига асосий сабаб, уларнинг ҳаво массаларига нисбатан жойлашуви ҳисобланади. Ўзур ва Дехқонобод метеорологик станциялари ҳаво массаларига жуда ноқулай жойлашган. Шу сабабли бу ерларда ёғин миқдори ҳам анча кам ёғади.

Вилоятда юқорида келтирилган метеорологик станциялардан ташқари яна кўпгина агрометеорологик станциялар ҳам фаолият олиб боради. Қашқадарё вилоятининг Иқлим картасини тузишда вилоят ҳудудида жойлашган метеорологик станциялар рўйхати тузиб олинди (жадвал). Рўйхатда келтирилган метеорологик станцияларда кузатилган ўртача ойлик ва йиллик ҳаво ҳарорати ҳамда атмосфера ёғинлари тўғрисидаги маълумотлар тўпланди. Ҳаво ҳарорати ва атмосфера ёғинларининг йиллараро ўзгариш графиклари чизилди. Мазкур графиклар картада легенда сифатида келтирилди. Ҳар бир станциянинг координаталари дастурга киритилди. Юқоридагилардан ташқари мазкур станцияларда кузатилган кўп йиллик маълумотлар базаси ҳам дастурга киритилди. Китоб ва

Дехқонободда ҳароратнинг ёзга нисбатан паст бўлишига асосий сабаб, уларнинг океан сатҳидан баландлигига боғлиқ (Шахрисабз 633 м, Дехқонобод 874 м).

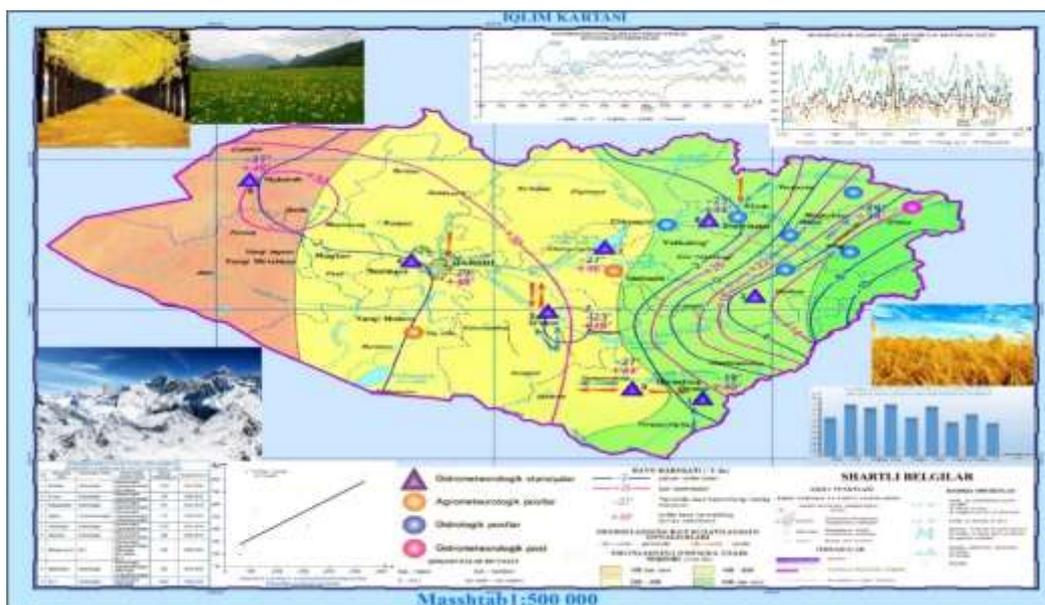
Мазкур картани ГАТ технологияси асосида тузишда метеорологик станцияларда кузатилган атмосфера ёғинлари, ҳаво ҳароратларининг кўп йиллик маълумотлари тўпланди ва дастурга “маълумотлар базасига” киритилди. Тўпланган маълумотлар асосида, уларнинг йиллараро ўзгариш графиклари чизилди. Бундан ташқари воҳага тушадиган атмосфера ёғинларининг миқдорига қараб улар турли хил рангларда картограмма усулида келтирилди. Мазкур картани тузишда юқоридагилардан ташқари вилоят ҳудудида жойлашган гидрологик станция ва постларнинг ҳам координаталари аниқланиб, картага туширилди. Улар тегишли шартли белгилар билан белгиланди

Традицион гидрологик карталар узоқ вақт мабойнида фойдаланишга мўлжалланган бўлиб, сув объектларининг ўртача режимини ва планли ўрнини тасвирлайди. Бунда ҳодисаларнинг муҳим ва барқарор ҳолати кўрсатилади, лекин картада дарё ва кўлларнинг динамик ҳолати умуман кўрсатилмайди. Шу сабабли гидрологик картага олишнинг истиқболда космик маълумотларни, математик методлар ва ГАТ технологияларини қўллаб гидрологик объектлар хусусиятларини карта олиш ётади [3].

Оператив картага олишнинг вазифаси—бу ҳодисанинг ривожланишини кузатиш ва келажагини башорат қилишдир. Оператив карталар амалий гидрологияда узоқ йиллардан бери қўлланилади, масалан, сув тошиш зоналари ва уларни башорат қилиш, қор кўчиши ва баҳорги тошқинни башоратлаш, музликлар карталарини тузишда ва бошқаларда. Лекин бу карталар махсус ташкилотларда тузилади.

Замонавий тадқиқотлар гидрографик тармоқларнинг ўзгаришини ва сув тўплаш ҳавзасида бўлаётган динамик ҳолатни ГАТ технологиялари асосида яратиш келажақда катта имкониятлар беради. Масалан автоматик равишда статистик карталарни тузиш: дарё тармоқлари зичлиги, кўллар тизимлари умумий майдони, дарё ва кўллар режими кўрсаткичларининг вақт мобайнида ўзгариши, иқлим карталари ва бошқалар. Карталар традицион кўринишда ёки картографик модель бўлиб, 2-, 3- ўлчамли ва картографик анимациялар бўлиши мумкин [5, 7].

ГАТ технологияси асосида 1:500 000 масштабда тузилган иқлим карта 2-расмда келтирилган. Мазкур картада метеорологик станцияларда кузатилган ҳаво ҳароратлари интерполяция қилиниб, ҳудуд бўйича изолиниялар ўтказилди. Мазкур картада юқоридагилардан ташқари қишда шимоли-шарқдан ва ёз фаслларида жануби-ғарбдан келадиغان, кўп тақрорланадиган шамолнинг эсиши каби кўрсаткичлар ҳам тасвирланди.



2-расм. Қашқадарё вилоятининг ГАТ технологиялари асосида тузилган иқлим картаси

Воҳанинг иқлим картасида вилоят ҳудудида жойлашган гидрологик, метеорологик ва агрометеорологик станциялар ва уларнинг баландлиги тўғрисидаги маълумотлар банки яратилиб, улар дастурга киритилди. Ҳавза бўйича ёғин микдоринг баландлик бўйича ўзгариш графиги чизилди. Мазкур график картанинг легендасида қўшимча маълумот сифатида келтирилди. Атмосфера ёғинларининг картада майдон бўйича тасвирланиши билан атмосфера ёғинларининг баландлик бўйича ўзгариши графигида келтирилганлигини ва маълумотлар бир-бирини тасдиқлаганини кўришимиз мумкин. ГАТ технологияси асосида яратилган картанинг ижобий томонидан бири, уни маълумотлар базасини янгилаш асосида, картани

Юқорида баён этилганларни умумлаштирган ҳолда, **хулоса** сифатида қуйидагиларни қайд этиш ўринлидир: Қашқадарё ҳавзасининг иқлим шароити охириги йилларда чоп этилган илмий манбалар асосида ўрганилди. Вилоятнинг иқлими континентал субтропик иқлимга хос бўлиб, ёзи жуда иссиқ, курук ва давомли, киш нисбатан совуқ. Ҳаво ҳарорати ва атмосфера ёғинлари текисликдан тоғ ва тоғ олди ҳудудларига томон ортиб боради; Ҳавзада 40 га яқин метеорологик станциялар фаолият олиб борган. Шулардан ҳозирги кунда 9 таси кузатишларни олиб бормоқда. Мазкур метеорологик станцияларда кузатилган ҳаво ҳарорати ва атмосфера ёғинлари маълумотлар банки яратилди; Қашқадарё воҳасининг иқлим картасини замонавий ГАТ технологиялари асосида 1:500 000 масштабда яратилди.

### **Адабиётлар рўйхати**

1. Агроклиматические ресурсы Кашкадарьинской, Сурхандарьинской областей Узбекистана. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 264 с.
2. Агроклиматический справочник по Узбекской ССР. вып.2. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – 267 с.
3. Раклов В.П. Географические информационные системы (ГИС) в тематической картографии. – М.: ГУЗ, 2003.
4. Расулов А.Р., Ҳикматов Ф.Ҳ., Айтбоев Д.П. Гидрология асослари. - Тошкент: Университет, 2003
5. Тойчиев Х.А., Ҳикматов Ф.Ҳ. Ўзбекистон ер усти сувлари атласи лойиҳаси ҳақида. Экология хабарномаси. - №3. –Тошкент, 2007. - Б.5-6.
6. Сафаров Э.Ю., Пренов Ш.М. Табиий карталарни лойиҳалаш ва тузиш (ўқув қўлланма). – Тошкент: Университет, 2011. - 258 б.
7. Ўзбекистон географик атласи. – Тошкент, 2016. – 191б.
8. Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на гидрометеорологические процессы, агроклиматические и водные ресурсы Республики Узбекистан. – Ташкент: Ворис-нашриёт, 2007. – 132 с.

### **BUXORO VILOYATI XADICHA KO‘LI ALGOFLOASIDAGI INDIKATOR-SAPROB SUVO‘TLARINING TARQALISHI BO‘YICHA GAT XARITALARI**

Qobulova B.B.<sup>1</sup>, Tashpulatov Y.Sh.<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Buxoro davlat universiteti, O‘zbekiston

<sup>2</sup> Samarqand agroinnovatsiyalar va tadqiqotlar instituti,

<sup>3</sup> Samarqand veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti, O‘zbekiston, yigitali\_t1981@mail.ru

**Annotatsiya.** Buxoro viloyati Xadicha ko‘li algoflorasi tarkibidagi 169 tur indikator-saprob turlarning tarqalishi, mavsumiy uchrash darajalari hamda GPS ma‘lumotlari asosida GAT xaritalari tuzilgan. Bu orqali suv havzasining organik moddalar bilan ifloslanishini mavsumiy monitoringni olib borish imkoniyati yaratildi.

**Kalit so‘zlar:** Xadicha ko‘li, algoflora, indikator-saprob turlar, uchrash darajasi, ifloslanish, GAT xarita

# ГИС КАРТЫ ПО РАСПРЕДЕЛЕНИЮ ИНДИКАТОРНО-САПРОБНЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ В АЛЬГОФЛОРЕ ОЗЕРА ХАДЫЧА БУХАРСКОЙ ОБЛАСТИ

Кабулова Б.Б.<sup>1</sup>, Ташпулатов Й.Ш.<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Бухарский государственный университет, Узбекистан

<sup>2</sup> Самаркандский институт агроинноваций и исследований, Узбекистан

<sup>3</sup> Самаркандский университет ветеринарной медицины, животноводства и биотехнологии, Самарканд, Узбекистан

**Аннотация.** На основе ГИС карты составлено распределение 169 видов индикаторно-сапробных видов в альгофлоре озера Хадича Бухарской области, сезонные уровни встречаемости и данные GPS. Это позволило проводить сезонный мониторинг загрязнения водного объекта органическими веществами.

**Ключевые слова:** озеро Хадича, альгофлора, индикаторно-сапробные виды, уровень встречаемости, загрязнение, ГИС карта.

## GIS MAPS ON THE DISTRIBUTION OF INDICATOR-SAPROBIC ALGAE IN THE ALGOFLORES OF LAKE KHADICHA, BUKHARA REGION

Kabulova B.B.<sup>1</sup>, Tashpulatov Y.Sh.<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Bukhara State University, Uzbekistan

<sup>2</sup> Samarkand Agroinnovations and Research University,

<sup>3</sup> Samarkand University of Veterinary Medicine, Animal Husbandry and Biotechnology, Samarkand, Uzbekistan

**Abstract.** Based on the GIS map, the distribution of 169 species of indicator-saprobic species in the algal flora of Lake Khadicha, Bukhara region, seasonal occurrence levels and GPS data were compiled. This made it possible to conduct seasonal monitoring of pollution of a water body with organic substances.

**Keywords:** Lake Khadicha, algal flora, indicator-saprobic species, level of occurrence, pollution, GIS map.

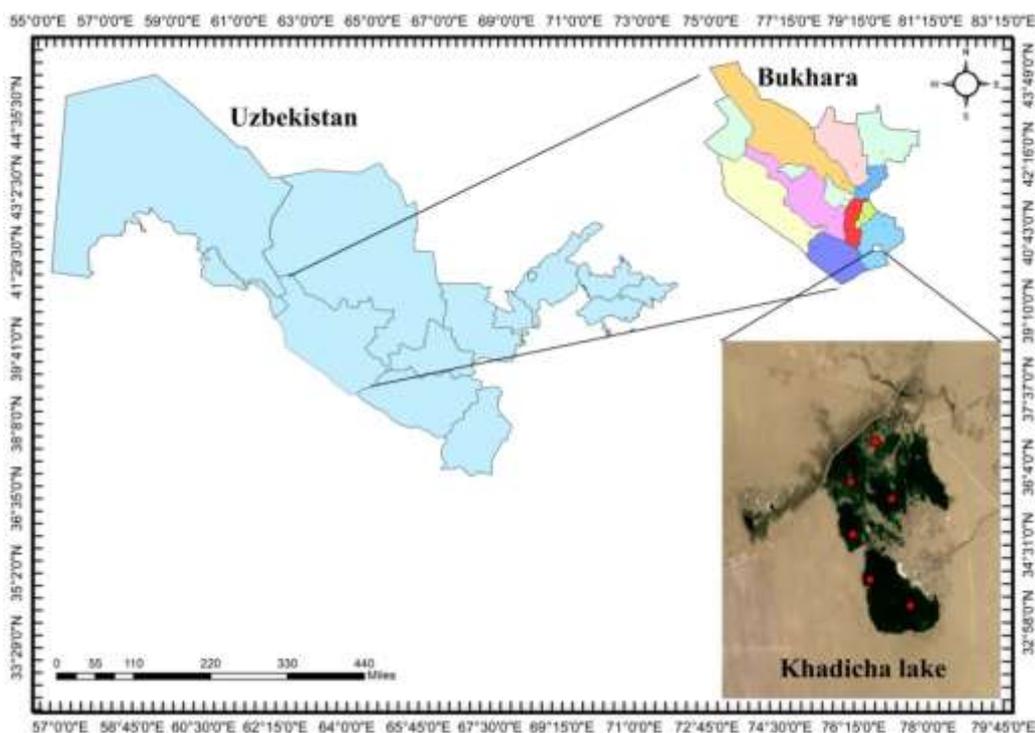
Ma'lumki, Buxoro viloyatidagi sug'orma yerlar uchta maskanda Buxoro, Qorako'l va Qorovulbozor vohalarida mujassamdir. Bu yerdagi obikor yerlarning meliorativ holatini yaxshilash maqsadida zovurlar sistemasi yaratilgan. Ularning aksariyati, ochiq zovurlardir. Xadicha ko'li Buxoro viloyatining Qorovulbozor tumanida joylashgan (1-rasm).

АВМКнинг o'ng qirg'og'ida joylashgan (50-100 m kenglikda yo'l o'tadi. Lekin АВМКдан suvi tushmaydi). Ko'lining morfometrik ma'lumotlari quyidagicha: Xadicha ko'li 1980 yilda Qashadaryo yo'nalishi orqali kelgan toshqin suvlar natijasida vujudga kelgan. Suv ostida chorvachilik yaylovlari saksavulzorlar qolib ketgan. Ko'lining maydoni 12300 ga, ko'l uzunligi 18-20 km, eng keng joyi 8 km, eng katta chuqurlik 10,8 metr, O'rtacha chuqurlik 4,6 metr, ko'lining suv hajmi 57,5 mln/m<sup>3</sup>, ko'lining qirg'oq aylanasi 18,3 kmni tashkil qiladi.

Ko'l tubi reliefi o'ziga xos xususiyatga ega bo'lib yassi shaklga ega. Ko'l tubi quyidagi biotoplarga bo'linadi. Bular litofil, pssamofil, argillofil va pelofil hamda fitofil. Ko'lining asosiy qismini fitofil, pelfil va pssamofil tashkil qiladi. Fitofil biotopi 75-85% maydonni egallaydi.

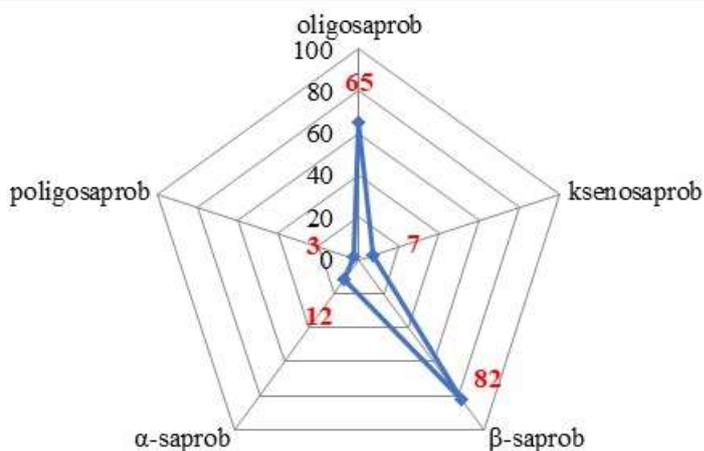
Xadicha ko'li algoflorasini o'rganish maqsadida 2019-2021 yillar mobaynida belgilangan marshrut asosida ko'lining 6 ta nuqtasida umumqabul qilingan algologik va gidrobiologik uslublar yordamida 116 ta (54 plankton, 50 bentos va 12 bentos) algologik namunalar bahor, yoz va kuz oylarida olindi hamda 4 % formalinda fiksatsiyalandi [1].

Xadicha ko'li algoflorasini o'rganishga qaratilgan marshrutli ekspeditsiyalarimiz davomida to'plangan algologik materiallarni o'rganish va tahlil qilish natijasida algoflora tarkibida suvo'tlarning 216 turi aniqlangan bo'lib, ular 6 bo'lim (Cyanoprokaryota, Dinophyta, Chrysophyta, Bacillariophyta, Euglenophyta, Chlorophyta), 12 sinf, 19 tartib, 36 oila, 70 turkumga mansub [2-5].



**1-rasm.**  
**Xadicha**  
**ko'lining**  
**xarita**  
**sxemasi**

Xadicha ko'li algoflorasi tarkibida suvning organik moddalar bilan ifloslanish darajasini belgilovchi indikator-saprob turlarning 5 guruhga ajratib tahlil qilindi. Algoflora tarkibidagi indikator-saprob turlarning jami 169 turi aniqlandi. Ular ko'lining jami florasini 78,24% tashkil etadi. Unga ko'ra indikator-saprob guruhlar orasida  $\beta$ -mezosaprob turlar 82 turi (37,99%) bilan yaqqol yetakchilik qilishi aniqlandi. Keyingi o'rinlarni oligosaprob turlar 65 turi (30,00%) bilan,  $\alpha$ -mezosaprob turlar 12 turi (5,55%),  $\chi$ -saprob turlar 7 turi (3,24%) hamda  $\rho$ -saprob turlarning 3 turi (1,38%) egalladi (2-rasm).

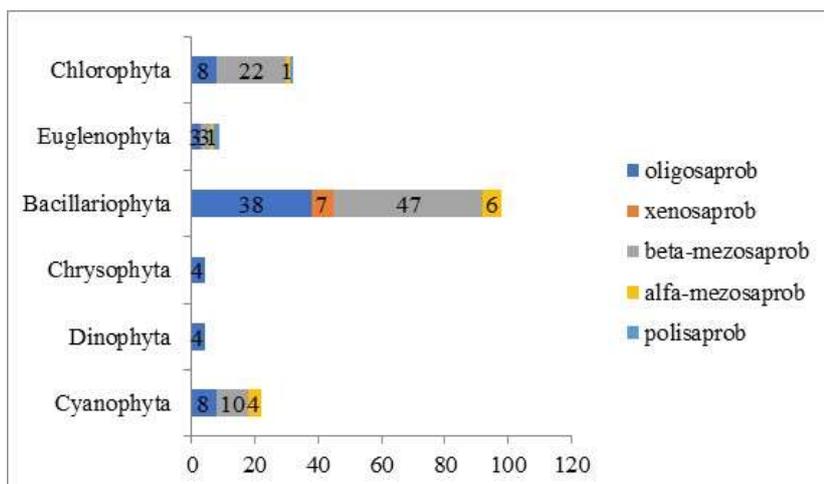


**2-rasm. Algoflorasi tarkibidagi**  
**indikator-saprob turlarning**  
**taqsimlanishi**

Aniqlangan indikator-saprob turlar suvo'tlar bo'limlari orasida notekis taqsimlangan. sianofitlarning 8 turi oligosaprob, 10 turi  $\beta$ -mezosaprob, 4 turi  $\alpha$ -mezosaprob turlarga mansub. Dinofit va oltin tusli suvo'tlarning barcha indikator-saprob turlari (4 tur) oligosaprob turlarga mansub. Diatomlarning 38 turi oligosaprob turlarga, 7 turi ksenosaprob turlarga. 47 turi  $\beta$ -mezosaprob turlarga, 6 turi  $\alpha$ -mezosaprob turlarga xos. Evglenalarning 3 turi oligosaprob, 3 turi  $\alpha$ -mezosaprob, 1 turi  $\alpha$ -mezosaprob, 2 turi polisaprob hisoblanadi. Yashil suvo'tlarda 8 tur oligosaprob, 22 turi  $\beta$ -mezosaprob, 1 turi  $\alpha$ -mezosaprob va 1 turi polisaprob ekanligi ma'lum bo'ldi (3-rasm).

Algoflora tarkibidagi oligosaprob turlarga: *Dactylococcopsis acicularis*, *Microcystis grevillei*, *Coelosphaerium kuetzingianum*, *Oscillatoria planctonica*; beta-mezosaprob turlardan: *Rabdoderma lineare*, *Merismopedia tenuissima*, *Microcystis aeruginosa*, *Synedra acus*; alfa-

mezosaprob turlardan: *Oscillatoria limosa*, *O. sancta*, *O. tenuis*, *Nitzschia hungarica*; polisaprob turlardan: *Chlorella vulgaris*, *Euglena caudata*, *E. viridis* kabi turlar aniqlandi.



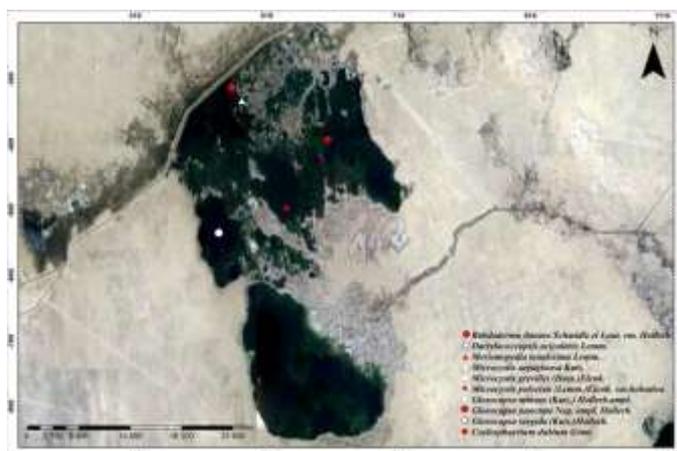
**3-rasm. Algoflora tarkibidagi indikator-saprob turlarning suvo‘tlar bo‘limlarida taqsimlanishi**

Buxoro viloyatidagi Xadicha ko‘lida uchraydigan indikator saprob suvo‘tlarning tarqalishi, fasllardagi uchrash darajasi, saproblik indeksi, GPS koordinatalari hamda tarqalishi aks etgan GAT haritalari keltirilgan. Tayyorlangan “Buxoro viloyati Xadicha ko‘li indikator-saprob suvo‘tlarining kadastri” ko‘ldagi indikator-saprob turlarning tarqalishi, miqdoriy ko‘rsatkichlari hamda davriy o‘zgarishlarini kuzatib borish imkonini beradi [6].

Quyida Xadicha ko‘li algoflorasi tarkibidagi indikator-saprob suvo‘tlarining tayyorlangan kadastrida aks etgan ma’lumotlar va xarita namunasi keltiriladi:

**Xadicha ko‘li indikator saprob suvo‘tlari va ularning koordinatalaridan namuna**

Turning ilmiy nomi	Uchrash mavsumi	Saproblik indeksi, S	Uchrash darajasi,	GPS koordinatalari
<i>Rabdoderma lineare</i> Schmidle et Laut. em. Hollerb	Bahor, yoz	2;2	3;3	39.371505, 64.483369
<i>Dactylococcopsis acicularis</i> Lemm.	Yoz, kuz	1;1	3;3	39.324681, 64.477401
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemm.	Bahor, yoz, kuz	2;2;2	3;5;3	39.330366, 64.506551
<i>Microcystis aeruginosa</i> Kutz.	Bahor, yoz, kuz	2;2;2	7;7;7	39.3659644, 64.4879395
<i>Microcystis grevillei</i> (Hass.)Elenk.	Bahor, yoz, kuz	1;1;1	5;5;3	39.3659644, 64.4879395
<i>Microcystis pulverea</i> (Lemm.)Elenk. var.holsatica	Bahor, yoz, kuz	1;1;1	3;5;5	39.330366, 64.506551



**4-rasm. Xadicha ko‘li tarkibidagi suvo‘tlarning tarqalishi aks etgan GAT xarita namuna**

## Bo'lim: CYANOPROCARYOTA

### Turkum: *Rabdoderma*

1. *Rabdoderma lineare* Schmidle et Laut. em. Hollerb. Xadicha ko'li akvatoriyasidan olingan bahor va yozgi namunalarda aniqlandi. **Beta-mesosaprob.** Saproblik indeksi 2; saproblik darajasi 2; uchrash darajasi: bahorda-3, yozda-3; GPS koordinatalari: 39.371505, 64.483369. (1-xarita)

### Turkum: *Dactylococcopsis*

2. *Dactylococcopsis acicularis* Lemm. Xadicha ko'li akvatoriyasidan olingan yoz va kuzgi namunalarda aniqlandi. **Oligosaprob.** Saproblik indeksi 1; saproblik darajasi 1; uchrash darajasi: Yoz-3, kuz-3; GPS koordinatalari: 39.324681, 64.477401. (1-xarita)

### Turkum: *Diatoma*

54. *Diatoma anceps* (Ehr.) Kirch. Xadicha ko'li akvatoriyasidan olingan yoz va kuzgi namunalarda aniqlandi. **Ksenosaprob.** Saproblik indeksi 0 saproblik darajasi 0; uchrash darajasi: yoz-3, kuz-5; GPS koordinatalari: 39.330366, 64.506551. (6-xarita)

## Adabiyotlar ro'yxati

1. Водоросли Справочник / С.П. Вассер, Н.В. Кондратьев, Н.П. Масюки др. – Киев: Наукова думка, 1989. – 608 с.
2. Kobulova B.B. Xadicha ko'li algoflora va uning asosiy taksonlari tahlili // Xorazm Ma'mun akademiyasi axborotnomasi. 2023- №12/1. 44-47 b.
3. Kobulova B.B., Tashpulatov Y.Sh. Bioresource potential of Phytoplankton of lake Khadicha (Bukhara, Uzbekistan) // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1138 (2023) 012014. <https://doi:10.1088/1755-1315/1138/1/012014> (Scopus, IF=1.0)
4. Kobulova B.B., Yazdonov U.T., Aitbayeva K.K., Tashpulatov Y.Sh. Ecological characteristics of algoflora of Lake Khadicha and monitoring water quality // ETESD-II-2023 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1284 (2023) 012035. <https://doi:10.1088/1755-1315/1284/1/012035> (Scopus, IF=1.0)
5. Kobulova B.B., Tashpulatov Y.Sh. Influence of External Factors on Algae Biomass in Lake Khadicha (Bukhara, Uzbekistan) // American Journal of Plant Sciences, 2023, 14, 1399-1409. <https://doi.org/10.4236/ajps.2023.1412094>
6. Qobulova B.B., Tashpulatov Y.Sh. Buxoro viloyati Xadicha ko'li indikator-saprob suvo'tlari kadastri. Uslubiy qo'llanma. – Buxoro. 2023. 1.6 bosma taboq,

## IQLIM O'ZGARISHIGA BOG'LIQ BA'ZI GEOEKOLOGIK MUAMMOLAR VA ULARNING YECHIMLARI (O'RTA ZARAFSHON HAVZASI MISOLIDA)

Xayitov Y.Q.<sup>1</sup>, Xurramova N.X.<sup>2</sup>, Juraxujayev D.D.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Buxoro davlat universiteti, O'zbekiston

<sup>2</sup> Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti, O'zbekiston

<sup>3</sup> O'zbekiston-Finlandiya pedagogika instituti, Samarqand, O'zbekiston

**Annotatsiya:** Mazkur maqolada antropogen ta'sir tufayli iqlim o'zgarishi va buning natijasida yuzaga keladigan ba'zi geoekologik muammolar keltirib o'tilgan.

**Kalit so'zlar:** antropogen ta'sir, eroziya, global ekologik muammo, iqlim o'zgarishi, tuproq degradatsiyasi.

## НЕКОТОРЫЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С ИЗМЕНЕНИЕМ КЛИМАТА, И ИХ РЕШЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ БАСЕЙНА СРЕДНЕГО ЗАРАФШАНА)

Хайтов Ю.К.<sup>1</sup>, Хуррамова Н.Х.<sup>2</sup>, Джурахужаев Д.Д.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Бухарский государственный университет, Узбекистан

<sup>2</sup> Самаркандский государственный университет имени Шарофа Рашидова, Узбекистан

<sup>3</sup> Узбекско-Финский педагогический институт, Самарканд, Узбекистан

**Аннотация:** В этой статье приводятся некоторые геоэкологические проблемы, вызванные изменением климата из-за антропогенного воздействия.

**Ключевые слова:** антропогенное воздействие, эрозия, глобальная экологическая проблема, изменение климата, деградация почв.

## SOME GEOECOLOGICAL PROBLEMS RELATED TO CLIMATE CHANGE AND THEIR SOLUTIONS (IN THE CASE OF THE MIDDLE ZARAFSHAN BASIN)

Khayitov Y.Q.<sup>1</sup>, Khurramova N.X.<sup>2</sup>, Jurakhujayev D.D.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Bukhara State University, Uzbekistan

<sup>2</sup> Samarkand State University named after Sharaf Rashidov Uzbekistan

<sup>3</sup> Uzbek-Finnish pedagogical Institute, Samarkand, Uzbekistan

**Abstract:** This article presents climate change due to anthropogenic impact and some geoecological problems that result.

**Keywords:** anthropogenic impact, erosion, global environmental problem, climate change, soil degradation.

Hozirgi kunda butun insoniyat oldida turgan eng jiddiy va jahon hamjamiyati tomonidan tan olingan global ekologik muammolardan biri bu iqlim o'zgarishi muammosidir. Bu muammo turli sohalarga jiddiy salbiy ta'sir ko'rsatadi va kechiktirib bo'lmaydigan choralar ko'rishni taqozo etadi. Iqlim o'zgarishi O'zbekistonning O'rta Zarafshon hududini ham chetlab o'tmayapti. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatmoqdaki yurtimizda 1880-yildan hozirgacha bo'lgan davrda o'rtacha yillik havo harorati 1,6°C ga ya'ni 13,2°C dan 14,8°C ga oshganini ko'rish mumkin [5]. Mutaxassislarining prognozlariga ko'ra 2030-2050 yillarga borib mintaqamiz hududida yana havo harorati 1,5-3°C ga ko'tarilishi mumkin. Havo harorati ayniqsa Orolbo'yi hududlarida ko'tarilishi mumkin. Bu esa o'z navbatida yurtimizning boshqa hududlarida ham mahalliy iqlimning o'zgarishiga olib keladi [1].

Bizga ma'lumki iqlim o'zgarishi asosan 2 xil omil ta'sirida yuzaga keladi.

1. Tabiiy omillar. Yer qobiqlarida sodir bo'ladigan harakatlar, yerning o'z orbitasi bo'ylab harakati va qiyaligi, quyosh faolligining o'zgarishi, vulqonlarning otilishi va boshqa o'zgarishlarni ichiga oladi.

2. Antropogen omillar. Antropogen ta'sir yordamida sodir bo'lishi mumkin. Ya'ni atmosfera tarkibida gazlar miqdorining oshib ketishi, yoqilg'i resurslaridan ko'p foydalanish, qishloq xo'jaligi yerlaridan noto'g'ri foydalanish, o'rmonlarni ayovsiz kesish va boshqalarni misol qilib keltirish mumkin.

Bulardan antropogen ta'sir natijasida sodir bo'ladigan iqlim o'zgarishi xavfli va tez chora-tadbirlar ishlab chiqilmasa qaytarib bo'lmaydigan salbiy oqibatlariga olib kelishi mumkin.

Bizning o'rganayotgan hududimiz O'rta Zarafshon hududida ham insonning tabiatga ta'siri noxush geokologik muammolarni kelib chiqishiga sabab bo'lmoqda. Masalan, suvning ifloslanishi, tuproqning sho'rlanishi, sanoat chiqindilarining inson salomatligi va atrof-muhit tozaligiga salbiy ta'siri, cho'llanishning kuchayishi, havo ifloslanishining ortib borishi, iqlim o'zgarishi tufayli sodir bo'ladigan landshaftlardagi, fauna va floradagi o'zgarishlar va boshqalar. Bundan tashqari iqlimning o'zgarishida aholining o'sishi bilan sanoat korxonalarining jadal rivojlanishi, avtotransport va ifloslantiruvchi moddalar chiqindilarining ko'payishi natijasida atrof-muhitdagi haroratning oshishini qo'shimcha qilib keltirsak bo'ladi.

O'rta Zarafshon havzasining iqlimi O'zbekistonning boshqa hududlari iqlimidan farq qilib, chala cho'l iqlim xarakteriga ega. Bu O'rta Zarafshon havzasini orografik tuzilishi, bar'erlik va nisbatan balandroq gipsometrik yuzada joylashganligi bilan bog'liq [7].

Bundan tashqari havzada so'ngi yillarda antropogen ta'sir natijasida iqlim o'zgarishi tufayli turli tabiiy geografik jarayonlar ham yuzaga kelmoqda. Masalan bularga eroziya, tuproqlarning degradatsiyaga uchrashi, sel toshqinlari, muzliklar maydonining qisqarishi va boshq [9].

Oʻrta Zarafshon hududi qadimdan Markaziy Osiyo va Oʻzbekistonda dehqonchilik bogʻdorchilik va chorvachilik markazlaridan biri boʻlib kelgan. Biroq, oʻzgaruvchan iqlim dehqonlar, fermerlar va bogʻbonlar uchun qiyinchilik olib kelmoqda, yaʼni ularning oʻz ekinlarini saqlab qolishini qiyinlashtirmoqda. Ayrim hududlarda iqlim oʻzgarishi tufayli kuchaygan suv tanqisligi fermerlarni yer osti suvlaridan foydalanishga boʻlgan talabning oshishiga, bu esa chuchuk suv miqdorining kamayishiga olib kelmoqda. Oqibatda qishloq xoʻjaligi yerlarining unumdorligi pasaymoqda, hududda ekotizimlarning nozik muvozanati buzilmoqda. Iqlim oʻzgarishi tufayli havo haroratining koʻtarilishi jaziramani kuchaytirmoqda. Haroratning bunday koʻtarilishi hududning qurgʻoqchil va yarim qurgʻoqchil mintaqalarida choʻllanish jarayonini tezlashtiradi. Choʻllanish kengayib borar ekan, u nafaqat bu hududlarda yashovchi aholining turmush tarziga, balki asrlar davomida ushbu ogʻir muhitga moslashgan noyob flora va faunaga ham tahdid soladi [8,10].

Kelajakda esa iqlim oʻzgarishi tufayli qurgʻoqchilik va suv taqchilligi, toshqinlar va qum boʻronlari kabi ofatlar koʻpayishi mumkin. Haroratning koʻtarilishi tufayli yogʻingarchilikning kamayishi va bugʻlanishning kuchayishi muzliklar maydonining qisqarishi natijasida vohaning asosiy hayot manbai hisoblangan Zarafshon daryosi suvining kamayishi qishloq xoʻjaligi ekinlari hosildorligini pasaytirishi mumkin. Bundan tashqari suv tanqisligi tuproqning degradatsiyaga uchrashi va aholi yashash joylarining siyraklashishiga olib kelishi mumkin.

Jiddiy va kechiktirib boʻlmaydigan geokologik muammo hisoblangan iqlim oʻzgarishi muammosini maʼlum darajada kamaytirish uchun Oʻrta Zarafshon havzasida quyidagi chora-tadbirlarni ishlab chiqish kerak:

1. Daraxt va butalarni qirgʻishni butunlay taqiqlash (bundan 25-30-yil ilgari Zarafshon daryosining oʻng qirgʻogʻida qalin toʻqayzorlar bor edi. Yaqin yillar mobaynida ushbu toʻqayzor, daraxtzorlar insonlar tomonidan oʻzlashtirilib kesib tashlandi va ular oʻrniga dehqonchilik mahsulotlari ekila boshlandi. Bu holat ham oʻz navbatida iqlim isishiga va daryo suvidan koʻp foydalanishga, daryo suvining kamayishiga va koʻp dehqonlar yer osti suvlaridan foydalanishga, natijada yerlar shoʻrlab degradatsiyaga uchrashiga olib kelmoqda.) va mahalliy aholining yogʻochga, yoqilgʻiga boʻlgan talabini qondirish. Bunda ayniqsa sanoatlashgan hududlarga daraxt va boshqa buta ekinlarini koʻp ekish kerak. Hisob kitoblarga koʻra 1 kishi uchun bunday ekinlar 100 kvadrat metrdan kam boʻlmasligi lozim.

2. Urbanizatsiyalashgan koʻp hududlar singari Oʻrta Zarafshon hududining koʻp shaharlarida ham transport muammosi eng asosiy muammolardan hisoblanadi. Hududlarda atmosfera havosini tozalash boʻyicha koʻp ishlar amalga oshirilmoqda. Tadqiqotlar shuni koʻrsatadiki, aholisi 1 mln.dan ortiq boʻlgan barcha shaharlar metropoliten xizmatiga, yirik shaharlar esa Samarqand shahri singari tramvay, trolleybus xizmatiga (tramvay xizmatini koʻpaytirish kerak) oʻtishi, shahar atrofi hududlari uchun elektropoyezdlarni yoʻlga qoʻyish kerak [4]. Dunyoning koʻpchilik davlatlarida “shaxsiy avtomobilsiz bir kun”, “haftada bir kun shaxsiy avtomobilsiz” yoki ish joyi va oʻqish joyi yaqin boʻlganlar uchun velosipeddan foydalanish uchun yoʻlakchalar tashkil etilgan.

3. Oʻrta Zarafshon havzasi xushmanzara, soʻlim tabiat maskanlari, dam olish joylari, turistik-rekreatsion resurslarga boy hudud hisoblanadi. Aholi sonining oʻsishi bilan bunday resurslardan foydalanish miqdori ham oshaveradi. Bunday joylarni iflos qilmaslik, chiqindi tashlamoslik, ayniqsa gulxan yoqib atrofni zararlamoslik kerak. Rekreatsion resurslardan oqilona foydalanish boʻyicha qonunlar qabul qilinishi lozim.

4. Maʼlumki, atmosfera havosini eng koʻp zararlaydigan va iqlim oʻzgarishiga jiddiy taʼsir qiladigan vositalardan biri bu-sanoat korxonalaridir. Sanoat korxonalaridan chiqadigan zararli moddalar atmosferaning pastki qatlamida toʻplanib qoladi. Ob-havo barqaror boʻlgan vaqtlarda havoning vertikal harakati kuchsizlanadi va toʻxtab qoladi. Shuningdek temperatura inversiyasi havoning pastki qatlamida boʻlganda ham havoning vertikal harakati yuzaga kelmaydi [3]. Bu holatlarni yoʻqotish uchun sanoat korxonalarini trubalarini ancha baland qilib qurish kerak. Shahar ichida esa havo tozaligini taʼminlovchi uskunalarni qurish maqsadga muvofiqdir. Bundan tashqari sanoat korxonalarini joylashtirishda shamol yoʻnalishini ham hisobga olish kerak. Agar

Samarqand shahri misolida oladigan bo'lsak, sanoat korxonalarini shaharning g'arbiy va shimoliy-g'arbiy qismiga joylashtirishga e'tibor berish kerak.

O'ylaymizki, iqlim o'zgarishini barqarorlashtirish va unga moslashish chora-tadbirlariga rioya etish har birimizni burchimiz bo'lishi lozim.

### Adabiyotlar ro'yxati

1. Abbasov, S. B., & Samyayev, A. K. (2020). MODERN ECOLOGICAL PROBLEMS OF ZARAFSHAN RIVER DELTA. Theoretical & Applied Science, (1), 636-638.
2. Burxanovich, AS, & Tairovna, SN (2018). Aydar-Arnasoy ko'llar tizimi: Ekologik xavfsizlik va uning barqaror rivojlanish muammolari. Yevropa ilmiy sharhi , (5-6), 275-278.
3. Inagamova Mafura Muxtarxonovna, Sadikova Shirin Tairovna. O'ZBEKISTONDA IQLIM O'ZGARISHI VA EKOLOGIK MUAMMOLARNING AYRIM JIHATLARI. Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi jurnali. 5-son, 2- to'plam, sentyabr-2023.
4. Jo'raqulova Dilbar Xayrullayevna. Antropogen landshaftlar shakllanishini tarixiy-genetik davrlashtirish (Surxondaryo havzasi misolida).Dissertatsiya. Samarqand-2023. 55-bet.
5. M. Qodirov. Samarqand shahrida sanoat korxonalarini joylashtirish va ularning tabiiy muhitga ta'siri. Ilmii maqolalar to'plami. Samarqand-1990.6-59-60.
6. Meliyev Baxtiyor Abduxomidovich. O'rta Zarafshon antropogen landshaftlarini tadqiq etishda aerokosmik, matematik, va geoinformatsion metodlardan foydalanish. Dissertatsiya. Samarqand-2019. 52-bet.
7. N. Mamatkulov, F. Bahriev. Janubiy-g'arbiy Ўzbekistonda urbanizatsiya jarayoni va tabiiy muhofoza qiliish masalalari..Ilmii maqolalar to'plami. Samarqand-1990.6-50.
8. Хайитов Ю.К., Хурамова Н.Х., Джурахужаев Д.Д. (2023). Теоретические и методологические основы изучения антропогенных ландшафтов. [Электронный ресурс] // Экономика и социум. -2024. - №4(119) URL: [https://www.iupr.ru/\\_files/ugd/b06fdc\\_98d3c1ba7e8d44d1a7ff96a0c4989993.pdf?index=true](https://www.iupr.ru/_files/ugd/b06fdc_98d3c1ba7e8d44d1a7ff96a0c4989993.pdf?index=true)
9. Xurramova, NX, Mirzaliyev, SR, & Juraxujayev, DD (2023). O'rta Zarafshon havzasi landshaftlariga antropogen ta'sir va havza landshaftlarining rivojlanish qonuniyatlari. Ekonomi va sotsium, (6-1 (109)), 544-547.
10. Xurramova, N., Orifjonova, I., Sirojeva, J., Ahmadov, N., & Qutlimuratova, B. (2023). O'rta Zarafshon havzasidagi antropogen landshaftlarning turlari. Академические исследования в современной науке, 2(14), 150-155.

### ASSESSING SNOW COVER DYNAMICS IN CENTRAL ASIA: IMPLICATIONS FOR WINTER TOURISM DEVELOPMENT

Musyck B.<sup>1</sup>, Jarihani B.<sup>2,3,4</sup>

<sup>1</sup> University of Central Asia, School of Arts and Science, Khorog, Tajikistan, [bernard.musyck@ucentralasia.org](mailto:bernard.musyck@ucentralasia.org)

<sup>2</sup> James Cook University, College of Science and Engineering, Townsville, Australia, [ben.jarihani@jcu.edu.au](mailto:ben.jarihani@jcu.edu.au)

<sup>3</sup> University of the Sunshine Coast, School of Science, Technology and Engineering, Brisbane, Australia

<sup>4</sup> National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Tashkent, Uzbekistan

**Abstract.** The paper analyses the effect of climate change on alpine ski tourism in Central Asia. The ski industry relies on specific and stable climatic conditions that have been changing significantly in recent decades: shortened and more variable ski seasons and strong variability in the quality of snow resulting in a reduction of operating ski days. The present study aims to understand how climate change has been affecting ski tourism stakeholders in Kyrgyzstan, Kazakhstan, Uzbekistan and Tajikistan. The study also plans to document how stakeholders in the industry are gradually adapting (or not) to those climate changes. To achieve this goal, various tools such as historical snow-covered area records are extracted from satellite images to examine changes in snow availability and variability for Central Asia region. Changes in dynamics of snow were assessed by using daily snow-covered area from satellite images for the last 22 years. Going forward, projected climate scenarios will be used to account for future dynamics of snow coverage in the resorts under study and economic implications will be analysed in terms of adaptability and future development of the areas under study.

**Keywords:** snow, climate change, adaptation strategies, winter tourism, Central Asia

**Introduction.** Ski tourism plays an important role in the socioeconomic landscape of Central Asia, offering a myriad of benefits including economic diversification, infrastructure development, and job creation [10]. This paper seeks to assess the dynamics of snow cover in Central Asia and its implications for the development of winter tourism, particularly within the ski industry. As climate change continues to exert its influence on snow patterns in the region [6] [23], understanding the socioeconomic importance of ski tourism and its susceptibility to changing snow cover dynamics is paramount. A selected number of related studies have been undertaken closer to Central Asia, in Iran [9], Turkey [17] and Russia [2].

Various studies have underscored the socioeconomic significance of ski resorts in stimulating local economies across the globe [18]. Proximity to ski resorts has been shown to enhance economic opportunities for nearby villages and towns, with tourism influx during the cold seasons driving economic growth and job creation [7]. Additionally, ski resorts contribute to cultural preservation by endorsing indigenous goods and traditions, thereby fostering local enterprise and craftsmanship [11].

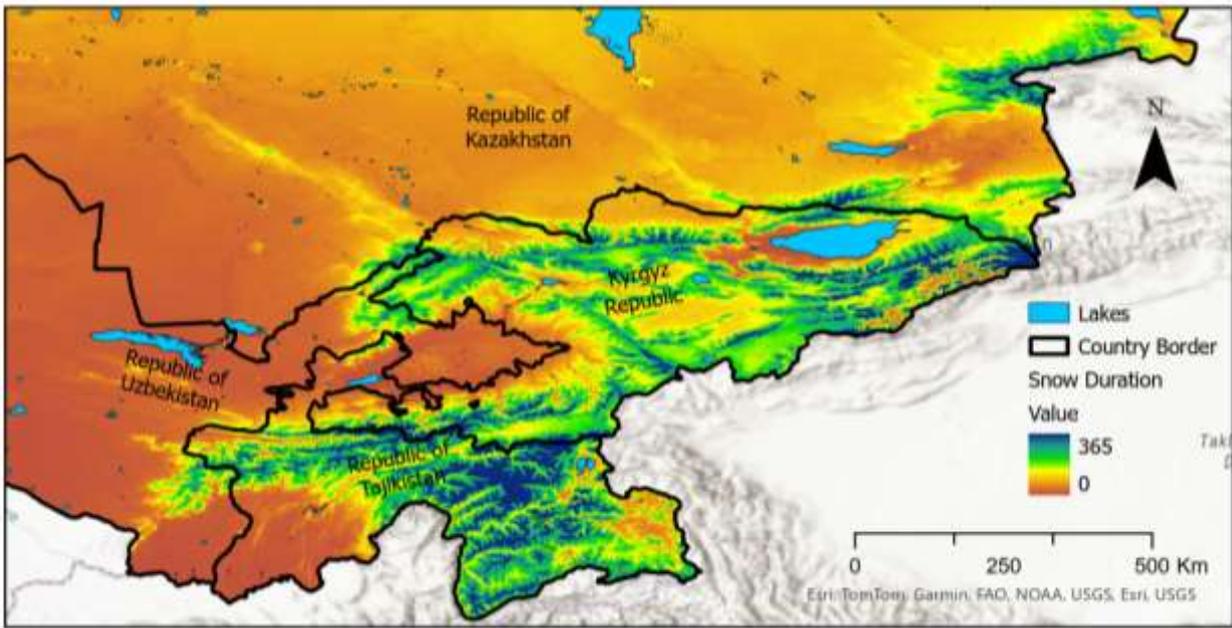
In Central Asia, where ski tourism is a developing market, the potential for economic growth within the ski industry is evident [13]. Limited supply and growing demand in the region have prompted developers and operators to explore commercial opportunities within Central Asia's ski tourism sector. However, sparse research exists on the specific socioeconomic impacts of ski tourism in Central Asia, highlighting the need for comprehensive analysis in this domain [19] [22] [12] [8] [20] [14] [15].

While Central Asia's ski industry remains relatively unknown on the global stage, there are indications of its growing potential. Fuelled by a growing demand (from a young affluent urban class), ski centers such as the Karakol ski resort (Kyrgyzstan) have demonstrated significant contributions to the local economy by attracting domestic skiers and tourists from neighboring countries [8] [12]. Despite fluctuations in foreign tourist numbers, domestic visitors continue to sustain the economic vibrancy of ski resorts, supporting local enterprises and employment opportunities in hospitality, transportation, and recreational services.

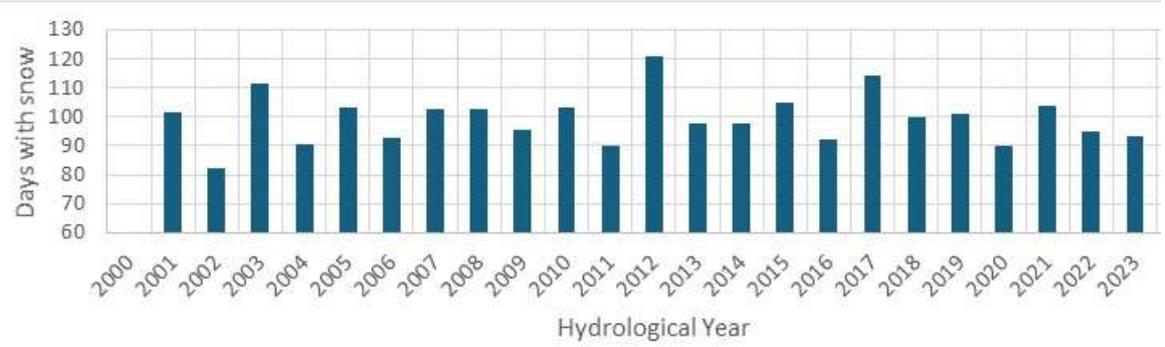
In light of the economic importance of ski tourism in Central Asia, coupled with the dynamic nature of snow cover [6] [23] influenced by climate change [3], it is imperative to assess the sustainability of winter tourism development in the region. This paper aims to fill existing research gaps by examining snow cover dynamics in Central Asia and elucidating their implications for the ski industry, thereby contributing to informed decision-making and sustainable development strategies in the region.

**Methodology.** Empirical data is obtained through semi-structured interviews with key stakeholders in the ski industry. In-depth interviews are conducted with the management teams of all operational ski resorts in Kyrgyzstan, Uzbekistan, Kazakhstan and Tajikistan. This qualitative approach allows for a detailed investigation of the socioeconomic factors at play, incorporating the insights of industry professionals and stakeholders. The information gleaned from these interviews will be crucial in establishing correlations between climatic variables and the operational and economic dynamics of ski resorts.

For the analysis of snow dynamics, Average Annual Snow Cover Duration (SCD) data from 2000 to 2023 was extracted from the Global SnowPack Mean product of DLR geoservice website (<https://tandemx-science.dlr.de/>). This product utilizes daily MODIS snow cover data since February 2000 to calculate the mean snow cover duration (SCDmean) for each hydrological year, starting from 2001 [6] [4] [5]. The hydrological year spans from October 1 of the previous year to August 31 of the reference year in the northern hemisphere. It comprises daily snow cover extent (SCE) and seasonal snow cover duration (SCD), both recognized as essential climate variables by the WMO. The accurate determination of these variables is crucial for monitoring climate change effects, particularly regarding the cryosphere's substantial impacts on people and the environment. The extracted Snow Cover Duration data specifically focuses on the Central Asian Region. Fig. 1. illustrates the spatial variability of snow cover in Central Asia, and Fig. 2. illustrates the Dynamics of Total Snow Cover Duration in time for each year.



**Fig. 1. Average annual Snow Cover Duration (SCD) from 2000-2023 extracted from GSP - Global SnowPack Mean product of DLR geoservice website (EOC Geoservice Maps - GSP - Global SnowPack Mean (<https://tandemx-science.dlr.de/>)). The “Global SnowPack” is derived from daily, operational MODIS snow cover product for each day since February 2000**



**Fig. 2. Snow Cover Duration of Central Asian Region**

**Adaptation strategies of ski resorts to climate change.** The changing snow dynamics (Fig. 2.) in Central Asia's upstream catchments have significant implications for the ski industry. Earlier snow cover onset and melt threaten to shorten the ski season, impacting tourism and recreational activities reliant on consistent snow cover (temperature fluctuations are also important). To mitigate these adverse effects, adaptation strategies are imperative. The international literature on climate change in the ski industry is extremely rich [21] and includes research on how the changing climate will affect operations of resorts and how resorts are adapting or plan to adapt to those changes.

Adaptation measures include diversifying recreational offerings to accommodate shorter ski seasons, investing in snowmaking technologies to supplement natural snowfall, and promoting alternative winter sports that are less dependent on natural snow cover [1]. Moreover, ski resorts may need to explore strategies for off-season revenue generation to buffer against potential financial losses during shorter ski seasons.

Globally, ski resorts have been implementing various strategies to adapt to changing climate conditions, mainly through the production of artificial snow, better grooming of the tracks, building new lifts on higher grounds and extending operating hours for night skiing [1]. Furthermore, diversifying tourism offerings beyond skiing, both in winter and summer, has become increasingly important [16]. Resorts can offer a variety of winter activities such as thermal

tourism, horse riding, snowshoeing, forest walking, family-oriented attractions, as well as summer activities like mountain biking, ziplining, tobogganing, trekking, golfing, panorama sightseeing, and other more established sports (like tennis, beach volley and archery) as well as various water sports (on lakes and rivers).

In Central Asia, while efforts to produce snow remain limited to a few selected resorts due to financial constraints; innovative summer activities like those mentioned above are gradually emerging in most resorts. Some original local initiatives -like fully organised BBQ sites catering for families and parties or residential horse milk treatment therapies- have also been developed. These efforts showcase the region's adaptability to changing tourism demands and underscore the importance of expanding activities beyond skiing. By doing so, ski resorts in Central Asia can enhance revenue streams, attract a broader range of visitors (including foreign visitors), and reduce vulnerability to weather fluctuations.

**Conclusion.** As climate change continues to exert its influence on snow cover dynamics, the ski industry faces heightened challenges. Projections suggest that Central Asia will experience further shifts in snow cover patterns, with potentially more variable and unpredictable snow and temperature conditions in the coming years [6] [23]. Collaboration between stakeholders, including governments, ski resorts, and local communities, is essential for developing comprehensive adaptation and resilience plans tailored to the specific challenges posed by changing climatical conditions.

## References

1. Achin, C. and George, E. (2019) Tourism diversification in the development of French ski resorts, in Proebstl-Haider U, Richins H and Tuerk S (eds). *Winter Tourism: Trends and Challenges*, CABI International, p388-399.
2. Chepurda, H., & Likhoday, A. (2019). Tourism and resorts: the post-soviet experience of Central Asian countries. *Туристичний та готельно-ресторанний бізнес в Україні: проблеми розвитку та регулювання: матеріали X Міжнародної науково-практичної конференції, Черкаси, 21–22 березня 2019 року: у 2-х томах. Т. 2*, 82-84.
3. Deng, Gang, et al. (2021) "Spatiotemporal dynamics of snowline altitude and their responses to climate change in the Tianshan Mountains, Central Asia, During 2001–2019." *Sustainability* 13.7: p3992.
4. Dietz, A.J., Conrad, C., Kuenzer, C., Gesell, G., Dech, S., (2014) Identifying Changing Snow Cover Characteristics in Central Asia between 1986 and 2014 from Remote Sensing Data. *Remote Sensing* 6.
5. Dietz, A.J., Kuenzer, C., Dech, S., (2015) Global SnowPack: a new set of snow cover parameters for studying status and dynamics of the planetary snow cover extent. *Remote Sensing Letters* 6, 844–853.
6. Dietz, Aj., Kuenzer C, and Conrad C., (2013) "Snow-cover variability in central Asia between 2000 and 2011 derived from improved MODIS daily snow-cover products." *International Journal of Remote Sensing* 34.11: 3879-3902.
7. Dwyer, L., Livaic, Z., & Mellor, R. (2019). *Economic Contribution of Tourism to Destination Economies: Development of a Toolkit*. Springer.
8. Enikeeva Z (2022) Digital transformation in the tourism sector: analysis of the Almaty – Karakol case, CAP paper 276, Central Asian Program.
9. Gabdrakhmanov N and Hosseini S (2019) Site Location and Construction of Ski Resorts Using Geographical Information System (GIS) in Isfahan Province, *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 272 022013.
10. Hall, C. M. (2017). *Mountain Tourism: Experiences, Communities, Environments and Sustainable Futures*. Channel View Publications.
11. Hall, C. M., & Higham, J. E. (2005). *Tourism, Recreation and Climate Change*. Channel View Publications in *Tourism*, 22:11, 1343-1379.
12. Komissarov V ed (2016), Practice, problems, perspective of winter tourism, Collection of articles "Tourism of Kyrgyzstan", No 212, Silk Road Tourism Association of Kyrgyzstan (translated from Russian).
13. Kondybayev A. and Uashov G. (2019) Analysis of the development of the ski tourism, *Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan*, Vol 4, No 326, p158-166.

14. Pestereva N., Sidorenko N., Nadeina O. (2016) Current trends in the development of ski resorts under climate change (based on the example of Western Caucasus and Sikhote Alin), *Geography and Natural Resources*, No2, p85-93 (translated from Russian).
15. Pestereva, N. (2014). Modern engineering technology to adapt to the adverse weather and climatic conditions at mountain ski resorts. *Life Science Journal*, 11(9), p800-804 (translated from Russian).
16. Rice, H., Cohen, S., & Scott, D. (2024) Perceptions of climate change risk and sustainable adaptations in the Swedish ski industry. *Journal of Sustainable Tourism*, 32(2), p402-418.
17. Satir O, Tosun B, Coskun Ozyol F, Ozdemir OF, Berberoglu S (2024) An integrated spatial planning of the mountainous landscapes for ski sports in a case area at the eastern Turkiye, *Journal of Mountain Science*, 21(3), p754-767.
18. Scott, D., Gössling, S., & Hall, C. (2012). *Tourism and Climate Change: Impacts, Adaptation and Mitigation*. Routledge.
19. Shokirov *et al.* (2014), Mountain tourism and sustainability in Kyrgyzstan and Tajikistan: a research review, Background paper No3, University of Central Asia.
20. Sokratov S, Seliverstov Y and Shnyparkov A (2014) Assessing the economic risk for ski resorts associated with the change in the duration of snow cover, *Ice and Snow*, Vol 3, No 127, p100-106 (translated from Russian).
21. Steiger R, Scott D, Abegg B, Pons M and Aall C (2019), A critical review of climate change risk for ski tourism, *Current Issues in Tourism*, 22:1, p1343-1379.
22. Vinogradova V and Titkova T (2023) Climate and snow cover changes from a viewpoint of operation of ski resorts in Russia at the beginning of the 21st century, *Ice and Snow*, Vol 63, No 3, p369-382 (translated from Russian).
23. Zhou, Hang, Elena Aizen, and Vladimir Aizen. (2013) "Deriving long term snow cover extent dataset from AVHRR and MODIS data: Central Asia case study" *Remote Sensing of Environment*, 136: p146-162.

---

---

**4-ШЎЪБА. ЎЗБЕКИСТОНДА ИҚЛИМ ЎЗГАРИШИ ВА УНИНГ ТАБИЙ  
РЕСУРСЛАРГА ТАЪСИРИ МУАММОЛАРИНИ ЎҚУВ АДАБИЁТЛАРИДА  
ЁРИТИШ, МУТАХАССИС КАДРЛАР ТАЙЁРЛАШ МАСАЛАЛАРИ**

**4-СЕКЦИЯ. ОСВЕЩЕНИЕ ПРОБЛЕМ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ЕГО  
ВЛИЯНИЯ НА ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ В УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЕ,  
ВОПРОСЫ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ**

**SECTION 4. COVERING THE PROBLEMS OF CLIMATE CHANGE IN  
UZBEKISTAN AND ITS IMPACT ON NATURAL RESOURCES IN EDUCATIONAL  
LITERATURE, ISSUES OF TRAINING SPECIALIST PERSONNEL**

---

---

**ЎЗБЕКИСТОНДА ШАМОЛ ЭНЕРГИЯСИДАН ФОЙДАЛАНИШ ИСТИҚБОЛЛАРИ**

Арзиқулов М.М.

Мирзо Улғубек номидаги Ўзбекистон Миллий университети, Тошкент, Ўзбекистон,  
arziqulovmirzobek09@gmail.com

*Аннотация:* Ушбу мақолада Ўзбекистон Республикасининг Навоий, Бухоро ва бошқа худудларида қайта тикланувчи энергия манбалари ҳисобланмиш шамол ресурслари тадқиқ этилди. Қуёш, шамол ва сув ресурслари энергия истикболлари комплекс баҳоланди.

*Калит сўзлар:* Қайта тикланувчи энергия, қуёш энергияси, шамол энергияси, сув ресурслари.

**ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕТРОВОЙ ЭНЕРГИИ В УЗБЕКИСТАНЕ**

Арзиқулов М.М.

Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, Ташкент, Узбекистан.  
arziqulovmirzobek09@gmail.com

*Аннотация:* В данной статье были изучены ветровые ресурсы, являющиеся возобновляемыми источниками энергии в Навоийской, Бухарской и других областях Республики Узбекистан. Комплексно оценены энергетические перспективы солнечных, ветровых и водных ресурсов.

*Ключевые слова:* Возобновляемая энергетика, солнечная энергетика, ветроэнергетика, водные ресурсы.

**PROSPECTS OF USING WIND ENERGY IN UZBEKISTAN**

Arzikulov M.M.

National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Tashkent, Uzbekistan.  
arziqulovmirzobek09@gmail.com

*Abstract:* In this article, wind resources, which are renewable energy sources, were studied in Navoi, Bukhara and other regions of the Republic of Uzbekistan. The energy prospects of solar, wind and water resources were comprehensively evaluated.

*Keywords:* Renewable energy, solar energy, wind energy, water resources.

Жаҳон миқёсида турли ёқилғи энергетика ресурслари миқдорини таққослаш учун шартли ёқилғи бирлиги (1кг ёқилғи ёнганда 7000 ккал иссиқлик ажралиши) қабул қилинган. Жаҳондаги барча ёқилғи ресурсларининг (ядро энергиясидан ташқари) потенциал захиралари 25000 млрд. т. шартли ёқилғига тенг деб баҳоланмоқда. Унинг 95% и ёқилғининг қаттиқ турларига тўғри келади. Ядро энергиясининг асосий манбаи бўлган уран ва гелийнинг захиралари дунё океани сувларидаги захиралар билан бирга 69000 млрд. т шартли ёқилғига тенг. Энг кўп ишлатиладиган энергетиканинг табиий ресурслари (кўмир, нефт, газ) жаҳон мамлакатлари бўйича нотекис тақсимланган. Ҳозирги пайтда дунё бўйича интенсив ишлатилаётган электр станцияларнинг асосий қисми углеводород ёқилғилари

ҳисобланадиган (кўмир, нефть, газ, ёнувчи сланец ва бошқ) тугайдиган табиат ресурсларидан фойдаланиб, уларнинг табиий захиралари 50-60 йилдан сўнг жуда камаяди, кўпгина давлатларда умуман тугайди. Шу сабабли ҳам дунёнинг нуфузли илмий-тадқиқот жамоалари, таниқли олимлар, ихтирочилар қайта тикланувчи (қуёш, шамол ва сув) янги энергия манбаларини топиш ва улардан фойдаланиш бўйича катта тадқиқот ишларини олиб боришмоқда [6].

Ўзбекистон Республикаси аҳолисининг сони тез ўсаётган ва иқтисодиёти тез ривожланаётган давлатлардан ҳисобланади. Шу сабабли республикамизнинг электр энергияга талаби ҳам тез ўсиб бормоқда. Ҳозирда халқ хўжалиги ва аҳолисининг йилига истемол қилаётган 60-70 миллиард киловатт соат электр энергиясининг 90% қисми газ, нефть ва кўмир ёқилғиларида ишлаётган 20 тадан ортиқ иссиқлик электр станциялари, 27 тадан зиёд гидроэлектр станциялар таминламоқда. Буларнинг захиралари эса чегараланган. Истеъмолга зарур бўлган электр энергия 2030-йилга йилига 110 миллиард киловатт соатга етиши кутилмоқда [5].

Республикада Осиё тарақиёт банки, Саудия Арабистонининг “ACWA POWER”, Бирлашган Араб Амирликлари “MASDAR”, Франциянинг “TOTAL EREN”, AKSA ENERGY URETIM A.S. (Туркия), компаниялари ҳамкорлигида Урганч, Бухоро, Наваий, Самарқанд, Сурхондарё, Қашқадарё, Жиззах, Наманган ва Фарғона вилоятларида умумий қуввати 5000 МВт бўлган: 11 та қуёш фотоэлектр станциялари (ҚФС), Навоий вилоятида иккита Томди ва Зарафшон шаҳарларида, Бухоро вилоятида иккита Ғиждувон ва Пешку, Қорақалпоғистон ҳудудида учта умумий қуввати 3000 МВт ли олтиша шамол электр станциялари (ШЭС), 2500 МВт бўлган гидро электр станциялар (ГЭС), 1500 МВт қувватга эга буғ-газ турбинали иссиқлик электр станцияси (ИЭС) қурилиши режалаштирилган. Бу лойиҳалар натижасида 2031 йилга бориб энергия қувватларининг 40 фоизини қайта тикланадиган энергия манбаларига ўтказиш бўйича ҳукумат томонидан қўйилган мақсадларга эришишга хизмат қилиши кутилмоқда. Жараённинг илк босқичида энергетика вазирлиги, Давлат геология қўмитаси ҳамда хорижий компаниялар мутахассислари томонидан мамлакатимизнинг бир қанча ҳудудларида қайта тикланувчи энергия ресурслари ўрганиб чиқилди. Шулар қаторида шамол оқими даражасини ўрганиш ишлари 12 ой давомида олиб борилди. Тадбирлар давомида шамолнинг тезлиги, йўналиши ва давомийлиги, шунингдек, ҳудудлардаги об-ҳаво шароитларининг ўзгаришига оид маълумотларни ўлчаш учун 100 метр баландликда махсус ўлчов асбоблари шамол парраклари ўрнатилди. Ушбу ишларга юқори малака ва тажрибага эга маҳаллий ҳамда хорижлик мутахассислар жалб қилинган. Бундан ташқари, ҳудудларда топографик, геологик ва гидрологик тадқиқотларни амалга ошириш бўйича ҳам ишлар олиб борилди.

Республикамиз шамол ресурсларига бой ҳудудлардан ҳисобланади. Ўзбекистонда 10 метр баландликда шамолнинг потенциал қуввати 9,9 млрд кВт/соат ни ташкил қилади. Бу бир йилда ишлатилаётган электр энергиясининг 20% га тенгдир. 10 метрдан юқорида, қаршилиқлар камайиши ҳисобига шамол тезлиги ортади. Германия давлати мутахассислари 85 метр баландликда Республикамизда 5,5 м/сек тезликдан 6,25 м/сек тезликгача 518.2 ГВт энергия олиш мумкинлигини ҳисоблаб чиқишган. Бу жуда катта энергия бўлиб Ўзбекистоннинг кўп ҳудудлари шамол ресурсларига бойлигини билдиради [1].

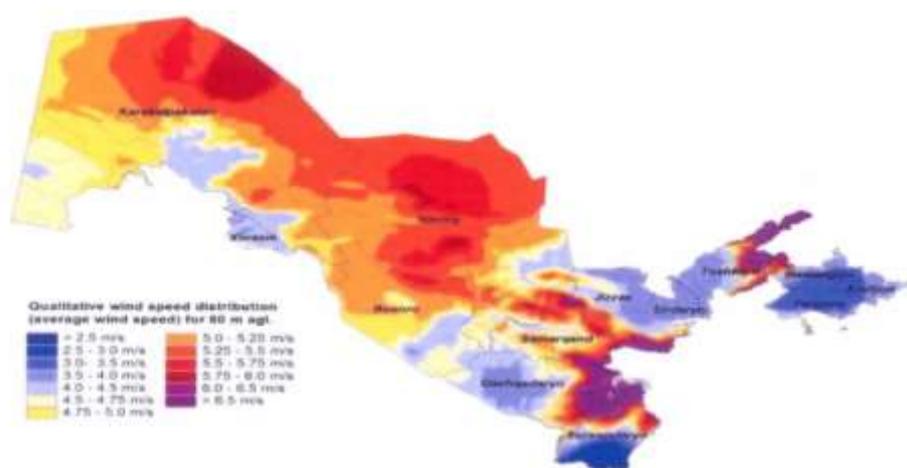
Шуни алоҳида таъкидлаш керакки, шамол иқлим элементларидан бири сифатида кўпгина илмий ва ўқув-услубий адабиётларда берилган. Лекин уларнинг аксарият қисмида шамолнинг энергетик ресурслари алоҳида таҳлил қилинмаган. Фақат сўнги йилларда муқобил энергияга эътибор кучайиши сабабли Германиялик мутахассислар, А.Рахматуллаев бошчилигидаги бир гуруҳ олимлар томонидан Ўзбекистоннинг шамол ресурсларини ўрганиш бўйича баъзи ишлар олиб борилган.

Шамол ресурсларининг тарқалишини ўрганиш жуда муҳим чунки ҳар битта ҳудудда шамол йўналиши, тезлиги, такрорланиши жой рельефига, ландшафт тузилиши хусусиятларига (сув объектлари, воҳа, чўл ва бошва ландшафтлар) жойдаги синоптик вазиятларга боғлиқ. Шу сабабли ҳам, битта ҳудуднинг турли қисмларида шамол

кўрсаткичлари бир-биридан фарқ қилади. Шамолнинг йил давомида фасллар ва ойлар кесимида такрорланиши, унинг энергия бериш қувватини аниқлаб картада кўрсатиш, шамол генераторларини куриш учун илмий асос ролини ўйнайди.

Ўзбекистонда шамол ресурслари нотекис тақсимланишига жойнинг рельефи катта таъсир кўрсатади. Республикамизнинг текислик ҳудудларида шамолнинг ўртача йиллик тезлиги 3-4 м/сек ни ва Орол денгизи атрофларида 5 м/сек ни ташкил қилади. (Г.Н.Леухина, О.А. Ляпина, Т.Л. Веремеева, 1996). Лекин йил давомида, фасллар ва ойлар давомида шамол тезлиги ўзгариб туради. Кучли шамолли кунлар ( $V < 15$  м/с) йил давомида ўртача 1 дан 35 кунга, баъзи жойларда 50 кунга қадар кузатилади. Бу жойнинг рельефига ва ҳудуднинг синоптик вазиятига боғлиқ бўлади [2].

Йохоннес Беккер бошчилигида INTEC (Company introduction intec) компанияси Ўзбекистон Республикасининг шамол энергияси потенциалини ҳисоблаб чиқишди ва шулар асосида шамол энергияси картаси тузилди (2-расм).



**2-расм.**  
Ўзбекистонда  
шамол  
тезлигининг  
микдорий  
тақсимланиши  
(шамолнинг  
ўртача тезлиги,  
м/сек) [2].

Тоғ олди текисликларида ва тоғли ҳудудларда шамолнинг кучи ва йўналиши текислик ҳудудларидан фарқ қилади. Умумий ҳолда тоғлар шамол кучини камайтиради. Лекин тоғлар орасидаги ботиклар, водийлар, сойликлар, довлонлар шамол ўтиши учун йўлаклар ҳисобланади. Бу тор даралардан қисилиб ўтадиган ҳаво оқимларининг тезлиги ошади ва кучли шамолларни ҳосил қилади. Бундай шамолларга Республикамиздаги Бекобод, Хўжанд, Илон ўтди, Булунғур (Сангзор водийси), Афғон, Ойлабот ва бошқа маҳаллий шамоллар киради. Улар баъзан, йилнинг маълум ойларида доимий равишда эсади. Баъзан, ҳаво массаларининг ҳолатига боғлиқ ҳолда тез-тез такрорланиб туради [3. 4].

1-жадвалда Ўзбекистон вилоятларининг баъзи метеорологик станциялар бўйича шамол тезлигига оид маълумотлар келтирилган. Ўзбекистоннинг шарқий ҳудудларида бошқа ҳудудларга нисбатан шамол тезлиги юқори еканлиги аниқланди. Фарғона водийси ҳудудларида шамол тезлиги 3,0 м/с дан кам. Ўзбекистоннинг шарқий ҳудудларида шамол тезлиги юқори бўлиб, ўртача ойлик ва йиллик кўрсаткичлар 3,0 м/сек дан ошади. Фақат куз ва қиш ойлари Жонгелди ва Бухоро, станцияларида шамол тезлиги 3,0 м/сек дан камаяди. Қизилқумнинг очик марказий қисмларида шамолнинг ўртача тезлиги 4,0 м/сек дан ошади.

Навоий шаҳри шимолдан Қоратоғ, жанубдан Зиявутдин тоғлари орасидаги ботикда жойлашганлиги сабабли шамолнинг ўртача йиллик ва ойлик тезликлари 2,2-6,0 м/сек оралиғида ўзгариб турган. Бухоро, Навоий ва Хоразм вилоятларининг катта қисмларида шамол тезлиги катта бўлиб, бу жойлардан йил давомида катта миқдорда электр энергия олиш мумкин.

Орол денгизи атрофларида, Қизилқумнинг шимоли-ғарбий чеккаларида, Устюрт платосида шамолнинг ўртача йиллик тезлиги 4,5-5,5 м/сек ни ташкил қилади. Худди шунингдек тоғли ҳудудларда жойнинг рельеф хусусиятларига боғлиқ ҳолда кучли шамол эсадиган жойлар кўп учрайди. Масалан, М.Қориев, А.Ҳасанов ва бошқалар (1981)

маълумотлари бўйича ўртача йиллик шамол тезлиги Жиззих шаҳрида 4,2 м/сек, Ховосда 6,5 м/сек, Гулистонда (Мирзаҷўл) 3,8 м/сек, Қўқонда 3,6 м/сек ни ташкил қилади.

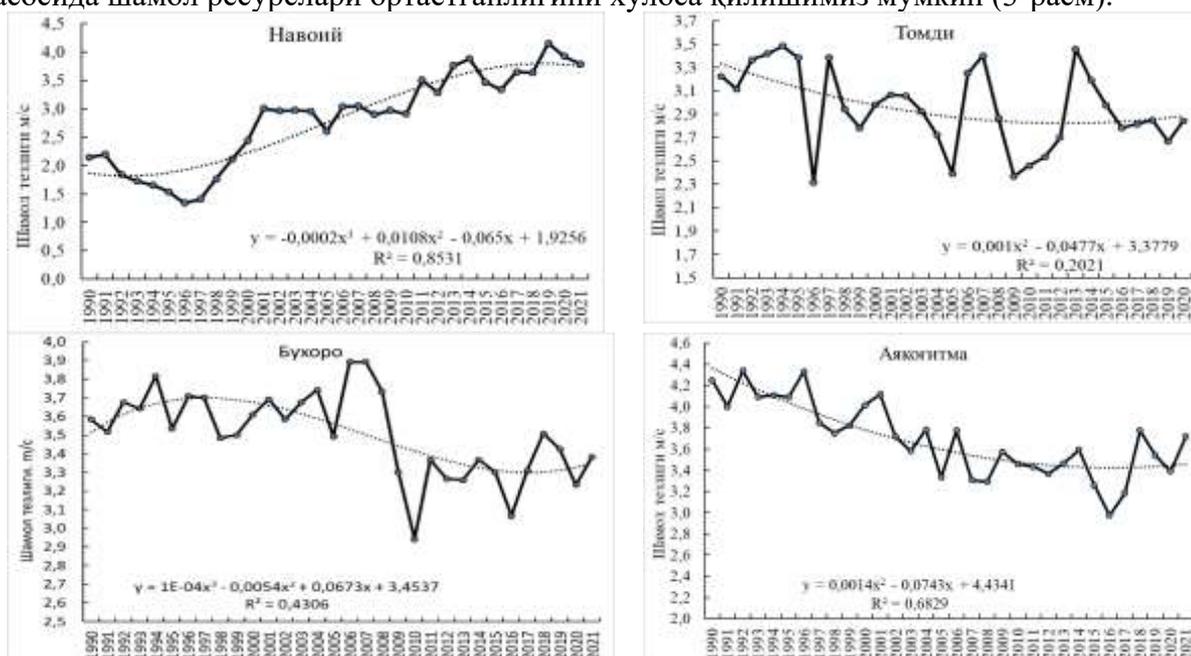
**1-жадвал**

**Ўзбекистон вилоятларининг баъзи станцияларида ўртача ойлик ва йиллик шамол тезлиги, (м/сек да), (1991-2020 йй)**

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Йил
Навоий	3,1	6,0	4,5	5,3	4,2	4,7	3,8	3,6	3,1	3,1	3,5	2,2	3,9
Оёқоғитма	2,7	3,7	3,6	3,6	3,3	3,8	3,9	3,2	3,4	3,1	3,2	3,2	3,4
Жангелди	2,7	2,6	2,8	2,4	2,9	2,6	2,9	2,5	3,0	3,2	3,4	3,4	2,9
Бухоро	2,6	4,2	3,7	3,2	3,1	3,6	3,7	3,4	3,4	2,8	2,8	2,3	3,2
Андижон	1,0	1,3	1,6	1,8	1,9	2,0	1,8	1,6	1,4	1,1	1,0	1,0	1,5
Фарғона	0,8	1,0	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0	0,9	0,8	0,8	1,0
Наманган	1,5	1,9	2,2	2,4	2,3	2,5	2,3	2,1	2,1	2,0	1,7	1,5	2,0
Қарши	2,6	2,8	2,9	2,8	2,9	3,3	3,7	3,2	2,6	2,4	2,3	2,3	2,8
Урганч	3,5	3,9	4,0	3,9	3,6	3,5	3,2	3,0	3,0	2,8	3,1	3,4	3,4

Шамол тезлиги бошқа метеорологик катталиклар билан узвий боғлиқ. Иқлим ўзгариши даврида барча метеорологик катталиклар қиймати ўзгармоқда, хусусан шамол тезлиги ҳам. Навоий вилоятининг Навоий ва Томди метеорологик станциялари маълумотлари таҳлилида Навоий шаҳрида сўнги иқлимий даврда шамол тезлиги давр бошидан 2015 йилгача катта қийматларга ортганлиги аниқланди.

Томди шаҳрида иқлимий давр бошидан давр ўртасигача камайганлиги, сўнги иқлимий давр ўртасидан охиригача кичик қийматда тебраниб турган ва давр охиридан ҳозирги вақтгача ортаётганлиги аниқланди. Бухоро вилоятининг Бухоро ва Аякағитма метеорологик станцияларидаги шамол тезлигининг кўп йиллик маълумотлар таҳлилида Бухоро шаҳрида базавий иқлимий даврнинг охиридан сўнги иқлимий даврнинг 1995 йилларигача ортган, сўнгра 2006 йилгача пасайганлиги ва давр охиридан ҳозирги вақтгача ортаётганлиги аниқланди. Оёқоғитма метеорологик станцияси ҳудудида шамол тезлиги базавий даврнинг охиридан сўнги иқлимий даврнинг охириги 5 йиллигигача пасайган ва давр охиридан ҳозирги вақтгача кичик қийматда ортмоқда. Таҳлил натижалари асосида шамол ресурслари ортаётганлигини хулоса қилишимиз мумкин (3-расм).



**3 расм: Метеорологик станцияларидаги шамол тезлигининг кўп йиллик тебраниши**

Республикамизда муқобил энергия турларидан ҳисобланувчи қуёш энергияси ўзининг потенциал қуввати бўйича биринчи ўринда туради. Ўзбекистон шароитида 1 м<sup>2</sup> ўлчамдаги қуёш панели йил давомида ўртача 1 кВт/соат энергия бериши аниқланган. Қиш ойларининг кунлари ва бошқа фаслларда кечаларида қуёш энергия қуввати камаяди. Ана шу камайган энергия ўрнини тўлдиришда шамол энергиясининг ҳиссаси катта. Шу сабабли ҳам қуёш батареялари ва шамол генераторлари ёнма-ён қурилгани маъқул.

Электр энергия берадиган шамол тезлигини аниқлаш, уларни карталарда тасвирлаш географик ва гидрометеорологик тадқиқот ишларига киради. Чунки ҳар бир ҳудудда шамол тезлиги ва йўналиши умумий синоптик вазиятдан ташқари ҳар бир жойнинг рельеф хусусиятлари ва ландшафт тузилиши билан боғлиқ. Шу сабабли ҳам ҳудудларда шамолнинг ҳосил бўлиши, шамолнинг тезлиги, такрорланишини ўрганиш ва карталарда тасвирлаш комплекс географик тадқиқотларни талаб қилади.

Атмосферанинг қуйи қисмида шамол тезлиги пастдан юқорига ортиб боради. Атмосферанинг юқори қатламларидаги яшил энергия манбаларини тадқиқ этиш ва ресурсларини баҳолаш зарур. Ўзбекистон ҳудудида аэрологик кузатувлар олиб борилмайди. Шу сабабли тизимли аэрологик кузатувлар ташкил этилиши керак. Ўзбекистон ҳудудида сув ресурслари кам бўлганлиги сабабли асосий эътиборни қуёш ва шамол ресурсларига қаратиш зарур.

### Адабиётлар рўйхати

1. А. Раҳматуллаев, Т. Джумабаев, Р. Мамажанов, А. Мирзоев, Х. Баратов, В. Мирзоев, О. Одилова. Самарқанд вилоятининг шамол энергия ресурслари ва уларни карталаштириш. – СамДЧТИ нашриёти., 2019, -166 б.
2. Леухина Г.Н., Ляпина О.А., Веремеева Т.Л. Климат Ўзбекистан. –Ташкент., 1996.-64 с.
3. Чанышева С.Г. Местные ветры Средней Азии. Л.:, 1966, 119 -С.
4. Р.И. Мамажанов. Ўрта зарафшон ҳавзасининг электр энергия берадиган шамол ресурслари ва уларни карталаштириш - «СамДЧТИ нашриёти», 2021. 20 б.
5. <https://www.stat.uz>
6. <https://minenergy.uz>

### АВТОРСКИЕ УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ КЛИМАТА И ЕГО ИЗМЕНЕНИЙ В РГГМУ

Лобанов В.А.

Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, [va\\_lobanov56@mail.ru](mailto:va_lobanov56@mail.ru)

**Аннотация:** статья посвящена обзору авторских учебных пособий, которые используются в учебном процессе РГГМУ при подготовке бакалавров, магистров и аспирантов в рамках разных дисциплин, связанных с климатом и его изменениями. Базовой основой этих пособий является курс лекций по климатологии, состоящий из 4х учебников, представляющих две основные части климатологии: общая климатология и динамика климата. Для практического закрепления теоретического материала в виде выполнения лабораторных работ выпущен также Практикум по климатологии также в 2х частях. Для более углубленного изучения моделирования динамики климата подготовлен также ряд учебных пособий для магистратуры и аспирантуры, включающий монографии по результатам защит кандидатских диссертаций по теме региональных изменений климата в разных регионах Земли.

**Ключевые слова:** изменение климата, авторские учебные пособия, обзор учебников.

### AUTHOR'S TEACHING MANUAL ON THE STUDY OF CLIMATE AND ITS CHANGES AT RSHMU

Lobanov V.A.

Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, [va\\_lobanov56@mail.ru](mailto:va_lobanov56@mail.ru)

**Abstract:** the article is devoted to a review of the author's textbooks, which are used in the educational process of the Russian State Hydrometeorological University in the preparation of bachelors, masters and graduate students in various disciplines related to climate and its changes. The basic basis of these manuals is a course of lectures on climatology, consisting of 4 textbooks representing two main parts of climatology: general climatology and climate dynamics. For practical consolidation of theoretical material in the form of laboratory work, a Workshop on Climatology was also published in 2 parts. For a more in-depth study of modeling climate dynamics, a number of textbooks have also been prepared for master's and postgraduate studies, including monographs based on the results of defenses of candidate dissertations on the topic of regional climate change in different regions of the Earth.

**Key words:** climate change, author's textbooks, review of textbooks.

В Российском государственном гидрометеорологическом университете изучение климата и его изменений осуществляется в рамках следующих дисциплин: в бакалавриате - это «Климатология», «Теория климата», «Климатология и теория климата», «Прикладная климатология», «Прикладная климатология арктических регионов», «Микроклимат в гидрометеорологических изысканиях»; в магистратуре: «Климатическая обработка метеорологической информации», «Многомерный статистический анализ», «Моделирование микроклиматических процессов»; в аспирантуре: «Современные изменения климата». Обучение реализуется в виде лекций, практических и лабораторных занятий. Помимо этого, осуществляется научное руководство выпускными квалификационными работами (ВКР) бакалавров и магистров, а также в подготовке диссертаций на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.18 «Науки об атмосфере и климате».

Перечисленные дисциплины обеспечены авторскими учебными пособиями, вышедшими из печати в издательстве РГГМУ, а именно:

1. Лобанов В.А. Лекции по климатологии. Часть 1 Общая климатология. Книга 1 в двух книгах: учебник. – СПб: РГГМУ, 2019. – 378 с.
2. Лобанов В.А. Лекции по климатологии. Часть 1. Общая климатология. Книга 2. СПб.: РГГМУ, 2020. – 378 с.
3. В.А.Лобанов Лекции по климатологии. Часть 2. Динамика климата. Кн.1. В 2 кн.: учебник. – СПб.: РГГМУ, 2016. - 332 с.
4. Лобанов В.А. Лекции по климатологии. Часть 2 Динамика климата. Книга 2 в двух книгах: учебник. – СПб: РГГМУ, 2018. – 377 с.
5. В.А.Лобанов Учебное пособие по региональной климатологии. СПб.: РГГМУ, 2020. – 170 с.
6. В.А.Лобанов Многомерный статистический анализ для исследования динамики климата. Учебное пособие / В.А. Лобанов. – Санкт-Петербург: РГГМУ, 2022. – 284 с.
7. Лобанов В.А., И.А.Смирнов. А.Е.Шадурский. Практикум по климатологии. Часть 1. (учебное пособие). Санкт-Петербург, 2011. – 144 с.
8. Лобанов В.А., И.А.Смирнов. А.Е.Шадурский. Практикум по климатологии. Часть 2. (учебное пособие). Санкт-Петербург, 2012. – 141 с.
9. Лобанов В.А., Лебедев А.Б. Практикум по климатологии. Учебное пособие. / В.А. Лобанов, А.Б. Лебедев. [Рос. гос. гидрометеорологический ун-т.] – СПб.: Издательство «НИЦ АРТ», 2024. – 124 с.
10. В.А.Лобанов Методические указания по выполнению курсовой работы «Оценка современных региональных изменений климатических характеристик». Санкт-Петербург, Изд-во РГГМУ, 2018. – 91 с.
11. Лобанов В.А., А.Л.Кандове, О.А.А.Шукри Методические указания по выполнению лабораторной работы: «Сценарные оценки будущего климата на основе моделей общей циркуляции атмосферы и океана и данных проекта СМIP5» Санкт-Петербург, издание РГГМУ, 2015. – 46 с.

Также в учебном процессе используется материал следующих монографий, подготовленных и опубликованных на основе материалов защищенных кандидатских диссертаций:

1. Лобанов В.А., Тошаква Г.Г. Проявление современных изменений климата на территории Костромской области. Монография. ФГБУ «Костромской центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды», Кострома. 2013. – 171 с.

2. Лобанов В.А., А.Е.Шадурский Выделение зон климатического риска на территории России при современном изменении климата. Монография. Санкт-Петербург, издание РГГМУ, 2013. – 123 с.

3. О.А.А.Шукри, В.А.Лобанов, М.С.Хамид Современный и будущий климат Аравийского полуострова. Монография - Санкт-Петербург, Изд-во РГГМУ, 2018. – 190с.

4. В.А.Лобанов, К.С.Кириллина Современные и будущие изменения климата Республики Саха (Якутия). Монография - Санкт-Петербург, Изд-во РГГМУ, 2019. – 157 с.

5. В.А.Лобанов, Ж.К.Наурузбаева Влияние изменения климата на ледовый режим Северного Каспия. Монография - Санкт-Петербург, Изд-во РГГМУ, 2021. – 140 с.

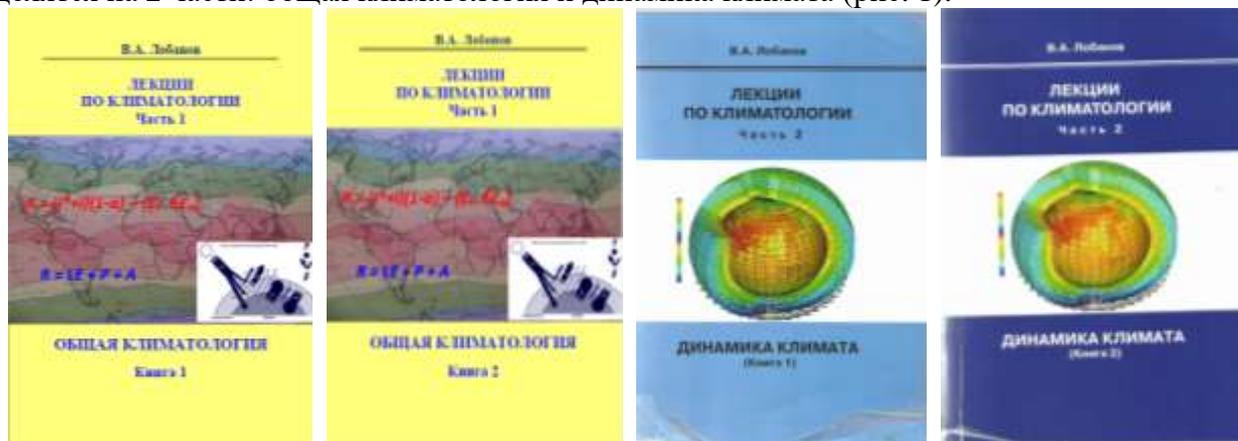
В настоящее время к печати подготовлены следующие пособия:

1. Лобанов В.А. Гидроклиматические расчеты в изменяющихся природных условиях. Учебное пособие. – СПб, РГГМУ, 2024. – 327 с.

2. Лобанов В.А., Мамаи Магбини Токпа Современные и будущие изменения климата Центральной Африки – 2024. – 144 с.

Рецензентами учебных пособий и монографий были ведущие специалисты России в области климатологии: проф., д.т.н. Г.В.Менжулин, проф. д.г.н. Н.В.Кобышева, проф. д.г.н. Ю.П.Переведенцев, проф. д.ф.-м.н. В.И.Биненко и другие.

Учебники под общим названием «Лекции по климатологии» представляют собой последовательность читаемых лекций по курсам «Климатология» и «Теория климата» и делятся на 2 части: общая климатология и динамика климата (рис. 1).



**Рис. 1. Серия учебников «Лекции по климатологии» в 2х частях «Общая климатология» и «Динамика климата»**

В первую часть «Общая климатология» входят следующие лекции:

Лекция 1. Введение в предмет, содержание курса и история климатологии.

Тема 1. Климатическая обработка рядов наблюдений.

Лекция 2. Климатическая информация и банки данных.

Лекция 3. Общие сведения из математической статистики и регрессионного анализа.

Лекция 4. Оценка однородности и стационарности.

Лекция 5. Восстановление пропусков и удлинение рядов наблюдений.

Лекция 6. Определение расчетных климатических характеристик.

Тема 2. Факторы формирования климата.

Лекция 7. Астрономические факторы.

Лекция 8. Радиационный баланс земной поверхности.

Лекция 9. Тепловой баланс подстилающей поверхности.

Лекции 10 Общая циркуляция атмосферы.

Лекция 11. Общая циркуляция океана.

Лекция 12. Влияние рельефа на климат.

Тема 3. Пространственные распределения и климатические классификации.

Лекция 13. Пространственное распределение климатических характеристик.

Лекция 14. Классификации климата.

Лекция 15. Классификация климатов Б.П.Алисова.

Вторая часть учебника посвящена изучению динамики климата и включает следующие лекции:

Тема 1. Задачи теории климата и международное сотрудничество в изучении изменений климата.

Лекция 1. Введение в динамику климата.

Лекция 2. Международное сотрудничество в изучении климата.

Тема 2. Климатическая система Земли и влияние отдельных ее компонент на динамику климата.

Лекция 3. Климатическая система Земли и взаимосвязи в системе.

Лекция 4. Влияние астрономических факторов на динамику климата.

Лекция 5. Влияние геофизических факторов на климат.

Лекция 6. Влияние химического состава атмосферы на динамику климата.

Лекция 7. Влияние автоколебаний в климатической системе на динамику климата.

Лекция 8. Антропогенное воздействие на динамику климата.

Тема 3: Эмпирико-статистические модели климатических изменений.

Лекция 9. Общая схема моделирования и методы декомпозиции сложного процесса.

Лекция 10. Статистические модели климатических изменений.

Лекция 11. Применение моделей для исследования изменений климата.

Тема 4: Физико-математические модели климатических изменений.

Лекция 12. Классификация моделей. Энергобалансовые модели.

Лекция 13. Радиационно-конвективные, объединенные модели и модели промежуточной сложности.

Лекция 14. Модели общей циркуляции атмосферы и океана.

Тема 5: Исторические колебания климата.

Лекция 15. Палеоклиматология как наука о климатах прошлого.

Лекция 16. Исторические изменения климата до четвертичного периода.

Лекция 17. Исторические изменения климата четвертичного периода.

Лекция 18. Современный и будущий климат.

Для выполнения лабораторных работ по климатологии и динамике (теории) климата также были подготовлены учебные пособия по общим названием «Практикум по климатологии» также части 1 и 2, причем первая часть к настоящему времени переиздана (рис. 2). Каждая из лабораторных работ включает краткую теоретическую часть, алгоритм выполнения задания и примеры расчетов. Определяется цель, исходный материал для выполнения работы и форма представления результатов.

Первая часть Практикума предназначена для выполнения следующих лабораторных работ:

Тема 1. «Климатическая обработка многолетних рядов наблюдений».

Лабораторная работа № 1 «Оценка однородности и стационарности».

Лабораторная работа № 2 «Восстановление пропусков наблюдений и приведение непродолжительных рядов наблюдений к многолетнему периоду».

Лабораторная работа № 3 «Расчет параметров и квантилей распределений».

Тема 2. «Факторы формирования климата».

Лабораторная работа № 4 «Теоретическое распределение солнечной радиации на верхней границе атмосферы».

Тема 3. «Пространственные распределения климатических характеристик».

Лабораторная работа № 5 «Пространственное моделирование климатических данных»



Рис.2. Практикумы для выполнения лабораторных работ по курсам «Климатология» и «Теория климата»

Приложения. Таблицы статистик критериев.

Вторая часть Практикума посвящена динамике климатических процессов и содержит описание следующих лабораторных работ.

Лабораторная работа № 1 Оценка климатических изменений статистическими методами.

Лабораторная работа № 2 Стохастическое моделирование пространственно-временных колебаний климата.

Лабораторная работа № 3 Физико-математическое моделирование климата на основе энерго-балансовой модели М.И.Будыко.

Лабораторная работа № 4 Сценарные оценки будущего климата на основе моделей общей циркуляции атмосферы и океана.

Для более глубокого изучения методов моделирования пространственно-временных изменений климата и его будущих оценок на основе совместного применения статистических и физико-математических моделей климата при обучении в магистратуре подготовлены следующие учебные пособия, представленные на рис.3. Учебное пособие по многомерному статистическому анализу включает следующие основные части:

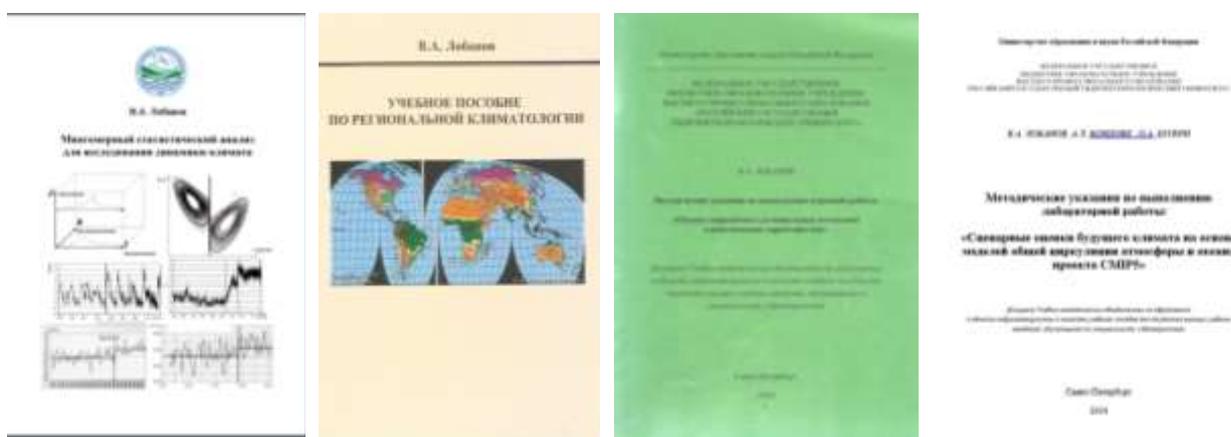


Рис. 3. Учебные пособия для магистратуры по дисциплинам «Многомерный статистический анализ» и «Климатическая обработка метеорологической информации»

- особенности климатической системы,
- моделирование многомерной динамики климата,
- установленные закономерности динамики климата методами многомерного статистического анализа,
- оценки будущей динамики климата.

В учебном пособии рассматривается применение методов статистического анализа для моделирования многомерной динамики климата по трем основным направлениям: внутри года, за многолетний период и по пространству. Пособие включает также описание и тексты вычислительных программ.

Изданные монографии по научному направлению региональных изменений климата помогают аспирантам как в усвоении теоретического материала, так являются примерами подготовленных кандидатским диссертаций.

## **ПРОБЛЕМЫ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ИХ ИНТЕГРАЦИЯ В СИСТЕМУ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

Хикматов Ф.<sup>1</sup>, Нишонов Б.Э.<sup>2,1</sup>, Эрлапасов Н.Б.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека,

<sup>2</sup> Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, Ташкент, Узбекистан

**Аннотация.** Работа посвящена вопросам изменения климата и их интеграции в системе высшего образования Республики Узбекистан. Разработана программа специального курса «Изменения климата» и на ее основе подготовлено учебное пособие по вопросам изменения климата для студентов ВУЗов страны. Составлено методическое руководство для преподавателей ВУЗов по проведению лекционных и практических занятий по данному курсу.

**Ключевые слова:** климат, изменения климата, образование, интеграция, программа спецкурса, учебное пособие, методическое руководство.

## **PROBLEMS OF CLIMATE CHANGE AND THEIR INTEGRATION IN THE HIGHER EDUCATION SYSTEM OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN**

Khikmatov F.<sup>1</sup>, Nishonov B.E.<sup>2,1</sup>, Erlapasov N.B.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek,

<sup>2</sup> Scientific Research Hydrometeorological Institute, Tashkent, Uzbekistan

**Abstract.** The work is devoted to the issues of climate change and their integration in the higher education system of the Republic of Uzbekistan. A special course program “Climate Change” has been developed and, on its basis, a textbook on climate change issues has been prepared for university students across the country. A methodological guide has been compiled for university teachers on conducting lectures and practical classes on this course.

**Key words:** climate, climate change, education, integration, special course program, textbook, methodological guide.

Климат исключительно важен для поддержания жизни на Земле и его изменения оказывают непосредственное и глубокое воздействие на жизнедеятельность людей, продовольственную безопасность и, в конечном итоге, на устойчивое развитие общества. Степень и продолжительность потепления в конце XX века и в первой четверти XXI века была большей, чем за весь период инструментальных наблюдений<sup>2</sup>. Это указывает на важность систематического изучения климата Земли, особенно, как его изменчивости по годам, так и изменения за многолетний период.

Следует особо отметить, что студенты и преподаватели ВУЗов – это важнейшая аудитория для информирования о проблеме изменения климата. Они не только сами могут больше узнать об этих проблемах, но и передать свои знания более широкой аудитории

---

<sup>2</sup> Ежегодный доклад ООН: Прогресс в области комплексного управления водными ресурсами. 2021 год.  
www.unwater.org/about – unwater/members

общества.

Исходя из вышеизложенного, в НУУз, на кафедре Гидрологии суши, разработана программа специального курса (СК) «Изменение климата и управление климатическими рисками в Узбекистане». На основе данной программы подготовлено учебное пособие «Изменение климата» для студентов высших учебных заведений республики. Дополнительно к этому, составлено «Методическое руководство» для преподавателей ВУЗов Республики Узбекистан по проведению лекционных и практических занятий по данному курсу.

Основной **целью** спецкурса является ознакомление студентов высших учебных заведений Республики Узбекистан с вопросами изменения климата (ИК), его последствиями, климатическими рисками и проблемами их управления.

Весь материал специального курса разделен на 12 лекционных, 6 семинарских занятий. Каждое лекционное и семинарское занятия рассчитаны на 2 часа. В программе также предусмотрено проведение ознакомительной практики в объеме 6 часов. Таким образом, общий объем усвоения материалов специального курса составляет 42 часа.

Ниже будет представлено содержание каждого вида занятий.

### **I. Содержание лекционных занятий специального курса.**

**1-лекция. Введение в специальный курс (СК).** Цель и задачи СК. Связь СК с климатологией, метеорологией и другими естественными и гуманитарными дисциплинами. Основные источники информации. Климат, жизнь и деятельность человека. Климат как природный ресурс. Краткие сведения об ИК. Природные катастрофы, связанные с ИК. О важности изучения и прогноза ИК. О международных действиях по ИК. Учреждение Межправительственной группы экспертов по ИК (МГЭИК). Рамочная Конвенция ООН об ИК. Конференции Сторон (КС). Киотский протокол, Парижское соглашение и др. Национальные действия по ИК. Деятельность Узгидромета по ИК. Подготовка Национальных сообщений по ИК.

**2-лекция. Общие сведения о климате.** Основные определения и понятия. Геосфера. Атмосфера, погода, климат. Климатическая система. Глобальный и локальный климат. Мезоклимат и микроклимат. Климатообразующие факторы. Естественные климатообразующие факторы: астрономические, внешние геофизические, внутренние геофизические. Радиационные, географические и циркуляционные факторы. Центры действия атмосферы, климатологические фронты. Климатические пояса. Климатообразующие процессы. Теория климата - как основа предвидения его изменения. Математические модели климатической системы. 1-модель климата М.И.Будыко. Уравнение теплового баланса Земли. Учет парникового эффекта атмосферы. Эмпирическая формула М.И.Будыко. Энергобалансовая модель климата М.И.Будыко. Сложные энергобалансовые модели. Глобальные циркуляционные модели.

**3-лекция. Парниковый эффект и климат.** Механизм парникового эффекта: приток солнечной энергии, инфракрасное излучение. Парниковые газы: водяной пар, диоксид углерода, озон, метан, закись азота, галоидуглероды и другие. Хлорфторуглероды, гидрофторуглероды, перфторуглероды. Усиленный парниковый эффект. Парниковые газы и аэрозоли. Парниковые газы естественного происхождения. Парниковые газы антропогенного происхождения. Источники парниковых газов. Стоки парниковых газов. Аэрозоли и их источники. Изменение уровня парниковых газов и климат будущего. Выбросы парниковых газов в будущем. Сценарии будущих выбросов. Сюжетные линии. Будущие концентрации парниковых газов и аэрозолей. Сценарии, подразумевающие «меры вмешательства». Стабилизация или сокращение выбросов. Региональные и сезонные прогнозы температуры. О задерживающем эффекте океанов.

**4-лекция. Изменение климата и определяющие его факторы.** Исторические сведения об ИК. Естественное ИК Земли. Временные шкалы изменения составляющих климатической системы. Естественное ИК в прошлом. Систематические данные о глобальной температуре. Исследования более ранних климатических условий. Воссоздание

климатических условий в прошлом. Определяющие факторы изменения климата. Факторы изменения глобального климата: астрономические, географические, антропогенные. Теории, объясняющие причины климатических изменений: изменения солнечной активности и светимости Солнца; изменения параметров орбиты Земли или скорости ее вращения; усиление или ослабление вулканической активности; изменение газового состава атмосферы и другие.

**5-лекция. Сценарии изменения климата.** Сценарии (модели) ИК в глобальном масштабе. Климатические сценарии и их определения. Методы составления климатических сценариев: искусственные, аналоговые; модели общей циркуляции атмосферы и океана. Совмещенные климатические модели «атмосфера–океан». Сценарии МГЭИК. Модели изменения глобального климата, основанные на общей циркуляции атмосферы: CGCM1-TR, CSIRO-TR, ECHAM4, HadCM3, CCSR-NIES, GFDL-TR. Интерпретация климатических сценариев для территории Узбекистана. Особенности региональных климатических сценариев. Сценарии ИК Узбекистана, разработанные в НИГМИ. Составной аналоговый сценарий и его варианты. Аналоги процесса потепления. Меры потепления. Уменьшение неопределенности региональных климатических сценариев. Интерпретация сценариев изменения глобального климата для условий Узбекистана и сопредельных территорий.

**6-лекция. Последствия изменения климата.** Последствия ИК в глобальном масштабе. Прогнозы изменения глобальной температуры к 2100 году. Результаты потепления: таяние полярных льдов; повышение уровня мирового океана. Региональные и сезонные прогнозы. Прогнозы атмосферных осадков. Частота и интенсивность экстремальных погодных явлений. Об ИК в XXI веке. Наиболее неблагоприятные последствия изменения глобального климата в будущем. Потенциальные выгоды ИК. Последствия ИК в Узбекистане и сопредельных территориях. Изменения температуры по агроклиматическим округам и районам. Изменения даты переходов температуры воздуха через 5, 10, 15 °С весной и осенью. Оценка изменения термических ресурсов горной зоны Узбекистана. Оценка возможных изменений водного режима рек бассейна Аральского моря.

**7-лекция. Международные ответные действия по ИК.** Начало международных ответных действий. Стокгольмская декларация (1972 г.) и I Всемирная конференция по климату (1979). Межправительственные конференции в конце 1980-х и в начале 1990-х годов. Учреждение в 1988 году Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК). Задачи МГЭИК. Конференции Сторон. Рамочная Конвенция ООН об изменении климата. Первый оценочный доклад МГЭИК об изменении климата. Призыв Генеральной Ассамблеи ООН всем правительствам мира (декабрь, 1989 г.). Формирование Межправительственного переговорного комитета по Рамочной Конвенции об ИК (декабрь 1990 г.). Переговоры по Конвенции: точки зрения и взгляды различных стран. Принятие Рамочной Конвенции ООН об изменении климата (Рио-де-Жанейро, 9 мая 1992 г.). Стороны Конвенции: Стороны Приложения I; Стороны Приложения II; Страны с переходной экономикой; Стороны, не включенные в Приложение I. Конференция Сторон. Статус Конференции Сторон (КС). Вспомогательные органы КС: вспомогательные органы для консультирования по научным и техническим аспектам (SBSTA) и по осуществлению (SBI). Функция первого вспомогательного органа, функция второго вспомогательного органа. Другие уполномоченные органы РКИК. Киотский протокол и Марракешские соглашения. О необходимости Киотского протокола. Первая Конференция Сторон (1995 г.) в рамках «Берлинского мандата» - важный шаг к Киотскому протоколу. Третья Конференция Сторон (декабрь 1997 года, Японии) - принятие Киотского протокола. Киотский протокол – законодательный документ по ограничению выбросов. Критерии эффективности Киотского протокола и Марракешские соглашения. Механизмы ограничения выбросов: механизм чистого развития (МЧР); проекты совместного осуществления (ПСО); торговля квотами на выбросы. Парижское соглашение. Обязательства стран по Парижскому соглашению. Определяемые на национальном уровне

вклады (ОНУВ). Пятый оценочный доклад МГЭИК по изменению климата. Сценарии RCP. Шестой оценочный доклад МГЭИК по изменению климата. Сценарии SSP.

**8-лекция. Вопросы адаптации к воздействиям изменения климата.** Определения МГЭИК по вопросам адаптации. Адаптация. Адаптационная политика. Адаптивная способность. Воздействия изменения климата, Чувствительность. Уязвимость. Адаптация к воздействиям, вызванным изменением климата. Признаки изменения климата: потепление, смещения времен года, возрастание частоты экстремальных явлений и др. О необходимости приспособления – адаптации к изменению климата. Роль обмена национальной информацией в адаптационной политике. Национальные сообщения о выбросах и их сущность. О дополнительных информациях развитых стран и стран с переходной экономикой. Этапы рассмотрения Национальных сообщений Сторон: первый, второй, третий, четвертый. О порядке представления Национальных кадастров выбросов и абсорбции парниковых газов. Стратегии и меры развитых стран в области борьбы с глобальным потеплением климата. Подготовка национальных и отраслевых адаптационных планов.

**9-лекция. Климатические риски и другие опасные климатозависимые природные явления, виды их проявления.** Климатические риски, введение в проблему. Определение климатического риска. Факторы, увеличивающие климатический риск. Математическое выражение риска. Увеличение повторяемости опасных климатозависимых явлений в современный период и в будущем в соответствии со сценариями ожидаемых климатических изменений. Виды проявления климатических рисков и других климатозависимых опасных природных явлений. Засухи и их основные понятия. Метеорологическая засуха. Гидрологическая засуха, обусловленная дефицитом водных ресурсов. Сельскохозяйственная засуха и виды её проявления. Риски, связанные с ИК в Узбекистане. Риски, обусловленные дефицитом водных ресурсов. Опасные природные явления, вызываемые изменением климата: засуха, наводнения, оползни, грязевые потоки, сели, лавины, сильные штормовые ветры и экстремальные перепады температуры.

**10-лекция. Общие и региональные подходы к УКР.** Общие подходы к управлению климатическими рисками. Система раннего предупреждения засух. Адаптационные меры и действия. Информированность населения. Центральнo-Азиатская программа по управлению климатическими рисками. О роли водного фактора в регионе. Многогранная Центральнo-Азиатская программа ПРООН по управлению климатическими рисками (ЦА-УКР). Механизмы осуществления ЦА-УКР. Климатические риски в Узбекистане. Об усилении климатических рисков, таких как недостаток воды, экстремальные погодные условия, засуха, селевые паводки и др. Подходы к УКР в Узбекистане.

**11-лекция. Засуха и другие опасные климатозависимые природные явления в Узбекистане, проблемы их раннего предупреждения.** Засуха в Узбекистане. Особенности проявления засухи в Узбекистане. Метеорологическая засуха. Проблемы их раннего предупреждения. Научно обоснованные подходы к смягчению последствий засухи. Гидрологическая засуха в Узбекистане. Особенности проявления гидрологической засухи в Узбекистане. Влияние гидрологической засухи на водные ресурсы рек бассейна Аральского моря. Вопросы раннего предупреждения гидрологической засухи. Долгосрочные гидрологические прогнозы, как научно обоснованный подход к смягчению последствий гидрологической засухи. Сельскохозяйственная засуха в Узбекистане. Признаки проявления сельскохозяйственной засухи на территории Узбекистана. Отрицательные воздействия сельскохозяйственной засухи на экономику страны. О возможности раннего предупреждения сельскохозяйственной засухи и смягчения ее последствий.

**12-лекция. Правовое обеспечение управления климатическими рисками.** Правовые определения терминов «риск» и «климатические риски». Три уровня правовых отношений в управлении климатическими рисками. Международные правовые акты по управлению климатическими рисками. Рамочная конвенция ООН об изменении климата

(РКИК). Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием и др. Региональные правовые документы, направленные на управление климатическими рисками. Соглашение глав государств СНГ «О взаимодействии в области гидрометеорологии». Концепция гидрометеорологической безопасности государств – участников СНГ. Соглашение «О сотрудничестве в области экологического мониторинга» и другие. Национальные правовые документы управления климатическими рисками. Законодательные акты РУз, призванные обеспечить управление климатическими рисками. Эффективность законов и подзаконных актов РУз и их взаимосвязь с международными и региональными актами по вопросам ИК и управления климатическими рисками. Механизмы исполнения законодательных актов и их финансирование. Вопросы законодательного урегулирования органов управления. Обязательства Республики Узбекистан по Парижскому соглашению. Первый Определяемый на национальном уровне вклад Республики Узбекистан. Второй Определяемый на национальном уровне вклад Республики Узбекистан. Первый двухгодичный отчет Республики Узбекистан по инвентаризации парниковых газов. Стратегия по переходу Республики Узбекистан на «зеленую» экономику на 2019-2030 гг.

## **II. Содержание семинарских занятий специального курса**

Для семинарских занятий рекомендуются следующие темы: 1. Погода, климат, климатообразующие факторы и процессы, изменение климата и их последствия. 2. Международные ответные действия на изменение климата, проблемы адаптации к воздействиям изменения климата. 3. Климатические риски в РУз, климатозависимые опасные явления и их повторяемость на современном периоде и в будущем. 4. Общие и региональные подходы управления климатическими рисками. 5. Засуха и другие опасные климатозависимые природные явления в Узбекистане, проблемы их раннего предупреждения. 6. Вопросы правового обеспечения в отношении ИК и УКР.

Перечисленные выше темы могут быть изменены исходя из интересов и пожеланий слушателей в рамках обсуждаемой проблемы.

## **III. Организация и проведение ознакомительной практики.**

Рекомендуется проведение ознакомительной практики в 2 вариантах:

**1-вариант.** На базе Агентства гидрометеорологической службы Республики Узбекистан (Узгидромет).

**2-вариант.** Учебно-полевая практика с выездом в район Чарвакского водохранилища. В данном районе действуют гидрологическая станция 1-го разряда Ходжикент, гидрологические посты на реках Чаткал, Пскем, Угам, Чирчик и другие.

В заключение отметим, что разработанный специальный курс включен в рабочий-учебный план 4 курса бакалавриатуры направления 60520100 – Гидрометеорология, как курс по выбору и прошёл апробацию на кафедре Гидрологии суши НУУз имени Мирзо Улугбека.

## **Список литературы:**

1. Агальцева Н.А., Рахматова Н.И. Засуха в Узбекистане: проблемы, раннее предупреждение и смягчение последствий // Экологический вестник. – Ташкент, 2012. - №9. – С. 23-27.
2. Бабушкин Л.Н. Климатография Средней Азии. - Ташкент, 1981. - 91 с.
3. Барри Р.Г. Погода и климат в горах / Пер. с английского, под ред. А.Х. Хргиана. Л.: Гидрометеиздат, 1984. -311 с.
4. Будыко М.И. Антропогенные изменения климата. –Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 405 с.
5. Будыко М.И. Изменения климата. -Л.: Гидрометеиздат, 1974. -279 с.
6. Будыко М.И. Климат в прошлом и будущем. -Л.: Гидрометеиздат, 1980. - 350 с.
7. Водные ресурсы и изменение климата. Всемирный доклад ООН о состоянии водных ресурсов, 2020 г. Рабочее резюме. ЮНЕСКО, 2020. -12 с.
8. Воловик Е. Центральнo-Азиатская программа по управлению климатическими рисками: цели и задачи // Экологический вестник. – Ташкент, 2012. - №9. – С. 13-16.
9. Изменчивость климата Средней Азии / Под ред. Ф.А. Муминова, С.И. Иногамовой. - Ташкент: САНИГМИ, 1995. - 215 с.

10. Нишонов Б.Э. Направления перехода к «зеленой» экономике в Узбекистане для достижения целей Парижского соглашения. // Известия Географического общества Узбекистана. – Ташкент, 2020. - Том 57. - С. 94-99.

11. Обновленный Определяемый на национальном уровне вклад Республики Узбекистан. – Ташкент: Узгидромет, 2021. – 31 с.

12. Ососкова Т.А., Хикматов Ф.Х., Чуб В.Е. Изменение климата. Специальный курс по вопросам ИК для студентов высших учебных заведений Республики Узбекистан. - Ташкент: НИГМИ, 2005.- 40 С.

13. Третье Национальное сообщение Республики Узбекистан по Рамочной конвенции ООН об изменению климата. – Ташкент: Узгидромет, 2016. – 220 с.

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

15. Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на гидрометеорологические процессы, агроклиматические и водные ресурсы Республики Узбекистан. -Ташкент: «VORIS-NASHRIYOT», 2007. – 132 с.

16. Чуб В.Е. Вопросы управления климатическими рисками в Узбекистане // Экологический вестник Узбекистана. – Ташкент, 2012. - №9. – С. 2-5.

## **“МЕТЕОРОЛОГИЯ ВА ИҚЛИМШУНОСЛИК” КАФЕДРАСИ ҚИСҚАЧА ТАРИХИ ВА ҲОЗИРГИ КУНДАГИ ИЛМИЙ-ПЕДАГОГИК ФАОЛИЯТИ**

Холбаев Г.Х., Эгамбердиев Х.Т., Холматжанов Б.М.

Мирзо Улугбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети

*Аннотация:* Мақолада кафедра тарихи, кафедра мудирлари ва профессор ўқитувчилари ва уларнинг илмий-педагогик фаолияти баён этилган.

*Калим сўзлар:* кафедра, тарих, мудир, илмий-педагогик фаолият.

## **КРАТКАЯ ИСТОРИЯ КАФЕДРЫ «МЕТЕОРОЛОГИЯ И КЛИМАТОЛОГИЯ» И СОВРЕМЕННАЯ НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ**

Холбаев Г.Х., Эгамбердиев Х.Т., Холматжанов Б.М.

Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека

*Аннотация:* В статье освещена история становления кафедры, представлена информация о научно-педагогической деятельности возглавлявших в свое время кафедру ее сотрудников-ученых, а также о нынешних сотрудниках кафедры и их научно-педагогической деятельности.

*Ключевое слова:* кафедра, история, заведующий, научно-педагогическая деятельность, учебник, учебное пособие, монография

## **BRIEF HISTORY OF THE DEPARTMENT OF “METEOROLOGY AND CLIMATOLOGY” AND MODERN SCIENTIFIC AND PEDAGOGICAL ACTIVITIES**

Kholbaev G.Kh., Egamberdiev Kh.T., Kholmatzhanov B.M.

National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek

*Abstract:* The article describes the scientific and pedagogical activities, history, the heads and professors of the department.

*Keywords:* department, history, director, scientific-pedagogical activity, teaching, textbook, monograph.

1919 йил феврал ойида Туркистон университетида физика-математика факультети иш бошлади ва шу факультет таркибига “Геофизика” кафедраси ҳам кирган эди. 2020 йил сентябрда биринчи ўқув йили бошланди. 1943 йил 20 октябрдан “Геофизика” кафедрасидан алоҳида “Синоптик метеорология” кафедраси ажралиб чиқди. 1962 йилда “Геофизика” ва “Синоптик метеорология” кафедраси бирлаштирилиб янги “Атмосфера физикаси” кафедраси номи билан фаолият юрита бошлади.

“Метеорология ва иқлимшунослик” кафедраси Ўзбекистон Республикасининг “Таълим тўғрисидаги” ва “Кадрлар тайёрлаш миллий дастури тўғрисида”ги қонунларига, Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Ўзбекистон Республикаси олий таълим тизимини 2030 йилгача ривожлантириш Концепцияси, Ўзбекистон Республикаси Президентининг “2019-2023 йилларда ЎЗМУ да талаб юқори бўлган малакали кадрлар тайёрлаш тизимини тубдан такомиллаштириш ва илмий салоҳиятни ривожлантириш чоратadbирлари тўғрисида”ги №4358-сонли Қарори, Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг “Олий таълим тўғрисида”ги Низоми ҳамда “Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 2017 йил 28 апрелдаги №267–сонли буйруғи билан ташкил топган. 2021-2022 ўқув йилидан Физика факультети таркибидаги “Атмосфера физикаси” кафедраси Гидрометеорология факультети “Метеорология ва иқлимшунослик” кафедрасига айлантирилган.

Ўтган давр мобайнида кафедрага Р.Р.Циммерман (1920-1935), А.А.Скворцов (1936-1954), В.А.Джорджио (1955-1974), В.И.Губин (1974-1975), Н.Н.Романов (1975-1988), Ю.В.Петров (1988-1999), Х.Т.Эгамбердиев (1999-2006), 2006-2012 йилларда Умумий физика ва атмосфера физикаси, 2012-2021 йилларда Астрономия ва атмосфера физикаси кафедраси таркибида, Х.Т.Эгамбердиевлар (2021-2022) раҳбарлик қилганлар.

### Кафедра мудирлари

Геофизика кафедраси 1920-йилда доцент **Ричард Ричардович Циммерман** (биринчи кафедра мудир - 1920-1935 йй., 1933-1934 йиллар физика-математика факультети декани) томонидан ташкил этилган. Унинг туғилган йили ва жойи ҳақидаги маълумотлар сақланмаган.

**Джорджио Виктор Антонович** — 1907-1974. Ростов давлат университетининг физика-техника факультетини битирган (1930). Физика-математика доктори, профессор. 1954-1964 йиллар физика факультети декани. Давлат мукофотининг совриндори (1948). Асосий илмий ишлари: 200 дан ортиқ, илмий мақолалар чоп эттирган.



**Романов Николай Николаевич.** 1917-1994.

Физика-математика фанлари номзоди, доцент. 1977-1988 йиллар кафедра мудир. Кафедра мудир лавозимида ишлаган пайтида Афғонистон, Лаос, Ироқ, Иордания, Бангладеш давлатлари талабалари таълим олган. “Ўрта Осиёда қумли бўронлар иқлими” бўйича монография чоп этитирган. Ўрта Осиёда микроциркуляр жараёнлар соҳасида фаолият олиб борган.



**Петров Юрий Васильевич** — 08.05.1940 й. ТошДУнинг физика

факультетини битирган (1962). Физика-математика фанлари номзоди (1984), доцент (1991), профессор (2018). 1988-1999 йиллар кафедра мудир. Номзодлик диссертацияси: Особенности строения пограничного слоя атмосферы в условиях Средней Азии в связи задачей диагноза и прогноза болтанки летательных аппаратов (1984). Ю.В.Петров томонидан «Иқлимшунослик, Атмосфера физикаси, Синоптик ва космик метеорология» дарслик ва ўқув қўлланмаларининг ўзбек тилида илк бор яратилиши тарихий воқеа бўлди. 11 та дарслик, 5 та ўқув қўлланма, 2 та услубий қўлланма ҳамда журналларда чоп этилган 150 дан ортиқ илмий мақолалар, халқаро ва республика конференциялари материаллари муаллифи.

Илмий фаолият доираси: атмосфера чегара катлами физикаси, авиация метеорологияси, худудий синоптика ва иқлимшунослик, амалий экология ва ресурсшунослик. Асосий илмий ишлари: О комплексе струйных течений над Японией 8-10 декабря 1959 //Известия АН УзССР, сер. физ.-мат. наук, 1965, № 4; Структура воздушного потока при урсатьевском ветре. Гидрометеоздат. Метеорология и гидрология, 1976, № 2; Концепция рационального кольцевания атмосферным воздухом как природным ресурсом //АН РУз, 1999, № 4; Возможность получения пресной воды из атмосферной влаги в засушливых зонах Узбекистана. Т., 2000, № 21.



**Эгамбердиев Хамрокул Турсункулович** — 05.11.1961 й.

География фанлари доктори. Профессор. 1984 йил Тошкент давлат университети (ҳозирда Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон миллий университети) физика факультетини “Атмосфера физикаси” мутахассислиги бўйича тугаллаган. 1999-2006 йилларда “Атмосфера физикаси” ва 2021-2022 йилларда “Метеорология ва иқлимшунослик” кафедраси мудири.

1995 йилда “Ўзбекистонда қуёш энергияси ресурсларини антропоген омиллар ҳисобга олинган тақсимланиш хусусиятлари” мавзусидаги номзодлик, 2019 йилда “Ўзбекистонда антропоген омилларни ҳисобга олган ҳолда атмосфера тиниклигининг қуёш энергияси ресурсларига таъсири” мавзусидаги докторлик диссертацияларини ҳимоя қилган.

Гидрометеорология илмий-тадқиқот институти ҳузуридаги илмий даражалар берувчи DSc.27/30.12.2019.Gr.47.01 рақамли илмий кенгаш қошидаги илмий семинар раиси.

120 дан ортиқ илмий ва ўқув-услубий ишлари эълон қилинган. “Иқлимшунослик”, “Атмосфера физикаси”, “Синоптик ва космик метеорология” “Булут физикаси” каби бир қатор дарсликлар ҳаммуаллифи. Дарслик ва ўқув қўлланмаларининг ўзбек тилида илк бор яратилиши тарихий воқеа бўлди. 11 та дарслик, 7 та ўқув қўлланма, 4 та услубий қўлланма ҳамда журналларда чоп этилган.

*Илмий фаолият доираси:* регионал иқлимшунослик, амалий экология, ресуршунослик.

*Асосий илмий ишлари:* Влияние антропогенного загрязнения на прозрачность атмосферы. Теоретические и прикладные вопросы географии Узбекистана. Т., Сборник научных трудов ОГАМ РУз. Вып.2. 1994; Основные свойства и особенности атмосферного воздуха как природного и экологического ресурса //Докл. АН РУз, 1998, № 4; Основные закономерности пространственного и сезонного распределение параметров солнечной радиации в Узбекистане. Монографии. Издательство «Университет», Т. 2018 С. 100. Физико-географическое распределение месячных и годовых сумм прямой солнечной радиации на перпендикулярную поверхность. Ўзбекистон география жамияти ахбороти 57-жилди, Тошкент– 2020. –Б.258-162. The vegetation period of winter wheat in southern areas of the Republic of Uzbekistan. Journal of critical reviews. Vol 7, Issue 9, 2020. –PP. 122-125.



**Холбаев Гульман Холбаевич** - 19.03.1967 й. География фанлари номзоди, доцент. 1994 йил Тошкент Давлат университети (ҳозирги Ўзбекистон Миллий Университети) физика факультетини тугатган. 2022 йилдан “Метеорология ва иқлимшунослик” кафедраси мудири. 1994-2013 йилларда Гидрометеорология илмий-текшириш институти “Қишлоқ хўжалиги метеорологияси” бўлимида муҳандис, кичик илмий ходим, катта илмий ходим, илмий ишлар бўйича директор ўринбосари лавозимида ишлаган. 2002 йили “Оценка агрометеорологических условий темпов развития и формирования продуктивности риса в Узбекистане” мавзусида номзодлик диссертацияси ёқлаган. “Катта илмий ходим (2006)”. 2013-2021 йилларда Ўзбекистон Миллий университети кафедра доценти лавозимида ишлаган.

*Илмий фаолият доираси:* қишлоқ хўжалиги метеорологияси, агрометеорология, агроиқлимшунослик, метеорология, иқлимшунослик.

*Асосий илмий ишлари:* 130 дан ортиқ илмий ва дарслик ҳамда ўқув-услубий ишлари ва монографиялари ҳаммуаллифиликда эълон қилинган. Агрометеорологические условия и продуктивность риса в Узбекистане. Ташкент. 2001. -149 с. Рис, пшеница и хлопковое волокна по станам мира. Ташкент. 2005. -238 с. Производство хлопкового волокна в различных странах мира. Ташкент: Узгидромет, 2006. – 270 с. Многолетние значения метеорологических элементов по странам мира. НИГМИ. Ташкент. 2007. -150 с. Агрометеорологияда муносабатли тенгламаларни топишда математик статистикани қўллаш, ЭҲМ ва Географик ахборот тизимларидан фойдаланиш учун кўрсатма. –Тошкент.

НИГМИ Ўзгидромет. -2009. -150 б. Ўзбекистонда ғўза агротехникаси, агроиклимий шароитлар ва ресурслар. Тошкент, 2009. -163 б. Ўзбекистонда агроиклимий шароитлар, агротехнология ва ғўза маҳсулдорлиги, ГИС-технология услубини агрометеорологияга қўллаш ва ўсимлик қопламининг математик моделлари. Тошкент, 2011. -162 б. монографиялар ҳаммуаллифи. Phenological Phases and Thermal Mode of the Winter Wheat in the Irrigated Areas in the Fergana Region. International Journal of Psychosocial Rehabilitation, Vol. 24, Issue 05, 2020. –PP. 3833-3838. The vegetation period of winter wheat in southern areas of the Republic of Uzbekistan. Journal of critical reviews. Vol 7, Issue 9, 2020. –PP. 122-125. The Effect of Air Temperature and Relative Humidity to Winter Wheat Growth during Vegetation Period in Uzbekistan. Nature and Science. 2022;

### **Кафедра фаолияти**

Ҳозирги кунда кафедрада профессорлар Х.Т. Эгамбердиев ва Б.М.Холматжанов, доцентлар Г.Х.Холбаев, М.Алаутдинов, Ф.Абдикулов, У.Шермухамедов, ўқитувчилар Б.Ахмурадова, Қ.Махмудов, Д.Эшмирзаев ва У.Ёқубовлар фаолият олиб бормоқда. Шундан 2 нафари фан доктори, 2 нафари фан номзоди, 2 нафари эса фалсафа доктори (PhD).



**Холматжанов Бахтияр Махаматжанович – 15.06.1970 й.** География фанлари доктори. Профессор. 1993 йил Тошкент давлат университети (ҳозирда Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон миллий университети) физика факультетини “Атмосфера физикаси” мутахассислиги бўйича тугаллаган.

2010 йил “Атмосфера чегаравий қатламида ифлослантирувчи моддаларнинг кўчишини моделлаштириш (мезоэффектларни ҳисобга олган ҳолда Оҳангарон водийси мисолида)” мавзусидаги номзодлик, 2019 йилда “Минтақавий атмосфера циркуляцияси, унинг Ўрта Осиё иқлимнинг ўзгариши ва Ўзбекистоннинг тоғли ҳудудларида ҳавонинг ифлосланишига таъсири хусусиятлари” мавзусидаги докторлик диссертацияларини ҳимоя қилган. 2019-2021 йилларда Гидрометеорология илмий-тадқиқот институти директори лавозимида фаолият юритган.

Гидрометеорология илмий-тадқиқот институти ҳузуридаги илмий даражалар берувчи DSc.27/30.12.2019.Gr.47.01 рақамли илмий кенгаш раиси.

130 дан ортиқ илмий ва ўқув-услубий ишлари эълон қилинган. “Иқлимшунослик”, “Атмосфера физикаси”, “Синоптик ва космик метеорология” каби бир қатор дарсликлар ҳаммуаллифи.

*Илмий фаолият доираси:* атроф-муҳит ифлосланиши, динамик иқлимшунослик, курғокчилик, биометеорология.

*Асосий илмий ишлари:* Foehn influence on air pollution processes in the mountain regions // Russian Meteorology and Hydrology, Vol. 35, Iss. 6, 2010. – PP. 406-410; Расчет и прогнозирование переноса загрязняющих веществ в условиях горного рельефа. Монография (2014); Analysis of Temperature Change in Uzbekistan and the Regional Atmospheric Circulation of Middle Asia during 1961–2016 // Climate 2020, 8, 101; Study of the strongest dust storm occurred in Uzbekistan in November 2021 // scientific reports 2023, 13, 20042; Bioclimatic Conditions of the Classic Tourist Route Tashkent-Samarkand-Bukhara-Khiva in Uzbekistan // WSEAS Transactions on Environment and Development, Vol. 19, 2023. – PP. 1255-1275.



**Алаутдинов Мухидинхон — 01.08.1950 й.** ТошДУнинг физика факультетини битирган (1973). Физика-математика фанлари номзоди (1980), доцент (1983). 1980 йилда “Неадиабатическая модель глубокой конвекции” мавзусидаги номзодлик диссертациясини ҳимоя қилган.

*Илмий фаолият доираси:* об-ҳаво прогнозининг сонли усуллари, регионал экология, синоптика ва иқлимшунослик.

*Асосий илмий-ишлари:* Численное моделирование процессов глубокой конвекции // Метеорология и гидрология. 1979, № 10; Статистические методы прогноза аномалии средней месячной температуры воздуха и месячных сумм осадков по территории Средней

Азии в холодное полугодие // Тр. ГМЦ СССР, Информ. сб. 1985, № 14; Статистические характеристики загрязненности атмосферы в Ташкенте в 1991-1993. Экспериментальная и теоретическая физика. Т., вып.3, 1995.// Сборник задач упражнений по физике атмосферы Ташкент 2007//. Особенности повторяемости низкой облачности в районе города Ташкент. ЎзМУ хабарлари// Тошкент 2005.



**Абдикулов Фаррух Илхомжон ўғли** - 28.03.1992 й. География фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) ЎзМУнинг Геология ва география факультети “Гидрометеорология” таълим йўналишини 2016 йил тугатган. 2018 йил Физика факультетининг “Метеорология, Иқлимшунослик, Агрометеорология” магистратура мутахассислигини тамомлаган. 2021 йилда Гидрометеорология илмий-тадқиқот институти таянч докторантурасига ўқишга кирди. 2022 йилда муддатидан олдин диссертациясини муваффақиятли ҳимоя қилиб, география фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) илмий даражасига тасдиқланган.

*Илмий фаолият доираси:* Ўзбекистон ҳудудида иқлим ўзгариши қонуниятлари, биоиклимий шароитлар ва улардан туризмни ривожлантиришда фойдаланиш имкониятлари, Ўзбекистон ҳудудида метеорологик курфокчиликнинг шаклланиш хусусиятларини тадқиқ этиш соҳаларида 15 дан ортиқ илмий ишлари чоп этилган.

*Асосий илмий ишлари:* Analysis of Temperature Change in Uzbekistan and the Regional Atmospheric Circulation of Middle Asia during 1961–2016 (2020). Bioclimatic Resources and Their Consideration for Tourism Development in Selected Destinations of Uzbekistan (2020). Вопросы устойчивого развития туризма в странах центральной Азии (2022). Bioclimatic Conditions of the Classic Tourist Route Tashkent-Samarkand-Bukhara-Khiva in Uzbekistan (2023).



**Шермухамедов Улуғбек Абдулазизович.** 20.12.1989 й. География фанлари бўйича фалсафа доктори доцент в.б. (PhD) ЎзМУнинг физика факультетини битирган (2011). 2019 йилда География фанлари бўйича фалсафа доктори “Пространственно-временная статистическая структура содержания тропосферного озона на территории Узбекистана” мавзусидаги номзодлик диссертациясини ҳимоя қилган.

*Асосий илмий ишлари:* Исследования гелиогеофизических факторов, влияющих на изменчивость тропосферного озона на основе данных ОМІ. //Проблемы вычислительной и прикладной математики. №2(20). –2019. –С.104-111; Use of a mathematical model for analysis of small gases in the surface layer of the atmosphere. Central Asian journal of the geographical researches-No 1-2, Chirchik 2021 стр. 84-89; О мониторинге загрязнения атмосферы Вестник ККО АН Руз.-2020-№3-С.99-106; Системный подход к диагностике загрязнения атмосферы над территорией Узбекистана //Известия Географического общества Узбекистана. 55-том. –2020. –С.195-208.



**Ахмурадова Барно Худояровна** - 11.06.1989 й. Ўқитувчи. ЎзМУнинг 2015 йилда География факультетини “Гидрометеорология” таълим йўналиши ва 2017 йилда Физика факультети “Метеорология, иқлимшунослик ва агрометеорология” магистратура мутахассислиги тамомлаган

*Илмий фаолият доираси:* Метеорология, иқлим ресурслари.

*Асосий илмий ишлари:* Жиззах вилоятининг ҳарорат режими (2016). Жиззах вилоятининг атмосфера ёғинлари режими (2016). Жиззах вилояти метеорологик катталикларининг даврий ўзгариши (2017). Жиззах МСдаги ўртача ҳаво ҳароратининг йиллараро ўзгаришини тадқиқ қилиш (2022). Иқлим ўзгариши фонида Янгиқишлоқ метеостанциясидаги ҳарорат режимини баҳолаш (2022). Иқлим ўзгариши фонида Жиззах метеостанциясидаги ҳарорат режимини баҳолаш (2022).



**Махмудов Қобулжон Муҳитдин ўғли** — 09.05.1994 й. Ўқитувчи. ЎзМУнинг География факультетини “Гидрология” таълим йўналишини 2017 йил тугаллаб, 2019 йилда Физика факультетининг “Метеорология, иқлимшунослик ва агрометеорология” магистратура мутахассислигини тамомлаган.

*Илмий фаолият доираси:* Агрометеорология, иқлим ресурслари.

*Асосий илмий ишлари:* Андижон сув омбори ва унга куйиладиган дарёларнинг гидрологик режими (2016), Қишлоқ хўжалик экинлари учун хавфли метеорологик ходисалар (2018), Ўзбекистонда қишлоқ хўжалик экинларига хавфли бўлган агро ва гидрометеорологик ходисалар ҳақида (2019). Фарғона водийсида вегетайия даврининг иссиқлик таъминотини баҳолаш (2023), Meteorologik kattaliklarning o‘zgarishi (Andijon stansiyasi misolida) (2023), Ўзбекистоннинг суғориладиган ҳудудларида ўртача ҳаво ҳароратининг турли даражалардан ўтиши (2023), Ўзбекистоннинг буғдой етиштирувчи вилоятларида хавфли метеорологик ходисаларнинг такрорланувчанлигини баҳолаш (2023), Вегетация даврида иссиқлик таъминотини баҳолаш (кузги буғдой ўсимлиги тўғрисида) (2023) Iqlim o‘zgarishi sharoitida havo harorati hamda atmosfera yog‘inlarining o‘zgarishini baholash (Andijon viloyati bo‘yicha) (2024),



**Эшмирзаев Достон Рустамжонович** – 29.01.1999 й. Ўқитувчи. СамДУнинг География ва Экология факультети “Гидрометеорология” таълим йўналишини 2021 йил тугаллаб, 2023 йилда ЎзМУ Гидрометеорология факультетининг “Метеорология, иқлимшунослик ва агрометеорология” магистратура мутахассислигини тамомлаган.

*Илмий фаолият доираси:* Агрометеорология, иқлим ресурслари.

*Асосий илмий ишлари:* “The Effect of Air Temperature and Relative Humidity to Winter Wheat Growth during Vegetation Period in Uzbekistan” (2022), “Monitoring of Changes in Meteorological Quantities in Different Periods” (2023) “Nature and Science”, Ўзбекистоннинг буғдой етиштирувчи вилоятларида хавфли метеорологик ходисаларнинг такрорланувчанлигини баҳолаш (2023), Суғориладиган ҳудудларнинг вегетация даври иссиқлик таъминотини баҳолаш (Самарқанд ва Жиззах вилояти мисолида) (2023), Вегетация даврида иссиқлик таъминотини баҳолаш (Кузги буғдой ўсимлиги мисолида) (2023), Iqlim o‘zgarishi sharoitida havo haroratining davrlar bo‘yicha o‘zgarishini baholash (Samarqand viloyati misolida) (2024) каби мақолалари халқаро ва республика журналларида чоп этилган.



**Ёқубов Умиджон Мамуржон Ўғли** – 23.07.1996 й. Ўқитувчи. ЎзМУнинг География ва табиий ресурслар факультетини “Гидрометеорология” таълим йўналиши 2021 йил тугаллаб, Гидрометеорология факультети “Метеорология, иқлимшунослик ва агрометеорология” магистратура мутахассислигини 2023 тугатган

*Илмий фаолият доираси:* метеорология, иқлим ресурслари.

*Асосий илмий ишлари:* Туристик мақсадларда фойдаланиш учун Қашқадарё вилоятининг метеорологик ва биоиклимий шароитларини баҳолаш (2023), Қашқадарё вилояти иқлимнинг ўзгаришлари (2022), Шаҳрисабз шаҳрининг жорий иқлимий шароитлари (2022).

Кафедрада куйидаги йўналишлар бўйича мутахассислар тайёрланади: бакалаврият босқичида 60520200 – Метеорология ва иқлимшунослик. Магистратура мутахассислиги босқичида 70520101 – Метеорология, иқлимшунослик, агрометеорология (фаолият турлари бўйича). Шунингдек, Россия давлат Гидрометеорология университети билан ҳамкорликда “Метеорология ва иқлимшунослик” кўшма таълим дастури ишлаб чиқилган.

Кафедра профессор-ўқитувчилари 2000-2002 йилларда 5440600 – Гидрометеорология, 2021-2022 йилларда 60520200-Метеорология ва иқлимшунослик таълим йўналиши Давлат Таълим Стандартини ишлаб чиқдилар. Ушбу стандартга мувофиқ, мазкур йўналишнинг намунавий ўқув режаси тайёрланди ҳамда ундан ўрин олган барча умумқасбий ва

мутахассислик фанларининг намунавий ўқув дастурлари биринчи мартаба яратилди. Ушбу меъёрий ҳужжатлар 2004, 2006 ҳамда 2008 йилларда такомиллаштириб борилди ва улар янги талаблар асосида қайта ишланиб, ЎзР Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг бўйруқлари асосида ўқув жараёнига тадбиқ этилди.

Кафедра ҳаётида 2002-2003 ўқув йили алоҳида аҳамиятга эга бўлди. Мазкур ўқув йили қабул режасига кўра, кафедрага куйидаги магистратура мутахассисликлари бўйича магистрлар тайёрлаш имконияти берилди: 5A140701-Метеорология ва иқлимшунослик.

Ҳозирги кунда кафедрада 60520200-Метеорология ва иқлимшунослик таълим йўналиши ҳамда унинг негизидаги 70520101 – Метеорология, иқлимшунослик, агрометеорология (фаолият турлари бўйича) магистратура мутахассислиги бўйича кадрлар тайёрланади.

Кафедрада Ўзбекистон Мустақиллиги, яъни 1991-2024 йилларда 6 та монография (муаллифлар: Ю.В.Петров, Х.Т.Эгамбердиев, Б.М. Холматжанов ва бошқ.), 13 та дарслик (муаллифлар: Ю.В.Петров, Х.Т.Эгамбердиев, Б.М. Б.М. Холматжанов, М.Алаутдинов, Г.Холбаев ва бошқ.), 7 та ўқув қўлланма (муаллифлар: Ю.В.Петров, Х.Т.Эгамбердиев, Б.М. Холматжанов, М.Алаутдинов, Г.Холбаев ва бошқ.) ва 10 та услубий қўлланма тайёрланди ва чоп этилди.

Мустақилликка эришилгандан сўнг кафедрада илмий-педагогик кадрлар тайёрлашга алоҳида эътибор қаратилди. Натижада, шу йилларда кафедрада 11.00.09 (ҳозирги 11.00.04) – Метеорология. Иқлимшунослик. Агрометеорология ихтисослигидан 3 та докторлик (Т.Мухторов, 2002, Б.Холматжанов, 2019; Х.Эгамбердиев, 2019;), 3 та фан номзоди (Х.Эгамбердиев, 1995, Г.Холбаев, 2001, Б.Холматжанов, 2010;) ҳамда 2 та (У.Шермухаммедов, 2019; Ф.Абдикулов, 2022;) география фанлари бўйича фалсафа докторлари тайёрланди.

Кафедра аъзолари Япония (Б.М.Холматжанов), Италия (Б.М.Холматжанов Х.Т.Эгамбердиев), Буюк Британия (Г.Холбаев), Эрон (Г.Холбаев) ҳамда Россиянинг Москва, Ставрополь (Б.М.Холматжанов, Х.Т.Эгамбердиев, Г.Холбаев) каби шаҳарларида ўтказилган халқаро конференцияларда маърузалар билан қатнашдилар ва уларнинг мақолалари ушбу илмий анжуманлар тўпламларида чоп этилди.

Кафедра профессори Б.Холматжанов 2021 йилдан ГМИТИ қошидаги Ихтисослашган Илмий Кенгаш раиси сифатида ижобий фаолият кўрсатмоқда. Кафедра профессори Х.Т.Эгамбердиевлар Ўзгидромет қошидаги Ихтисослашган Кенгашнинг илмий семинари раиси ва доцент Г.Х.Холбаев доимий аъзолари сифатида иш олиб бормоқдалар.

Кафедрада фаолият юритаётган профессор-ўқитувчилар илмий тадқиқот ишлари билан мунтазам равишда шуғулланиб келмоқдалар. Ҳозирги кунда кафедрада асосий штатда ишлайдиган ходимларнинг илмий салоҳияти 71% ни ташкил этади.

Кафедрада 1991-2022 йилларда 10 га яқин амалий тадқиқотлар Давлат гранти бўйича илмий мавзу устида иш олиб борилди.

Ҳозирги кунда кафедра профессор-ўқитувчилари қатор илмий лойиҳаларда иштирок этиб келмоқда:

– ПЗ-20170927382 “Ўзбекистонда муайян майдонда ғўза маҳсулдорлигини ошириш учун хавфли метеорологик шароитларни инобатга олиб агрометеорологик баҳолаш услубини яратиш” (2021-2023 йй.) каби илмий лойиҳалардир.

– АЛ-47-тур 21071175-son “Bioiqlimiy sharoitlarni hisobga olgan holda turizm hududlarida turpaketlarni diversifikatsiyalovchi hamda O‘zbekistin turistik salohiyatini ko‘rsatuvchi kartografik model va uning ilovasini yaratish” (2022-2023 йй.);

– АЛ-5721122072-son “Qishloq xo‘jaligi suv va energiya resurslarini barqaror rivojlantirish uchun yer usti kuzatuvlari va geostatsionar meteorologik sun‘iy yo‘ldoshlardan olingan quyosh radiatsiyasi ma‘lumotlaridan kompleks foydalanish” (2022-2025 йй.);

– АЛМ-202107009 “Об-ҳаво прогнозининг COSMO-CA сонли модели маълумотлари асосида хавфли гидрометеорологик ҳодисалар (кучли шамол, жала

ёмғирлари, сел тошқинлари) мониторинг тизими ва унинг мобил иловасини яратиш” (2022-2025 йй.);

Кафедрада бакалавриат босқичида қуйидаги фанлар ўқитилади: Метеорология ва иқлимшуносликка кириш, Метеорологияда физик жараёнлар, Геофизика асослари, Метеорологияда ахборот ўлчов тизимлари, Атмосфера физикаси, Синоптик метеорология, Динамик метеорология, Метеорологик дастурлаш тиллари, Ўрта Осиё синоптик жараёнлари, Масофавий зондлаш усуллари, Иқлимшунослик, Метеорологик ҳисоблашлар, Метеорологик прогнозлар, Амалий иқлимшунослик, Авиацион метеорология, Агриметеорология, Метеорологияда статистик усуллар, Хавфли метеорологик ҳодисалар. Магистратура босқичида: Атмосфера динамикаси, Атмосфера умумий циркуляцияси, Иқлим ва унинг ўзгариши назарияси, Қишлоқ хўжалиги метеорологияси, Умумий агроиқлимшунослик, Булут физикаси, Ўрта Осиё минтақавий циркуляцияси хусусиятлари, Космик метеорология, Хавфли метеорологик ҳодисалар прогнози, Сонли об-ҳаво прогнозлари, Атмосфера жараёнларига фаол таъсир этиш, Метеорология ва иқлимшуносликнинг замонавий муамолари, Биометеорология каби мутахассислик фанлари ўқитилади.

Мустақиллик йилларида Ўзбекистон Миллий университети “Метеорология ва иқлимшунослик” кафедраси профессор-ўқитувчилари томонидан бир қатор фанлар бўйича дарсликлар, ўқув қўлланма ва монографиялар тайёрланган.

### Дарсликлар, ўқув қўлланмалар, монографиялар



Кафедра ЎЗР Фавкуллда вазиятлар вазирлиги (ФВВ); ЎЗР Гидрометеорология хизмати маркази (Ўзгидромет); ЎЗР Қишлоқ Хўжалиги вазирлиги; ЎЗР Ер ресурслари, геодезия, картография ва давлат кадастр давлат қўмитаси – Ергеодезкадастр; Экология ва атроф муҳит муҳофазаси давлат қўмитаси, ЎЗР Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги тасарруфидаги ОТМ, КҲҚлари ва тармоқ ИТИлари ва бошқалар ташкилотлар билан илмий-амалий алоқаларни ўрнатган.

Кафедрада 2021 йилдан “Ёш метеоролог” илмий тўғараги ташкил этилди. Ушбу тўғаракнинг илмий-тадқиқот йўналиши Ўзбекистон ва унга туташ худудларда кечадиган метеорологик жараёнларни илмий ва амалий нуқтаи-назардан ўрганишга қаратилган.

Юқоридагилардан ташқари, кафедрада таҳсил олган магистр Қозоғистон Республикаси пойтахти Нур-Султонда 2022 йил 22-23-апрель кунлари бўлиб ўтган Халқаро йил талабаси танловида фахрли биринчи ўринни эгаллади.

## **FOSTERING CLIMATE EDUCATION AND YOUTH ENTREPRENEURSHIP IN CENTRAL ASIA: THE PATH TO CLIMATE RESILIENCE**

Jarihani B.<sup>1,2,3</sup>, Umirzakov, G.<sup>3</sup>, Mierke S.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> James Cook University, College of Science and Engineering, Townsville, Australia, ben.jarihani@jcu.edu.au

<sup>2</sup> University of the Sunshine Coast, School of Science, Technology and Engineering, Brisbane, Australia

<sup>3</sup> National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Tashkent, Uzbekistan

<sup>4</sup> Anchor Schools, AnchorEd LLC, Philadelphia, USA

**Abstract.** Rural areas in Central Asia are particularly vulnerable to climate change and environmental degradation, and face challenges in transitioning to green, resilient, and inclusive economies. The RESILAND CA+ Program of World Bank is committed to enhancing the resilience and sustainable development of Central Asia countries by addressing critical environmental, natural resource, and climate challenges. Its initiative, "Rural Schools and the Development of Entrepreneurship Skills Related to Natural Resources and Climate in Central Asia," brought together policy- and decision-makers, educators, universities, development practitioners, and youth from Kazakhstan, the Kyrgyz Republic, Tajikistan, and Uzbekistan to pilot a model for school-based youth climate action in rural areas. This paper provides a summary of the study, part of a three-year initiative that focused on integrating landscape restoration and climate change awareness with entrepreneurship education in rural schools.

**Keywords:** climate change, education, youth action, entrepreneurship skills, landscape restoration, Central Asia

**Introduction.** Central Asia, comprising Kazakhstan, the Kyrgyz Republic, Tajikistan, and Uzbekistan, confronts a myriad of environmental challenges posing threats to both natural landscapes and local communities [1]. This region, characterized by unique geography and diverse ecosystems, faces landscape degradation, water scarcity, pollution, and escalating climate change impacts endangering long-term sustainability [2]. The drylands of Central Asia, among the world's most rapidly degrading regions, suffer from anthropogenic pressures like commercial agriculture, extractive industries, and urbanization, exacerbating vulnerabilities [3]. Intense weather events and natural disasters compound these challenges, impacting landscapes, livelihoods, and economic opportunities [4].

With approximately 60% of the population residing in rural areas, agriculture drives the region's economy, utilizing vast contiguous rangelands essential for livelihoods and global ecological balance [5]. However, unsustainable land management practices, including overgrazing and soil erosion, exacerbate landscape degradation. Water scarcity intensifies due to inefficient water management, upstream diversions, and glacier retreat, affecting freshwater availability and quality [6]. Pollution from industrial activities and agricultural runoff further compromises human health and ecosystem integrity.

Climate change exacerbates these challenges, disrupting agriculture, exacerbating water scarcity, and threatening food security. Melting glaciers exacerbate water insecurity, affecting millions dependent on glacier-fed rivers. The region's vulnerability to natural disasters amplifies risks to livelihoods and economic stability.

Addressing these challenges necessitates sustainable land management, improved water governance, pollution mitigation, and climate resilience strategies. Failure to act decisively risks further environmental degradation, jeopardizing the region's sustainable development and population well-being. Encouragingly, efforts towards land restoration and commitments to

combat land degradation offer glimpses of progress, highlighting the imperative for concerted action across the region.

**Climate Change and Environmental Education:** In addition to addressing environmental challenges, Central Asia recognizes the pivotal role of environmental education in fostering sustainable development and climate resilience. While progress has been made in advancing formal education systems, significant challenges persist across various dimensions. Ensuring equitable access, enhancing quality and relevance, promoting skills development, and improving school infrastructure, especially in rural areas, are essential priorities for advancing educational outcomes, fostering socio-economic development, and adapting to climate change. Collaborative efforts among governments, development partners, civil society, and the private sector are crucial for addressing these challenges and building a more inclusive and resilient education system in Central Asia. By integrating environmental education into school curricula and fostering awareness among youth, Central Asia can nurture a generation equipped with the knowledge, skills, and mindset necessary to address environmental challenges and contribute to sustainable development in the region.

**Entrepreneurship Education:** Opportunities for youth entrepreneurship in Central Asia are abundant, driven by demographic trends, technological advancements, and evolving market dynamics. However, significant challenges persist, including limited access to finance, regulatory barriers, lack of business support services, and cultural barriers discouraging risk-taking and innovation among youth [3]. Addressing these challenges requires concerted efforts from governments, development partners, civil society organizations, and the private sector to create an enabling environment for youth entrepreneurship to thrive. Youth entrepreneurship holds immense potential for driving economic growth, fostering innovation, and creating employment opportunities in Central Asia. Leveraging the formal education system, civil society sector, and the for-profit/private sector can enhance support mechanisms for young entrepreneurs and facilitate their transition from education to entrepreneurship. By addressing key challenges and seizing opportunities, Central Asia countries can unlock the full potential of their youth population and foster a vibrant entrepreneurial ecosystem conducive to sustainable development.

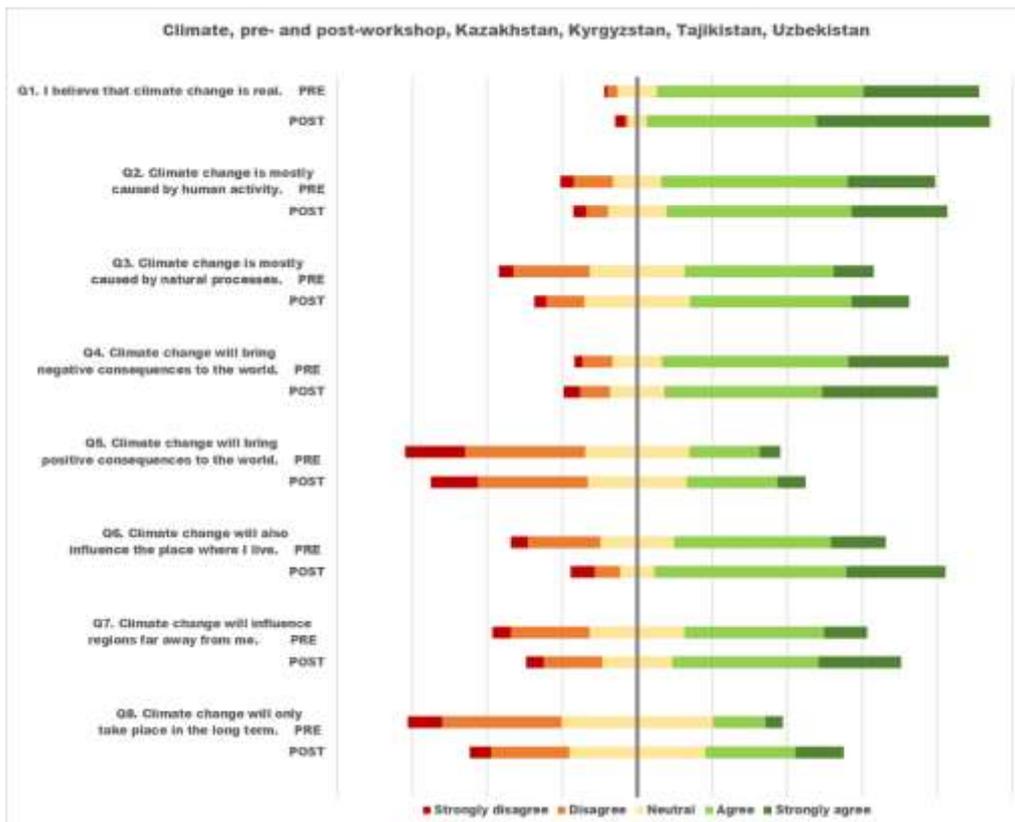
In this study, we assessed the current state of environmental education in rural schools across Central Asia, recognizing its critical role in fostering sustainable development and climate resilience in the region. Through this assessment, we aim to identify gaps, challenges, and opportunities for enhancing environmental education initiatives, thereby contributing to the development of more inclusive and resilient education systems in Central Asia.

**Methodology.** The methodology employed a peer-to-peer model to activate youth climate entrepreneurs in rural schools, beginning with university internship programs for undergraduate students. Each university established internships, hiring students to participate in training, deliver youth workshops, develop policy briefs, and engage in related events. Coordinated by university faculty or staff consultants, interns participated in a virtual Training-of-Trainers (ToT) covering entrepreneurship, climate change science, workshop facilitation, policy development, and project management. Monthly virtual workshops supplemented by on-site support and virtual coaching equipped interns to design and facilitate workshops at rural schools and multi-day "Launchpad" events at their universities. The curriculum focused on ideating local solutions for climate impact and landscape degradation, with selected youth attending in-depth workshops at coordinating universities. Interns also conducted surveys, interviews, and developed policy briefs to evaluate the initiative's impact.

**Results. Climate Change Awareness Surveys:** Overall, a large majority of the youth participants believe that climate change is real. Before the workshops, 58% agreed and 35% strongly agreed, after the workshops, 43% agreed and 49% strongly agreed. Findings indicate that workshop participants learned about the human and natural causes during the workshop and became more confident in their opinions.

In short, the young people in rural areas of Uzbekistan, Kazakhstan, Kyrgyzstan and Tajikistan already appear to have a high awareness of the reality of climate change, its causes, and

its consequences. The workshop seems to have further increased their awareness as their responses to the survey statements after the workshop were more definitive.



**Fig. 1. Workshop survey responses to climate change statements by young people in rural schools in Kazakhstan, Kyrgyzstan, Tajikistan and Uzbekistan.**

**Entrepreneurship Surveys Result:** The youth workshop participants showed a strong inclination towards entrepreneurship and a high motivation to tackle climate-related challenges in their communities. A significant majority, 66%, expressed confidence in their ability to bring ideas to life that could impact others, compared to 51% before the workshop. Similarly, 63% to 67% reported feeling energized to take action on climate change. However, despite this confidence, participants expressed uncertainty about the viability of climate-centered entrepreneurship and the support available to them. While the belief in the potential of youth to make a difference in addressing climate change remained strong, participants indicated a need for more convincing regarding the role of youth in climate change adaptation. These findings highlight both the enthusiasm and the challenges faced by youth in pursuing climate-focused entrepreneurship initiatives.

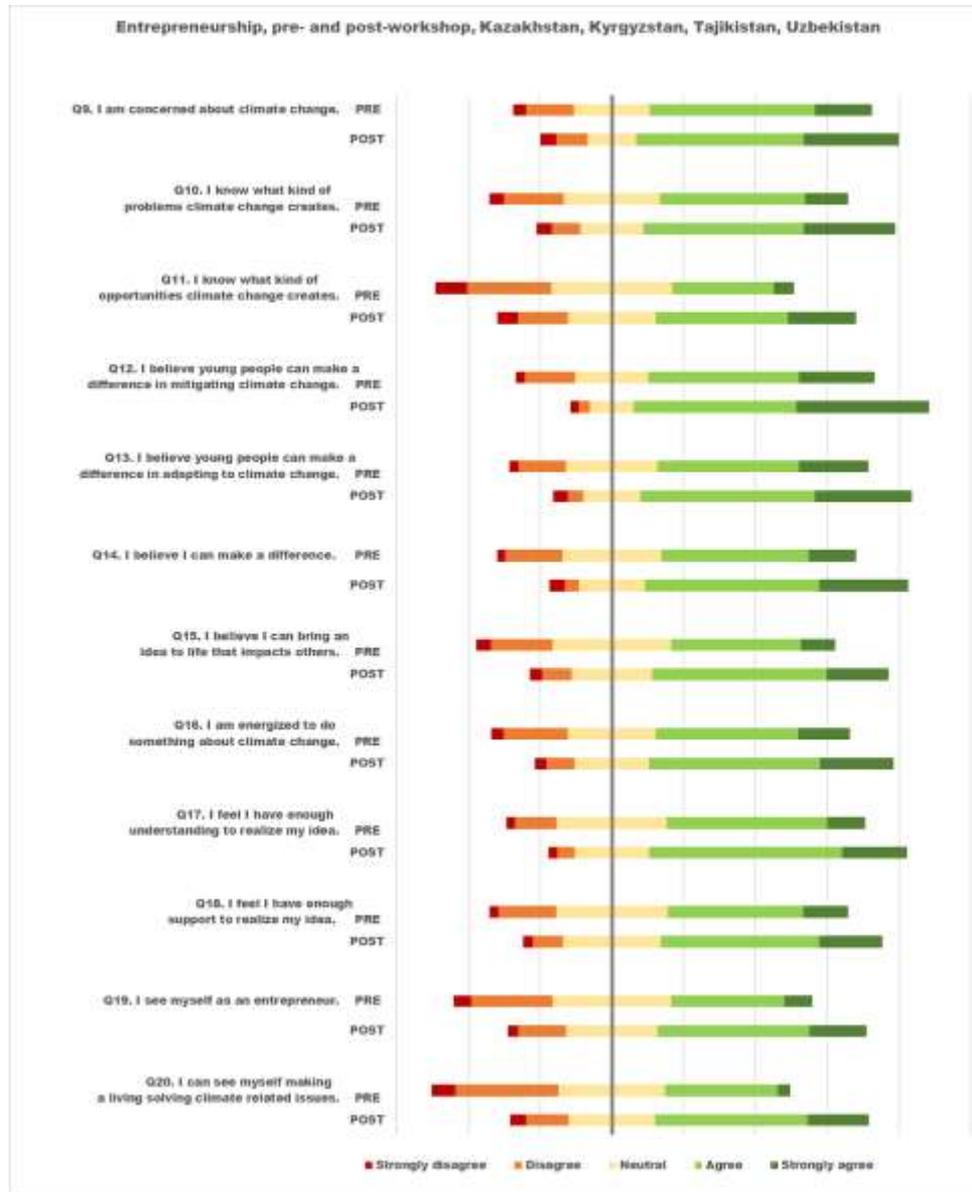
- Implement entrepreneurship training programs tailored specifically for young individuals, emphasizing entrepreneurial mindsets, business skills, social responsibility, and environmental consciousness. By providing practical training and mentorship, youth can be equipped to initiate and lead sustainable ventures. Specific skills include public speaking, critical thinking and analysis, communication and teamwork, and facilitation.

- Integrate landscape resilience and climate change education into existing youth entrepreneurship programs. Instill a sense of responsibility and encourage the development of eco-friendly business ideas. Integrating landscape resilience and climate change education into existing youth entrepreneurship initiatives will further encourage environmentally conscious endeavors.

- Foster village and rural school networks for collaborative action. Youth and teachers are eager to exchange perspectives, ideas, and plans related to urgent infrastructure, economic, and

environmental challenges such as water resource depletion and contamination. Formalizing these ties enables information sharing, collaborative advocacy, and joint fundraising and financing.

- Support private innovation ecosystem growth through the establishment of innovation hubs, technology parks, and start-up incubators. Collaboration among relevant government agencies, non-governmental organizations (NGOs), higher education, and the private sector creates a unified effort towards empowering youth and promoting sustainable livelihood options.



**Fig. 2. Workshop survey responses to entrepreneurship statements by young people in rural schools in Kazakhstan, Kyrgyzstan, Tajikistan and Uzbekistan.**

**Policy Recommendations:**

**Conclusion.** The findings from the youth entrepreneurship workshops underscore the significant potential of young individuals in Central Asia to address climate-related challenges through entrepreneurial initiatives. Despite uncertainties about the viability of climate-centered entrepreneurship, participants exhibited strong motivation and confidence in their ability to make a difference. However, to fully harness this potential, it is crucial to provide tailored support and training programs that equip youth with the necessary skills and knowledge to initiate and lead sustainable ventures.

## References

1. Mirzabaev, A., Götz, L., Guta, D., Goyal, A., & Börner, J. (2015). Environmental and socioeconomic impacts of forest degradation: the case of forests in the Ferghana Valley in Uzbekistan. *Regional Environmental Change*, 15(8), 1645-1659.
2. UN Convention to Combat Desertification (UNCCD). (2023). Central Asia. Retrieved from <https://www.unccd.int/actions/regional/central-asia>
3. UNESCO. (2020). Youth and entrepreneurship: What are the challenges and opportunities for development? Retrieved from <https://en.unesco.org/themes/youth-entrepreneurship>
4. World Bank. (2022). The World Bank in Central Asia. Retrieved from <https://www.worldbank.org/en/region/eca/brief/central-asia>
5. Asian Development Bank. (2020). Central Asia Regional Economic Cooperation (CAREC) Program: Development Effectiveness Review 2020. Retrieved from <https://www.adb.org/publications/carec-development-effectiveness-review-2020>
6. Climate Action Tracker. (2023). Central Asia: Climate change impacts and action. Retrieved from <https://climateactiontracker.org/countries/central-asia>

---

---

## 5-ШҶЪБА. ИҚЛИМ ҶЗГАРИШИ МУАММОЛАРИ ТАЛАБАЛАР НИГОҶИДА

### 5-СЕКЦИЯ. ПРОБЛЕМЫ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА ГЛАЗАМИ СТУДЕНТОВ

#### SECTION 5. CLIMATE CHANGE PROBLEMS FROM THE EYES OF STUDENTS

---

---

### ҚАРШИ СТАНЦИЯСИДА АТМОСФЕРА ҒИНЛАРИ ВА ҲАВО НИСБИЙ НАМЛИГИНИНГ ҶЗГАРИШИНИ БАҶОЛАШ

Бозорова Д., Холбаев Г.Х.

Мирзо Улуғбек номидаги Ҷзбекистон Миллий университети, Тошкент, Ҷзбекистон

**Аннотация.** Ғингарчилик микдорининг энг максимал қиймати 1991-2020 йилларда январь ойдан июнь ойигача, минимал қиймати 2001-2010 йилларда кузатилган. Атмосфера ғинларининг ўнйиликлар бўйича ўзгариши нотекислиги билан ажралиб туради. Ҳаво намлигининг максимал қиймати 2001-2010 йилларда кузатилган бўлса, минимал қиймати 2011-2020 йилларда кузатилган. Охирги ўнйиликда ҳаво нисбий намлигининг камайиши атмосфера қурғоқчилиги ортишини билдиради.

**Калит сўзлар:** станция, йиллар, ойлар, ўнкунлик, ҳаво намлиги, ғингарчилик

### ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ И ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА НА СТАНЦИИ ҚАРШИ

Бозорова Д., Холбаев Г.Х.,

Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улуғбека, Ташкент, Узбекистан

**Аннотация.** Максимальное количество осадков наблюдалось с января по июнь в 1991-2020 гг., минимальное - в 2001-2010 гг. Отмечается неравномерность выпадения атмосферных осадков на протяжении десятилетий. Максимальное значение влажности воздуха наблюдалось в 2001-2010 годах, минимальное - в 2011-2020 годах. Уменьшение относительной влажности в последнее десятилетие означает увеличение сухости атмосферы.

**Ключевые слова:** станция, годы, месяцы, декада, влажность воздуха, осадки.

### ASSESSING THE CHANGES IN PRECIPITATION AND AIR HUMIDITY AT THE QARSHI STATION

Bozorova D., Kholbaev G.Kh.

National University of Uzbekistan, named after Mirzo Ulugbek, Tashkent, Uzbekistan

**Abstract.** The maximum value of precipitation was observed from January to June during the years 1991-2020, while the minimum value was recorded during the years 2001-2010. Changes in the altitude of atmospheric precipitations are characterized by uniqueness. If the maximum value of air humidity was observed during the years 2001-2010, then the minimum value was recorded during the years 2011-2020. In recent years, the decrease in relative humidity indicates an increase in atmospheric dryness.

**Keywords:** station, years, months, daily, air humidity, precipitation

Ҷзбекистоннинг суғориладиган худдларида асосий қишлоқ хўжалиги экинлари ғўза ва буғдой ҳисобланади. Ҳозирги вақтда глобал иқлим ўзгариши ва унинг салбий оқибатларининг турли соҳаларга таъсирини тадқиқ этиш долзарб йўналишлардан бири ҳисобланади.

Иқлим ўзгаришида асосий эътибор ҳаво ҳароратининг турли даврларда ўзгаришига қаратилади. Ҳаво ҳарорати ва нисбий намлигининг режими бўйича [5-9] ва уларнинг айрим қишлоқ хўжалиги экинларига таъсири ҳақида тадқиқотлар олиб борилган [1-4].

Ҳозирги кунда қишлоқ хўжалиги экинларини етиштиришда Республикаимизнинг турли худудларида радиацион, термик режимлар ва атмосферада намгарчилик ҳолатининг ўзгаришларини ўрганиш масалалари долзарб мавзу ҳисобланади. Шунинг учун ушбу ишда

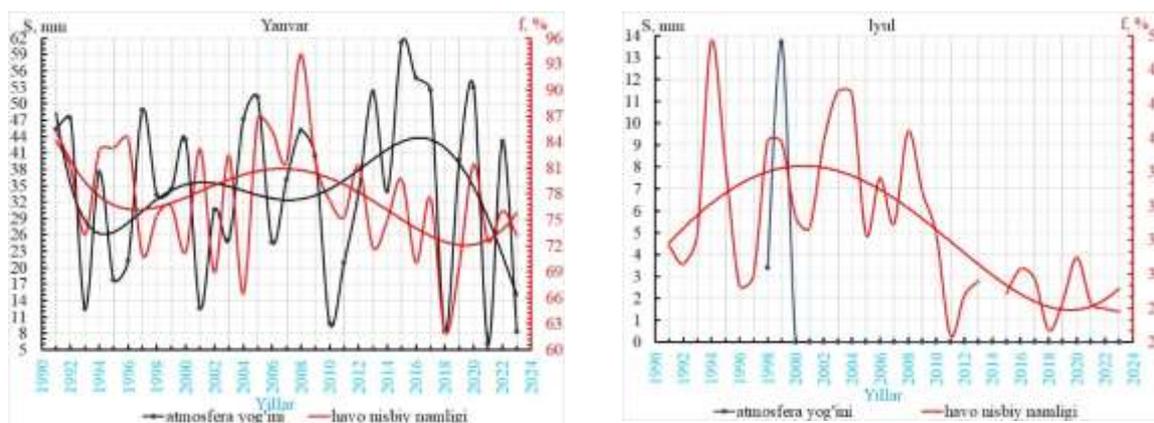
энг қурғоқчил ҳудуд ҳисобланган Қашқадарё вилоятида жойлашган Қарши метеорологик станциясида атмосфера ёғинлари ва ҳаво нисбий намлигининг ўсимликлар вегетация даври давомида ўзгаришини ўрганиш ҳамда тадқиқот натижасида олинган маълумотлар қишлоқ хўжалигига агрометеорологик хизмат кўрсатишда назарий ва амалий аҳамиятга эгаллигини кўрсатади. Мазкур иш шу вазифалар ечимини топишда муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқот мақсади ва вазифалари. Ўзгидромет архивидаги 1991-2023 йиллар маълумотлари асосида Қарши станциясида кузги буғдойнинг вегетация даврида атмосфера ёғинлари ва ҳаво нисбий намлигининг ўзгаришини аниқлашдир. Ушбу катталикларнинг йиллараро ва ўнйилликлар бўйича ўзгаришини аниқлаш вазифасилар.

Тадқиқот объекти Қарши тумани ҳудудида атмосфера ёғинлари ва ҳаво нисбий намлиги, предмети эса атмосфера ёғинлари ва ҳаво нисбий намлигининг йиллараро ва ойлар бўйича ўзгариши.

Бошланғич маълумотлар. Ишда 1991-2020 йиллар давомида атмосфера ёғинлари ва ҳаво нисбий намлиги тўғрисидаги маълумотлар Ўзгидромет архив фондидаги ТМ-1 олинган. Атмосфера ёғинлари ва ҳаво нисбий намлигини ўзгаришларини ҳисоблаш учун вилоятнинг суғориладиган ҳудудиги агрометеорологик хизмат кўрсатувчи Қарши станцияси маълумотларидан фойдаланилди.

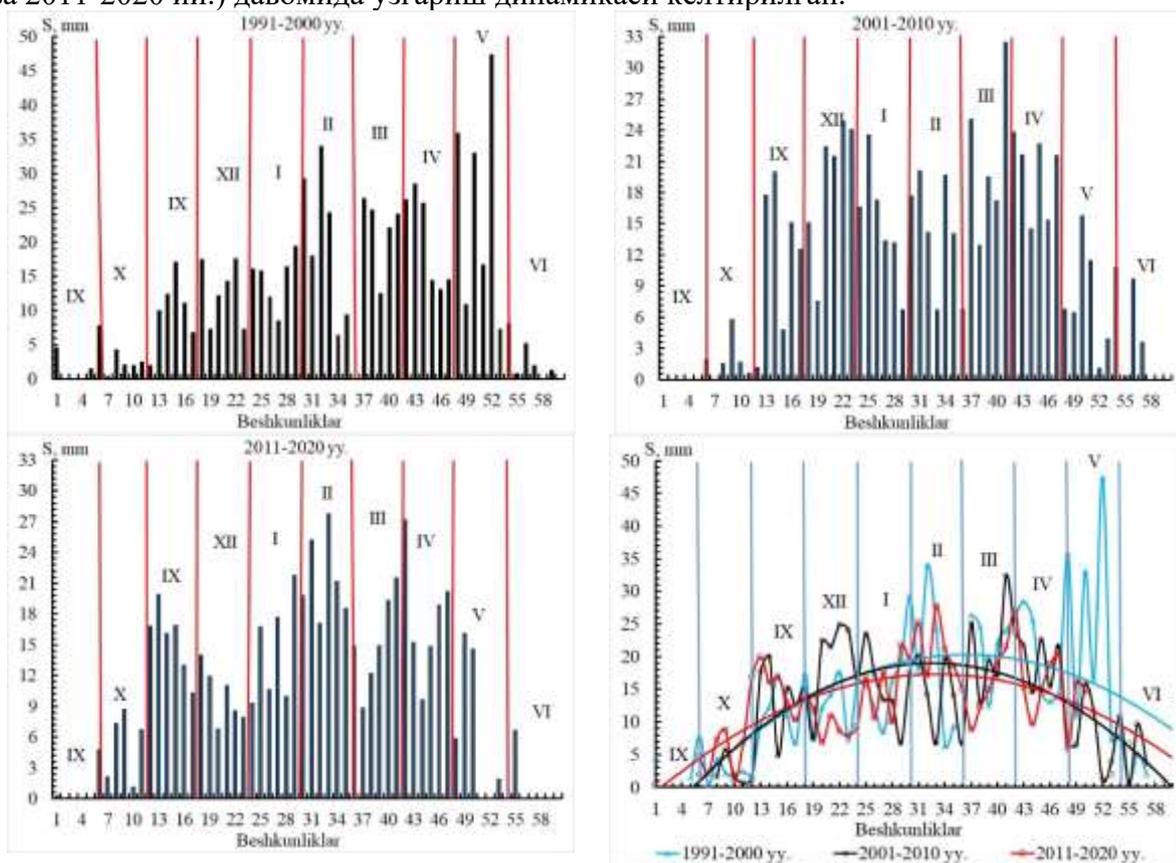
Асосий натижалар. Қашқадарё вилояти, умуман олганда Ўзбекистонда ғўза экинни вегетация даври (март-октябрь) ва кузги буғдойнинг вегетация даври сентябрь-июнь ойларига тўғри келади. Ушбу экинларнинг вегетация даврида энг иссиқ (ғўза) ва энг совуқ (январь) ойлар тўғри келади. Шунинг учун, биринчи навбатда Қарши станцияда 1991-2023 йиллар маълумотлари асосида вегетация даврида энг иссиқ (июль) ва энг совуқ (январь) ойларидаги атмосфера ёғинлари ва ҳаво нисбий намлигининг 1991-2023 йилларда ўзгариш динамикаси келтириб ўтамыз (1-расм).



**1-расм. Январь ва июль ойларида атмосфера ёғинлари ва ҳаво нисбий намлигининг йиллараро ўзгариши**

1-расмдан кўриниб турибдики, 1991-2023 йиллар давомида йилнинг энг совуқ ойида (январь) атмосфера ёғинларларининг максимал қиймати 2015 йил (61 мм), минимал қиймати 2021 йил (6 мм) ташкил этган бўлса, 1991 йилдан 2008 йилгача 13 мм дан 51 мм гача, 2009 йилдан 2023 йилгача 61 мм дан 2 мм оралиқда ўзгариб турган. Ёғинларнинг камайиши 2010 йилдан кузатилган. Ҳаво нисбий намлигининг максимал қиймати 2008 йил (94%), минимал қиймати 2018 йил (62%) ни ташкил этган. 1991 йилдан 2009 йилгача 67% дан 94% гача, 2010 йилдан 2023 йилгача 82% дан 62% оралиқда ўзгариб турган. 2015 йилдан камайиши кузатилган. Йилнинг энг иссиқ ойида (июль) ёғингарчилик деярли кузатилмаган фақат 1998 йил (3 мм) ва 1999 йил (14 мм) кузатилган. Ҳаво нисбий намлигининг қиймати 1991 йилдан 2004 йилгача ортиб бориши, ундан кейинги йилларда камайиб бориши кузатилган. Кескин камайиш 2011 йилдан кузатилиб, ушбу йиллар оралиғида 25-31% оралиқда ўзгариб турган. Бундай ўзгаришлар ҳудудда атмосфера қурғоқчилигининг ортиши кўрсатади. Келажакда бундай ўзгаришларни бошқа ҳудудлар бўйича таҳлил этиш

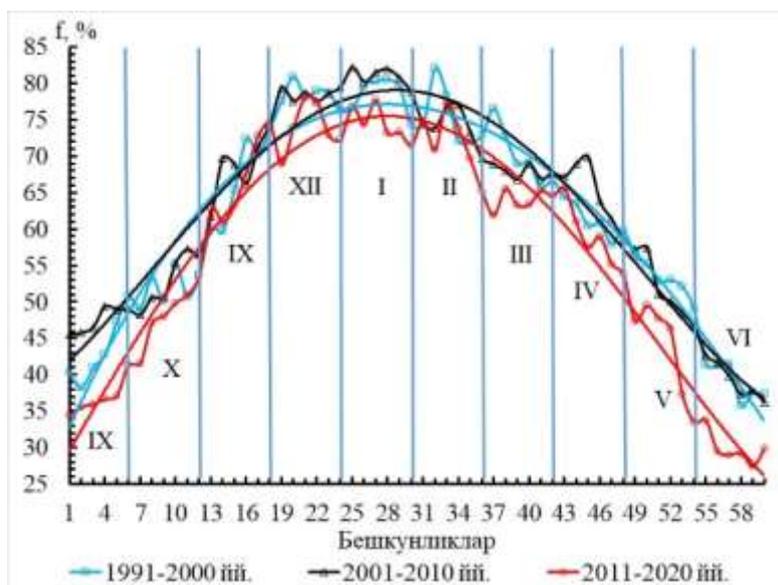
худуднинг метеорологик ҳолатини баҳолаш имконини беради. Қуйида атмосфера ёғинлари (2-расм) ва ҳаво нисбий намлигининг (3-расм) ўнйилликлар (1991-2000 йй., 2001-2010 йй. ва 2011-2020 йй.) давомида ўзгариш динамикаси келтирилган.



**2-расм. Атмосфера ёғинларининг ўнйилликлар бўйича ўзгариши**

2-расмдан кўришиб турибдики, кучли ёғинлар ойлар давомида қуйидаги қийматда кузатилган: *1991-2020 йилларда* октябрь - 1994 йил (10,3 мм); ноябрь – 1994 йил (12,4 мм), 1999 йил (12,2 ва 11,9 мм); декабрь – 1994 йил (24,4 мм), 1997 йил (10,9 мм), 2000 йил (10,4 ва 12,4 мм); январь – 1991 йил (11,7 мм), 1993 йил (10,2 мм), 1997 йил (15,0 мм), 2000 йил (18,2 мм); февраль – 1992 йил (21,5 мм), 1998 йил (27,9 ва 37,2 мм); март – 1992 йил (15,7 ва 14,5 мм), 1995 йил (13,7 мм), 1996 йил (12,8 ва 11,5 мм), 1997 йил (10,9, 10,0, 32,9 мм), 1999 йил (14,8, 10,1, 18,1, 18,5 мм); апрель – 1992 йил (12,7 ва 54,0 мм), 1993 йил (16,9 ва 24,1), 1994 йил (20,1 мм), 1997 йил (15,4 ва 16,6 мм) 1998 йил (22,5 мм), 1999 йил (13,6 мм); май – 1991 йил (20,4 ва 44,0 мм), 1993 йил (16,1 мм), 1994 йил (21,6 мм), 1997 йил (23,8 мм). *2001-2010 йилларда* ноябрь - 2001 йил (16,9 ва 15,8 мм), 2002 йил (11,0 мм), 2003 йил (12,2, 15,6, 10,2 мм), 2004 йил (13,2 мм), 2005 йил (20,0 мм), 2006 йил (11,3 мм); декабрь – 2002 йил (15,2 ва 22,9 мм), 2004 йил (13,5, 28,0, 11,2 мм), 2006 йил (21,1 мм), 2007 йил (18,8, 14,2, 13,8 мм), 2009 йил (15,4 мм); январь – 2002 йил (19,2 мм), 2003 йил (14,2 мм), 2004 йил (16,3 мм), 2005 йил (12,2, 12,2, 13,1 мм), 2007 йил (16,0 мм), 2008 йил (13,4, 10,2 мм), 2009 йил (12,4 ва 15,6 мм); февраль – 2001 йил (14,8 мм), 2003 йил (20,9 ва 10,2 мм), 2005 (14,8 мм) 2006 йил (18,2 ва 11,2 мм), 2009 йил (16,2 мм), 2010 йил (16,0 мм); март – 2002 йил (33,2 ва 24,3 мм), 2004 йил (19,0 ва 23,1 мм), 2005 йил (14,6 ва 14,2 мм), 2002 йил (11,7 мм), 2008 йил (22,7 мм), 2009 (14,0 мм), 2010 йил (12,2 мм); апрель – 2002 йил (30,4, 13,6, 14,4, 21,2 мм), 2003 йил (13,6, 10,5 мм), 2004 йил (11,7 мм), 2005 йил (16,0 мм), 2007 йил (15,7 мм), 2008 йил (15,2 мм) 2009 йил (10,9 мм); май – 2002 йил (15,4 мм), 2003 йил (16,9 мм), 2009 йил (16,7 мм). *2011-2020 йилларда* окябрь - 2018 йил (25,18 мм), ноябрь - 2011 йил (11,6 мм), 2014 йил (16,5, 15,0 мм), 2019 йил (10,0 мм); декабрь – 2012 йил (21,0 мм), 2019 йил (13,2 мм) ; январь – 2012 йил (11,7 мм), 2013 йил (23,9 мм), 2014 йил (14,7 мм), 2015 йил (25,0 мм), 2016 йил (13,8 мм), 2017 йил (32,2 мм), 2020 йил (14,0 мм); февраль – 2011 йил

(10,6 мм), 2012 йил (14,6 мм), 2013 (23,8 мм) 2015 йил (26,9 мм), 2017 йил (18,3, 13,1, 31,9), 2018 йил (11,2, 11,2 мм), 2020 (10,0 ва 10,1 мм); март – 2011 йил (10,6 мм), 2013 йил (12,4, 15,1 11,7, 12,0 ва 16,5 мм), 2014 йил (17,5 ва 15,6 мм), 2015 йил (22,1 мм), 2016 йил (26,4 ва 16,2 мм), 2017 йил (28,4 мм), 2019 йил (11,2 мм); апрель – 2014 йил (12,7 мм), 2016 йил (18,0 мм), 2019 йил (15,6 ва 18,3), 2020 йил (14,6, 18,2 ва 19,5 мм); май – 2019 йил (29,4 мм), 2020 йил (18,8, 14,0 ва 20,0 мм). Умуман олганда атмосфера ёғинларининг ўнйилликлар бўйича нотекис тақсимланган. Ёғингарчилик миқдорининг энг максимал қиймати 1991-2020 йилларда январь ойидан июнь ойигача, минимал қиймати 2001-2010 йилларда кузатилган.



**3-расм. Ҳаво нисбий намлигининг ўнйилликлар бўйича ўзгариши**

3-расмдан кўришиб турибдики, ҳаво намлигининг максимал қиймати 2001-2010 йилларда кузатилган бўлса, минимал қиймати 2011-2020 йилларда кузатилган. Охириги ўнйилликда ҳаво нисбий намлигининг камайиши атмосфера курғоқчилиги ортишини билдиради.

Умуман олганда атмосфера ёғинлари ўнйилликлар бўйича нотекис тақсимланган. Ёғингарчилик миқдорининг энг максимал қиймати 1991-2020 йилларда январь ойидан июнь ойигача, минимал қиймати 2001-2010 йилларда кузатилган. ҳаво намлигининг максимал қиймати 2001-2010 йилларда кузатилган бўлса, минимал қиймати 2011-2020 йилларда кузатилган. Охириги ўнйилликда ҳаво нисбий намлигининг камайиши атмосфера курғоқчилиги ортишини билдиради.

#### **Адабиётлар рўйхати**

1. Абдуллаев А.К., Холбаев Г.Х. Қашқадарё вилоятида 2010 йил баҳордаги об-ҳаво шароитлар / «Замонавий географиянинг регионал муаммолари». Республика илмий-амалий анжумани. Қарши. 2010 й. 18-19 май. –Б.164-166.
2. Абдуллаев А.К., Султашова О.Г. Тепловой режим и многолетние значения температуры почвы на различных глубинах по территории Узбекистана. Ташкент, 2008. – 164 с.
3. Агроклиматические ресурсы Кашкадарьинской, Сурхандарьинской областей Узбекистана. -Л.: Гидрометеоздат, 1979. -264 с.
4. Муминов Ф.А., Абдуллаев Х.М. Агроклиматические ресурсы Республики Узбекистан. Ташкент. САНИГМИ, 1997. – 178 с.
5. Амонов О., Узақов Ғ., Туфлиев Н., Абдуазимов А. Ёғин миқдорининг бошоқли дон экинлари ривожига таъсири. Agro ilm. 4[32] son, 2014. -В. 14-15.
6. Қозоқбоева А.Т., Эшмирзаев Д.Р., Холбаев Г.Х. Нукус ва Жиззах метеорологик станцияларида ҳаво ҳарорати ва нисбий намлигининг ўзгариши. МАРКАЗИЙ ОСИЁ ТАРИХИ ВА АРХЕОЛОГИЯСИ: АНЪАНАЛАР, ИННОВАЦИЯЛАР ВА ИСТИҚБОЛЛАР ХАЛҚАРО ИЛМИЙ-АМАЛИЙ АНЖУМАН. Тошкент, 2021. –Б.170-175.

7. Egamberdiyev H.T., Axmuratova B.X., Xolbaev G.X., Jizzax viloyatining atmosfera yog'inlari rejimi. RIAK-IX. Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi. Toshkent. 2016. –B. 150-153.

8. Mahmudov K.M., Egamberdiyev X.T., Xolbayev G.X., Muminova S.M. Iqlim o'zgarishi sharoitida havo harorati hamda atmosfera yog'inlarining o'zgarishini baholash (Andijon viloyati bo'yicha). FarDU. ILMIY XABARLAR. Farg'ona. 2024. – 157-166 b.

9. Qutpiddiniv I.D., Turobov B.M., Aromov F., Xolbayev G.X. Turli muddatlarda havo haroratining o'zgarishi (Xiva, Shahrisabz, Yangiyo'l va Farg'ona stansiyalari misolida). ФИЗИКА ФАНИНИНГ РИВОЖИДА ИСТЕЪДОДЛИ ЁШЛАРНИНГ ЎРНИ. RIAK-XIV-2021 Respublika ilmiy anjumani materiallari. 1-том. 26-27 март 2021 йил. Тошкент– 2021. –Б.60-63.

## **TERMIZ SHAHRINING IQLIMIY VA BIOMETEOROLOGIK SHAROITLARI**

Karimov I.A., Abdikulov F.I.

Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti, Toshkent, O'zbekiston

**Annotatsiya.** Maqolada Termiz meteorologiya stansiyasida 2012-2021 yu. davrida olib borilgan muddatli kuzatuv ma'lumotlarini statistik qayta ishlash asosida Termiz shahrining iqlimiy sharoitlari baholangan. Havo qurg'oqchiligining termogigrometrik koeffitsiyenti (TGK) asosida shaharda yuzaga keladigan biometeorologik sharoitlarining vaqt bo'yicha taqsimlanish xususiyatlari aniqlangan.

**Kalit so'zlar:** havo harorati va namligi, bulutli va quyoshli kunlar, atmosfera yog'inlari, iqlimiy sharoitlar, havo qurg'oqchiligining termogigrometrik koeffitsiyenti.

## **КЛИМАТИЧЕСКИЕ И БИOMETEOROLOGИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ГОРОДА ТЕРМЕЗ**

Каримов И.А., Абдикулов Ф.И.

Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, г. Ташкент, Узбекистан

**Аннотация.** В статье, на основе статистической обработки срочных наблюдений метеорологической станции Термез за период 2012-2021 гг. оценены климатические условия города Термез. На основе расчетов термогигрометрического коэффициента сухости воздуха (ТГК) определены особенности временного распределения биометеорологических условий, возникающих в городе.

**Ключевые слова:** температура и влажность воздуха, облачные и солнечные дни, атмосферные осадки, климатические условия, термогигрометрический коэффициент сухости.

## **CLIMATIC AND BIOMETEOROLOGICAL CONDITIONS OF TERMEZ CITY**

Karimov I.A., Abdikulov F.I.

National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Tashkent, Uzbekistan

**Abstract.** In the article, on the basis of statistical processing of term observations of Termez meteorological station for the period 2012-2021, the climatic conditions of Termez city are estimated. On the basis of the thermohygrometric coefficient of air dryness (THC) the features of temporal distribution of biometeorological conditions in the city were determined.

**Keywords:** air temperature and humidity, cloudy and sunny days, precipitation, climatic conditions, thermo-hygrometric coefficient of air dryness.

Bugungi kunga kelib jahon miqyosida bioiqlimiy sharoitlarni tadqiq etishga bag'ishlangan ko'p sonli ilmiy ishlar e'lon qilingan. MDH mamlakatlarida bajarilgan ilmiy ishlarda turizm, tibbiyot, shaharsozlik va boshqa bir qator sohalarda qo'llaniladigan ko'plab biometeorologik indeksni tahlil qilish asosida turli hududlarning bioiqlimiy sharoitlari baholangan [3, 7]. Mazkur adabiyotlar tahlili ko'rsatadiki, MDH mamlakatlarida qo'llaniladigan bioiqlimiy sharoitlarni baholash usullari biometeorologik indekslarning katta majmuasiga asoslangan bo'lib, ularning soni 30 dan ortiq. [3].

O'zbekistonda o'tgan asrning 60-80-yillarida B.A. Ayzenshtat rahbarligida amalga oshirilgan qator tadqiqotlar ma'lum [1, 2]. Bu tadqiqotlarda klassik biometeorologik indekslar asosida nafaqat O'zbekistonda, balki butun O'rta Osiyo hududida bioiqlimiy sharoitlar o'rganilgan

va kartalashtirilgan. Davom etayotgan global iqlim o'zgarishi hamda yangi baholash usullarini hisobga olgan holda O'zbekiston hududlarining bioiqlimiy sharoitlarini tadqiq qilishga obyektiv zaruriyat mavjud [5, 6, 8, 9].

Turizm sanoatida foydalanish uchun Termiz shahrining iqlimiy va biometeorologik sharoitlarini aniqlash tadqiqotning maqsadi, iqlimiy kattaliklar va havo qurg'oqchiligi termogigrometrik koeffitsiyentining vaqt davomidagi taqsimotini baholash tadqiqotning vazifasi hisoblanadi.

Tadqiqot ishini bajarishda O'zgidrometning Gidrometeorologiya fondida saqlanayotgan Termiz meteorologiya stansiyasida 2012-2021 yillar mobaynida qayd etilgan muddatli kuzatuv ma'lumotlaridan hamda, issiqlik komforti sharoitlarini baholash uchun Y.V.Petrov va A.Q.Abdullayevlar tomonidan taklif etilgan birliksiz biometeorologik indeks – TGKdan foydalanildi:

$$K = \frac{T - t_d}{T} = \frac{\Delta}{T} \quad (1)$$

bu yerda,  $T$  – havo harorati (Kelvin),  $(t_d)$  – shudring nuqtasi harorati,  $\Delta$  – shudring nuqtasi defitsiti.

Indeks ham havoning harorati, ham undagi namlik miqdoriga bog'liq bo'lib, muayyan havo haroratida havodagi suv bug'ining to'yinish holatidan qanchalik uzoqda ekanligini ko'rsatadi. O'zgarmas namlik sharoitida haroratning ortishi havo quruqligining ortishiga, o'zgarmas havo harorati sharoitida namlikning ortishi, aksincha, quruqlikning kamayishiga olib keladi. Indeks qabul qiladigan qiymatlar ko'plab meteorologik omillarga bog'liq: yog'ingarchilik miqdori va turi, to'shalgan sirt holati va turi, bulutlilik miqdori va shakli va hokazo. Shunday qilib, u muayyan hudud ob-havo va iqlimining obyektiv xarakteristikasi hisoblanadi. Real sharoitlarda, sovuq qutbiy kengliklarda va issiq cho'l hududlarida, indeksning qiymati 0 dan 150% gacha chegaralarda o'zgarishi mumkin [5].

Inson organizmi issiqlik komforti sharoitlarining havo harorati va TGK ga bog'liqligi asosida 6 ta hissiyot zonalari ajratiladi: 1 – o'ta sovuq, 2 – sovuq, 3 – komfort, 4 – nisbiy komfort, 5 – issiq, 6 – o'ta issiq [6, 8, 9].

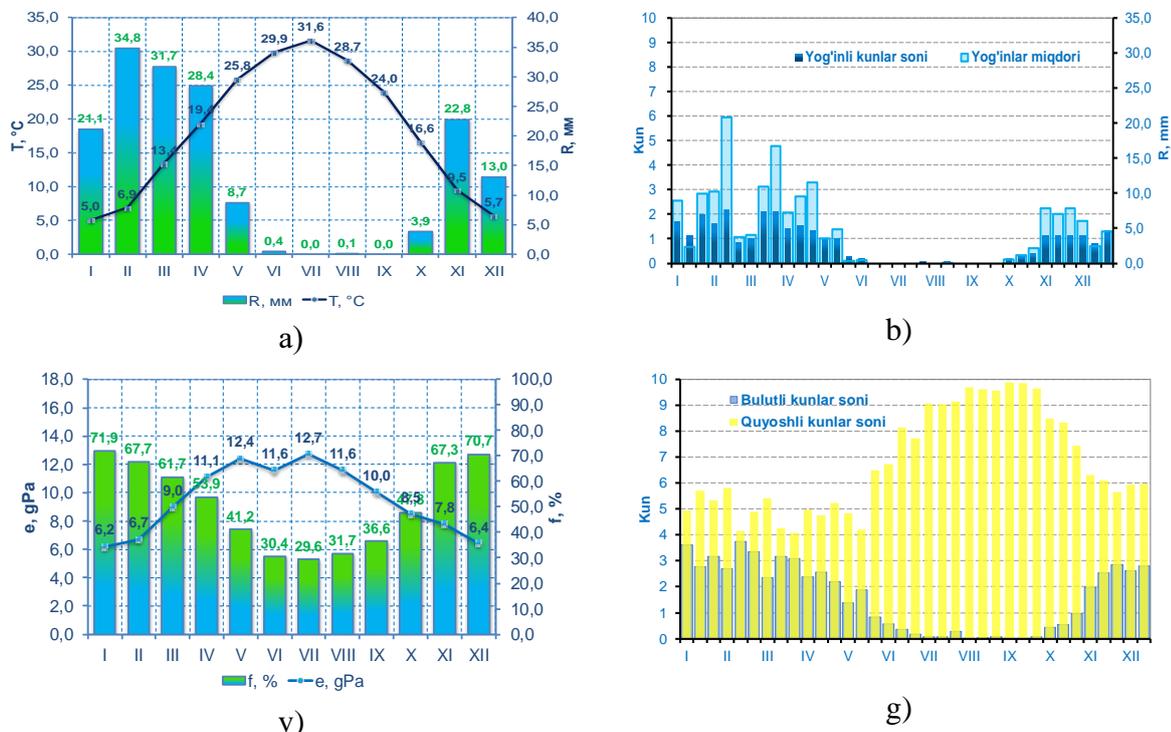
Termiz shahrining yil davomidagi iqlimiy sharoitlari meteorologik kattaliklarning oylik, dekadalik va sutkalik qiymatlari taqsimoti ko'rinishida havola qilindi. TGK ko'p yillik o'rtacha qiymatlarining taqsimoti tadqiq etilib, issiqlik komforti sharoitlarining sutka va yil davomidagi o'zgarishlari aniqlandi.

Termiz meteorologiya stansiyasida 2012-2021 yillarda qayd etilgan havo harorati va namligi, bulutli va quyoshli kunlar, atmosfera yog'inlari miqdori, shamol tezligi va yo'nalishi to'g'risidagi muddatli kuzatuv ma'lumotlarini statistik qayta ishlash asosida Termiz shahrining iqlimiy sharoitlari baholandi.

Ko'p yillik o'rtacha oylik havo harorati va atmosfera yog'inlari miqdorining yil ichidagi taqsimoti tahlili, Termizda eng issiq oy iyul ( $31,6^{\circ}\text{C}$ ), eng sovuq oy yanvar ( $5,0^{\circ}\text{C}$ ) ekanligini ko'rsatdi. Tadqiq etilayotgan davrda Termiz shahrining ko'p yillik o'rtacha yillik harorati  $18,0^{\circ}\text{C}$  ni tashkil etgan. Termizda ko'p yillik o'rtacha yillik atmosfera yog'inlari miqdori  $165,0$  mm ni tashkil etib, ularning asosiy qismi oktabrdan maygacha bo'lgan davrda kuzatiladi. Shu bilan birga fevral, mart, aprel va noyabr eng seryog'in oylar bo'lib, ko'p yillik o'rtacha hisobda mos ravishda  $34,8$ ;  $31,7$ ;  $28,4$  va  $22,8$  mm miqdorda atmosfera yog'inlari qayd etilgan (1a-rasm).

Ko'p yillik o'rtacha yog'inli kunlar soni va atmosfera yog'inlari miqdorining yil ichidagi o'zgarishini dekadalik ma'lumotlar asosida tahlil qilamiz. Termiz shahrida yog'inlar kuzatilgan kunlar soni katta o'zgaruvchanlikka ega bo'lib, yanvarning birinchi dekadasi dan mayning so'nggi dekadasi oralig'ida hamda noyabr va dekabrning birinchi va uchinchi dekadalarida bunday kunlar soni 1 va undan ortiqni tashkil etadi. Iyundan oktabrgacha bo'lgan davrda yog'inli kunlar deyarli kuzatilmaydi. Dekada davomida  $10$  mm, ya'ni sutkada o'rtacha  $1$  mm dan ko'p yog'inlar kuzatiladigan davr (fevralning birinchi va ikkinchi dekadasi hamda martning ikkinchi dekadasi) yilning sovuq yarim yilligiga mos keladi. Qolgan davrlarda  $5$  mm dan kam yog'inlar qayd etiladi. Iyul-sentabr oralig'idagi davrda esa yog'inlar kuzatilmaydi (1b-rasm).

Inson organizmida dimiqish holatining yuzaga kelishi ob-havo sharoitlarining fizikaviy tashkil etuvchilari qatoriga kiruvchi suv bug'ining bosimi bilan tavsiflanadi. Termiz shahrida ko'p yillik o'rtacha suv bug'i bosimining eng kichik qiymatlari (6,2-6,4 gPa) qish oylarida, eng katta qiymatlari (12,4-12,7 gPa) esa may va iyul oylarida qayd etiladi. Estetik tashkil etuvchi bo'lgan nisbiy namlikning yil davomidagi minimal qiymatlari (29,6-30,4%) yoz oylarida, maksimal qiymatlari esa (70,7-71,9%) qish oylarida kuzatiladi. Shunday qilib, ko'p yillik o'rtacha hisobda yil davomida Termiz shahrida inson organizmida dimiqish holatlari va tuman hosil bo'lishiga olib keluvchi sharoitlar kuzatilmaydi (1v-rasm).



**1-rasm. Termiz meteorologiya stansiyasida a) ko'p yillik o'rtacha oylik havo harorati (T) va atmosfera yog'inlari miqdorining (R) yil ichidagi taqsimoti, b) ko'p yillik o'rtacha yog'inli kunlar soni va atmosfera yog'inlari miqdorining (R) yil ichidagi o'zgarishi, v) ko'p yillik o'rtacha oylik suv bug'i bosimi (e) va nisbiy namlikning (f) yil ichidagi taqsimoti, g) ko'p yillik o'rtacha bulutli va quyoshli kunlar sonining yil ichidagi o'zgarishi (2012-2021 yy.)**

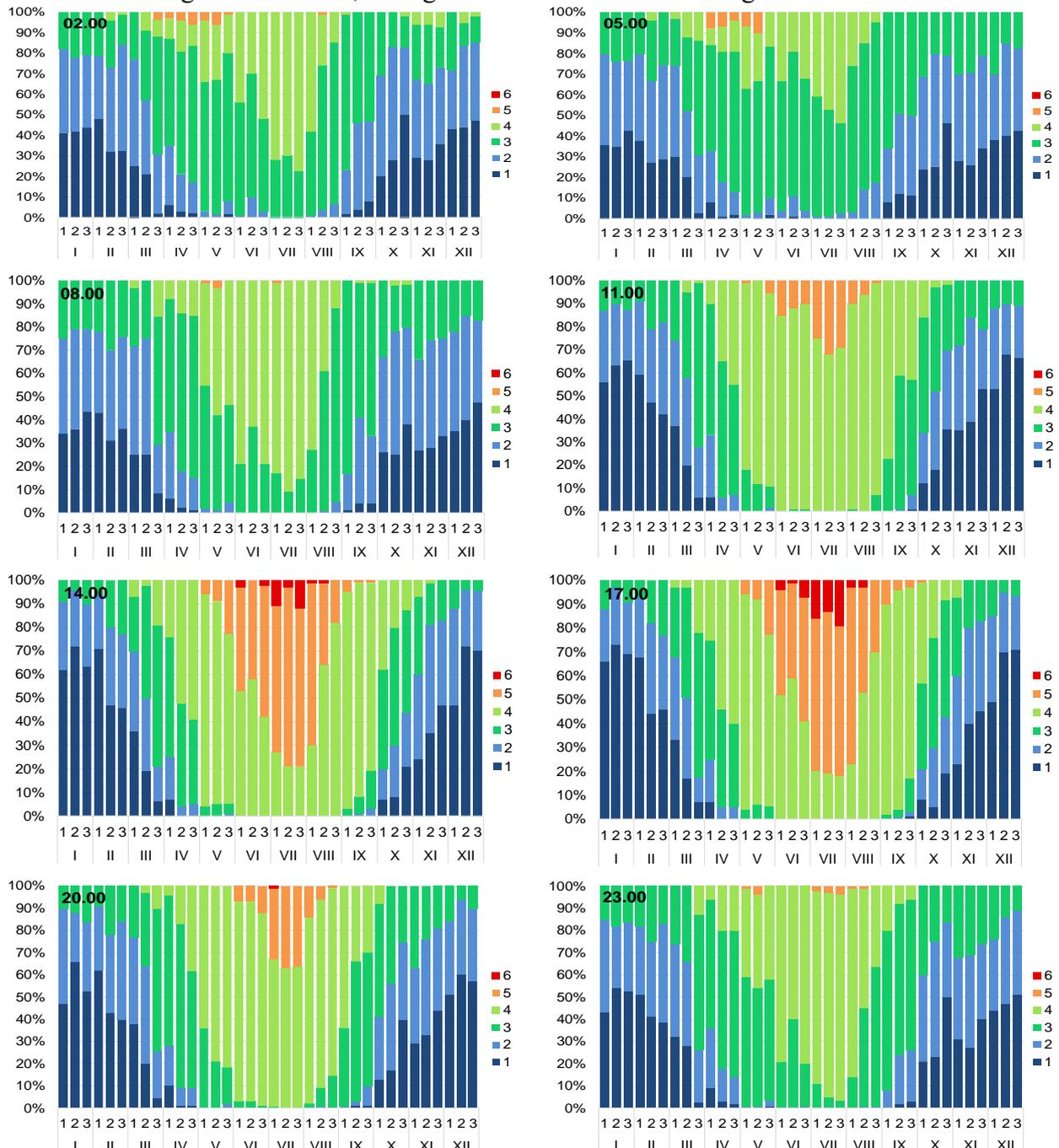
Ko'p yillik o'rtacha bulutli va quyoshli kunlar sonining yil ichidagi o'zgarishi diagrammasi 1g-rasmda keltirilgan. Noyabrning ikkinchi o'n kunligidan boshlab bulutlilik 5 balldan yuqori bo'lgan kunlar soni dekadaning yarmidan kamroq kunlarni tashkil etadi. Bu holat mayning ikkinchi o'n kunligigacha davom etib, eng ko'p bulutli kunlar soni (3 va undan ko'p) yanvar-mart oralig'iga to'g'ri keladi. Iyundan oktabrning birinchi o'n kunligigacha bo'lgan davrda bulutli kunlar soni deyarli kuzatilmaydi. Quyoshli kunlar soni (bulutlilik 0 ball) yanvar-may oralig'ida o'rtacha 4 kun davomiylikka ega bo'lib, mayning uchinchi o'n kunligidan boshlab keskin ortib boradi va avgust-sentabrda dekadada 9-10 kungacha qiymatni tashkil etadi. Oktabrning uchinchi o'n kunligidan boshlab quyoshli kunlar soni asta-sekin kamayib, dekabrda bunday kunlar soni 5-6 kun atrofida bo'ladi (1g-rasm).

Biometeorologik indeks bo'lgan TGKning yilning muayyan kunlari va kuzatish muddatlari uchun ko'p yillik kuzatuv ma'lumotlarini o'rtachalash orqali olingan taqsimoti natijalari issiqlik komforti sharoitlarining sutka va yil ichidagi o'zgarishlarining umumiy qonuniyatlarini tahlil qilishga imkon bersada, yuzaga keluvchi issiqlik komforti sharoitlarining real taqsimotini miqdoriy baholashga yetarli emas. Issiqlik sharoitlarining taqsimotini miqdoriy baholash maqsadida har bir kuzatish muddatlarida tadqiqot davri mobaynida qayd etilgan barcha komfort

sharoitlarining foizlarda ifodalangan takrorlanuvchanligi har bir oyinging dekalalari kesimida hisoblandi (2-rasm).

Hisoblash natijalarining ko'rsatishicha, Termiz shahrida qish oylarida 1 va 2-zona sharoitlari ustuvorlik qilsada, 3-zona (komfort) sharoitlari ham kuzatilib, sutka davomida 20% (soat 08.00, yanvarning birinchi ikkinchi dekalalari) dan 30% (soat 05.00, fevralning uchinchi dekadasi) gacha takrorlanuvchanlikka ega.

Martdan boshlab 1 va 2-zona sharoitlarining takrorlanuvchanligi kamayib borsada, kunduzgi kuzatuv muddatlarida ularning takrorlanuvchanligi biroz saqlanib qoladi. Shu bilan birga martning birinchi dekalasidan boshlab 4-zona (nisbiy komfort) sharoitlari ham kichik takrorlanuvchanlik bilan qayd etiladi. Martning uchinchi dekalasiga kelib 3-zona sharoitlarining takrorlanuvchanligi sezilarli ortib, 70% gacha takrorlanuvchanlikka ega bo'ladi.



**2-rasm. Termizda issiqlik komforti sharoitlarining ko'p yillik o'rtacha dekalalik takrorlanuvchanligi, % (2012-2021 yy.)**

*1 – o'ta sovuq, 2 – sovuq, 3 – komfort, 4 – nisbiy komfort, 5 – issiq, 6 – o'ta issiq*

Aprelning birinchi dekadasi 1 va 2-zona sharoitlari sutka davomida o'rtacha 7% takrorlanuvchanlikka ega bo'lib, bu o'ning keyingi dekadalarida ularning takrorlanuvchanligi keskin kamayadi. 3-zona sharoitlarining takrorlanuvchanligi mos ravishda birinchi dekadada 50-60% ni tashkil etib, keyingi dekadalarda ham saqlanib qoladi. Shu bilan birga aprelda 4 va 5-zona sharoitlari ham qayd etila boshlaydi. O'ning uchinchi dekadasi 4-zonaning eng katta takrorlanuvchanligi 60% dan ortiq holatlarda qayd etilgan (soat 17.00). 5-zona sharoitlari esa 8% gacha (uchinchi dekada, soat 05.00) takrorlanuvchanlik bilan asosan kechki muddatlarda kuzatiladi.

May oyida kechki, tungi va ertalabki muddatlarda 4-zona (nisbiy komfort) sharoitlari ustuvorlik qilsa (80-90%), kunduzgi muddatlarda 5-zona sharoitlari 22% gacha takrorlanuvchanlikka ega.

Yoz oylarida Termizda 4 va 5-zona sharoitlarining takrorlanuvchanligi eng katta qiymatlarga ega bo'lib, harorat eng yuqori bo'lgan iyul oyida soat 14.00 va 17.00 da 5-zona sharoitlarining takrorlanuvchanligi 75% gacha holatlarda kuzatiladi. Shu bilan birga iyulning ikkinchi va uchinchi dekadalarida 6-zona (o'ta issiq) sharoitlari ham kichik takrorlanuvchanlik bilan (10-15%) qayd etiladi. Tungi soat 02.00 da 3 va 4-zona, tonggi 05.00 esa 3-zona sharoitlari ustuvorlik qiladi.

Sentyabrdan boshlab, havo haroratining pasayishi bilan, issiqlik komforti zonalarining taqsimotida 4-zona takrorlanuvchanligining kamayishi, 3 va 2-zona takrorlanuvchanligining esa ortishi kuzatiladi. Bu o'zgarishlar sutka davomida notekis taqsimotga ega bo'ladi. Kunduzgi va kechki kuzatuv muddatlarida (soat 11.00 dan 20.00 gacha) bu oyda 3-zona sharoitlarining takrorlanuvchanligi 55-65% ni, 4-zona sharoitlarining takrorlanuvchanligi 30-40% ni tashkil etadi. Tungi va ertalabki soatlarda 3 va 2-zonalar sharoitlari ustuvorlik qiladi. Oktabr-noyabr davri 3-zona takrorlanuvchanligining kamayishi va 2 va 1-zona sharoitlari takrorlanuvchanligining ortib borishi bilan tavsiflanadi. Noyabrning uchinchi dekadasi kelib sutka davomida 3-zonaning takrorlanuvchanligi 20-40%, 2-zonaning takrorlanuvchanligi 40%, 1-zonaning takrorlanuvchanligi esa 45-60% oralig'ida o'zgaradi.

Olingan natijalarni tahlil qilish asosida Termiz meteorologik stansiyasida 2012-2021 yy. davrida ko'p yillik o'rtacha yillik havo harorati 18,0°C ni, ko'p yillik o'rtacha atmosfera yog'inlari 165,0 mm ni tashkil etishi aniqlandi. Yilning eng issiq oyi – iyulda ko'p yillik o'rtacha oylik havo harorati 31,6°C, eng sovuq oyi – yanvarda esa 5,0°C ga teng. Ko'p yillik o'rtacha atmosfera yog'inlari maksimumi fevralda (34,8 mm), minimumi esa iyun, iyul, avgust va sentabr oylaridada (0,4 mm dan kam) kuzatiladi. Yilning sovuq davrida ko'p yillik o'rtacha yog'inli kunlar soni dekadada 1 kuni tashkil etadi. Fevral va mart oylarida bunday kunlar soni 2 kungacha ortadi.

Termiz meteorologiya stansiyasida ko'p yillik o'rtacha bulutli va quyoshli kunlar sonining yil ichidagi o'zgarishi tahlili noyabrning ikkinchi dekadasi dan mayning ikkinchi dekadasi gacha bo'lgan davrda bulutli kunlar dekadada 2 kundan ortiq, iyul-sentabr davrida quyoshli kunlar soni dekadada 8 kundan ortiq bo'lishini ko'rsatdi.

Biometeorologik indeks hisoblangan TGK qiymatlarining tahlili uning ko'p yillik o'rtacha qiymatlari yaqqol ifodalangan sutkalik va yillik o'zgarishlarga ega ekanligini ko'rsatdi. Biroq, olingan natijalar issiqlik komforti sharoitlarining sutka va yil ichidagi o'zgarishlarining umumiy qonuniyatlarini tahlil qilishga imkon bersada, yuzaga keluvchi issiqlik komforti sharoitlarining real taqsimotini miqdoriy baholashga yetarli emasligi aniqlandi.

### **Adabiyotlar ro'yxati**

1. Айзенштат Б.А. Биоклиматический атлас Средней Азии. – М.: 1973. – 156 с.
2. Айзенштат Б.А., Лукина Л.П. Биоклимат и микроклимат Ташкента. – Л.: Гидрометеоздат, 1982. – 128 с.
3. Андреев С.С. Интегральная оценка климатической комфортности на примере территории Южного Федерального округа России. Монография. - С.-Пб.: изд. РГГМУ, 2011. – 304 с.
4. Переведенцев Ю.П., Шумихина А.В. Динамика биоклиматических показателей комфортности природной среды в Удмуртской Республике // Ученые записки Казанского университета. Серия Естественные науки. - Казань, 2016, Т. 158, кн. 4. – С. 531-547.

5. Петров Ю.В., Абдуллаев А.К. К вопросу оценки сухости воздуха // Метеорология и гидрология. – М.: НИЦ «Планета», 2010. – № 10, – С. 90-95.
6. Петров Ю.В., Ахмедова М.Ш. Биоклиматические условия Узбекистана // Известия Географического общества Узбекистана, 2019. 55-том, – С. 206-209.
7. Троян П. Экологическая биоклиматология. – М.: Высшая школа, 1988. – 205 с.
8. Холматжанов Б.М., Петров Ю.В., Абдикулов Ф.И., Абдикулова М.Р., Сайпиддинов З.Ф., Махмудов М.М., Халматжанов Ф.М. Условия теплового комфорта города Ташкент // Илм-фан ва инновацион ривожланиш. №2. 2020. - Б. 74-82.
9. Kholmattjanov B.M., Petrov Yu.V., Abdikulov F.I., Abdikulova M.R., Saypiddinov Z.F., Makhmudov M.M., Khalmatjanov F.M., Safarov F.B. Bioclimatic Resources and Their Consideration for Tourism Development in Selected Destinations of Uzbekistan // Indonesian Journal of Law and Economics Review IJLER 7 (0). doi: 10.21070/ijler.2020.V7.481.

**IQLIM O‘ZGARISHI SHAROITIDA  
HAVO HARORATINING O‘ZGARISHINI BAHOLASH  
(Bo‘z meteorologik stansiyasi misolida)**

Muminova S.M., Mahmudov Q.M.

Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti, Toshkent, O‘zbekiston

**Annotatsiya:** Maqolada Bo‘z meteorologik stansiyasida 1991-2023 yillarda kuzatilgan havo haroratining o‘zgarishlari tahlil qilindi. Ma’lumotlar tahlili shuni ko‘rsatadik qish oylarida joriy davrga (1991-2020 yy) nisbatan boshlangan (2021-2023 yy) davrda, maksimal harorat 2 °C, minimal harorat 1 °C va o‘rtacha harorat 2 °C dan ortganini ko‘rishimiz mumkin. Bahor va kuz oylarida esa havo haroratining maksimal va o‘rtacha qiymatlari 1 °C dan ortgan bo‘lsa, haroratning minimal qiymatlari o‘zgarmagan. Yoz oylarida havo haroratining maksimal va o‘rtacha qiymatlari o‘zgarmagan bo‘lsa, minimal harorat 1 °C ga ortgan. O‘rtacha yillik havo haroratining yillararo o‘zgarishi grafigi tahlilidan ko‘rishimiz mumkinki 1991-2023-yillar oralig‘ida mazkur hududda harorat 1,1 °C ga ortib borgani kuzatilgan.

**Kalit so‘zlar:** meteorologik stansiya, iqlim, atmosfera, havo harorati, tendensiya.

**ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА  
ПРИ ИЗМЕНЕНИИ КЛИМАТА  
(на примере метеостанции Боз)**

Муминова С.М., Махмудов К.М.

Национальный университет Узбекистана имени Мирза Улугбека, Ташкент, Узбекистан

**Аннотация:** В статье проанализированы изменения температуры воздуха, наблюдавшиеся на метеостанции Боз в 1991-2023 гг. Анализ собранных данных показывает, что в зимние месяцы по сравнению с периодом (1991-2020 гг.) максимальная температура увеличилась на 2 °C, минимальная – на 1 °C, а средняя температура – на 2 °C. Весной и осенью максимальные и средние значения температуры воздуха увеличились на 1 °C, а минимальные значения температуры не изменились. В летние месяцы максимальные и средние значения температуры воздуха не изменились, тогда как минимальная температура увеличилась на 1 °C. Из анализа графика годового изменения среднегодовой температуры воздуха мы видим, что с 1991 по 2023 год температура в этом регионе увеличилась на 1,1 °C.

**Ключевые слова:** метеорологическая станция, климат, атмосфера, температура воздуха, статистика, тенденция.

**ASSESSMENT OF AIR TEMPERATURE CHANGES UNDER CLIMATE CHANGE  
(using the example of the Boz weather station)**

Muminova S.M., Makhmudov Q.M.

National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Tashkent, Uzbekistan

**Abstract:** The article analyzes changes in air temperature observed at the Boz weather station in 1991-2023. Analysis of the collected data shows that in the winter months, compared to the current period (1991-2020), the maximum temperature increased by 2 °C, the minimum by 1 °C, and the average

temperature by 2 °C. In spring and autumn, the maximum and average air temperatures increased by 1 °C, while the minimum temperatures did not change. In the summer months, the maximum and average air temperatures did not change, while the minimum temperature increased by 1 °C. In short, from the analysis of the graph of annual changes in average annual air temperature, we see that from 1991 to 2023, the temperature in this region increased by 1.1 °C.

**Key words:** meteorologic station, climate, atmosphere, air temperature, statistics, trend.

Andijon viloyatining janubi-gʻarbiy qismida joylashgan Boʻston tumanini shimol, shimoli-gʻarbda viloyatning Ulugʻnor, shimolda Baliqchi, sharqda Shahrixon, janubi-gʻarbda Fargʻona viloyatining Yozyovon, janubda Qoʻsh tepa, janubi-sharqda Quva tumanlari chegaralab turadi [3, 6, 15].

Boʻston tumani 1950-yil 5-aprelda tashkil etilgan boʻlib (1950-2019 yillarda Boʻz tumani), 1962-yil 24-dekabrda Shahrixon tumaniga qoʻshib yuborilgan. 1964-yil 31-dekabrda qayta tuzilgan. Boʻz tumani nomi 2019-yil 30-sentabrda Boʻston tumani deb oʻzgartirilgan. Tumanning maydoni 0,20 ming km<sup>2</sup> boʻlib, dengiz sathidan 500 metr balandlikdagi tekisliklardan iborat. Tuman hududining gʻarbiy qismida koʻchma qum tepaliklar bor. Tepaliklar orasidagi pastlik joylarda baʼzan botqoqliklar uchraydi.

Boʻston tumanidagi Boʻz (Nasriddinbek) meteorologik stansiyasi “Boʻz AGMS” 1882-yilda tashkil etildi. Boʻz meteostansiyasi 40°40′50″ shimoliy kenglik, 71°55′44″ sharqiy uzunlikda boʻlib, viloyatning janubi-gʻarbiy qismida dengiz sathidan 434 m balandlikda joylashgan [3, 6, 8, 15,].

Mavzuning ahamiyati Boʻston tumanida meteorologik kattaliklarning oʻzgarishi natijasida tuman hududidagi xalq xoʻjaligining turli tarmoqlarida gidrometeorologik xizmat koʻrsatishni amalga oshirish va rejalashtirish uchun ularga amaliy ishlarda zarur boʻlgan meteorologik maʼlumotlar bilan taʼminlashdir.

Ushbu maʼlumotlardan unumli foydalanilgan holda hududning qulay iqlimiy resurslaridan toʻliq foydalanish, noqulay ob-havo hodisalaridan saqlanish va ularni toʻgʻri baholashda yordam beradi.

Mazkur tadqiqot ishining asosiy maqsadi Boʻston tumanida kuzatilgan koʻp yillik meteorologik kattaliklar rejimini oʻrganish va ularning yillar davomida davriy oʻzgarishlarini baholashdan iborat. Ishda koʻzlangan maqsadni amalga oshirishda, quyidagi vazifalar belgilab olindi:

1. Meteorologik stansiyada yil fasllarga (Bahor, Yoz, Kuz va Qish) ajratilgan holda havo haroratlarining maksimal, minimal va oʻrtacha koʻp yillik maʼlumotlarni toʻplash;
2. Havo haroratlarining 1991-2023 yillar davomida oʻrtacha yillik qiymatlarining tebranishini oʻrganishi;
3. Havo haroratining oʻzgarib borishi hamda joriy iqlimiy davr (1991-2020 yy) va boshlangʻich iqlimiy davr (2021-2023) larda tahlil qilish;
4. Tadqiqot ishida olingan natijalar boʻyicha kerakli xulosalar berish.

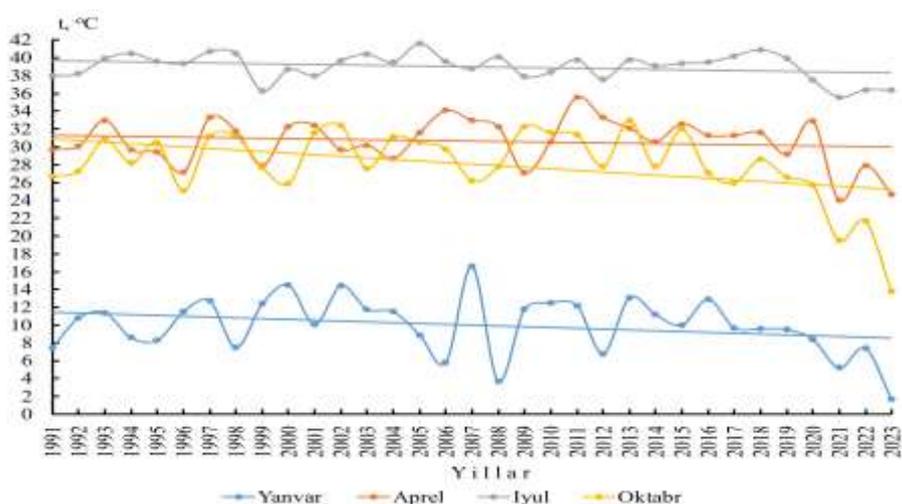
Oʻzgidrometning Andijon viloyati Boʻston tumani hududida joylashgan Boʻz meteorologik stansiyasida 1991-2023 yillarda kuzatilgan koʻp yillik havo haroratining kuzatuv maʼlumotlaridan foydalanish.

Tadqiqotda tuman va ushbu hududda joylashgan Boʻz meteorologik stansiyasida 1991-2023-yillar davomida toʻplangan havo harorati toʻgʻrisidagi boshlangʻich maʼlumotlar yoʻriqnomaga [5] mos holda olib borilgan va Oʻzgidromet arxiv fondida saqlanayotgan TM-1 jadvallaridan olingan.

Meteorologik rejimni tadqiq qilishda havo haroratini oʻrganish katta ahamiyat kasb etadi. Boʻz meteorologik stansiyasining 1991-2023 yillarda yanvar, aprel, iyul hamda oktabr oylari uchun oʻrtacha yillik haroratlarning yillararo oʻzgarishi grafiklari chizildi va tahlil qilindi (1-6-rasmlar).

1-rasmdan koʻrinib turibdiki stansiyada 1991-2023-yillar davomida yanvar oyida haroratning maksimal qiymatlari 4 °C dan 14 °C oraligʻida kuzatilayotganini koʻrishimiz mumkin.

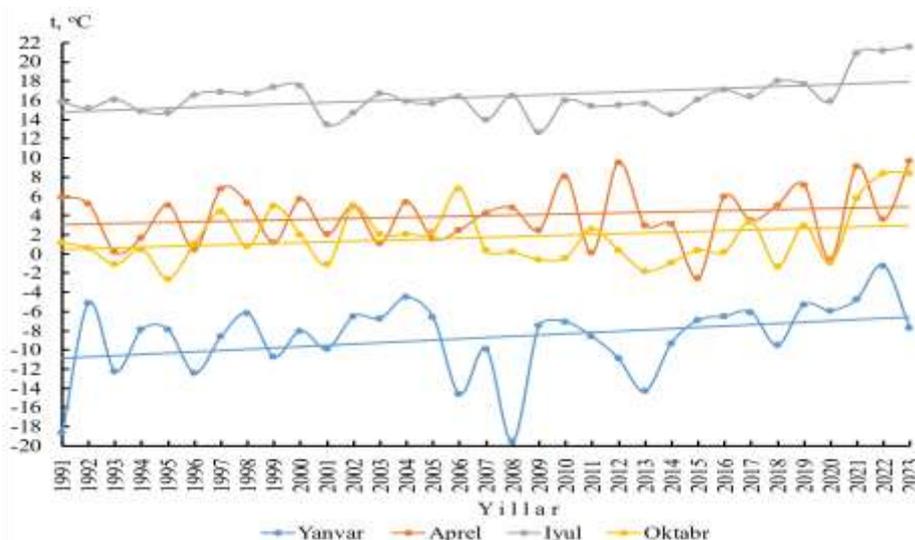
Faqatgina 2007-yilda haroratning maksimal qiymati 16,6 °C kuzatilgan bo'lsa, 2023-yilda maksimal haroratning kichik qiymati 1,7 °C tashkil etgan.



**1-rasm. Yanvar, aprel, iyul va oktabr oylarida kuzatilgan maksimal oylik haroratning yillararo o'zgarishi**

Aprel va oktabr oylarining harorat qiymatlari bir-biriga yaqin bo'lib, oxirgi o'n yillikda harorat pasayib borishini ko'rishimiz mumkin. Bundan tashqari aprel oyida haroratning maksimal yuqori qiymati 2011-yilda 35,6 °C kuzatilgan bo'lsa, maksimal kichik harorat 2023-yilda 24,7 °C tashkil etgan. Oktabr oyida esa yuqori maksimal harorat 2013-yilda 33 °C kuzatilgan bo'lsa, maksimal kichik harorat 2023-yilda 13,8 °C tashkil etgan.

Yoz oylarida ushbu hududda yuqori harorat kuzatiladi. Iyul oyidan ko'rishimiz mumkinki maksimal yuqori harorat 2005-yilda 41,6 °C kuzatilgan bo'lsa, maksimal haroratlarning kichik qiymatlari 2021-yilda 35,6 °C tashkil etgan. Maksimal oylik havo haroratlarining yillararo o'zgarishi tahlili natijasida 1991-2023-yillar oralig'ida stansiyada tanlangan oylar bo'yicha haroratlar, yanvar 2,3 °C, aprel 0,3 °C, iyul 0,6 °C hamda oktabr 4,2 °C ga kamaygan.



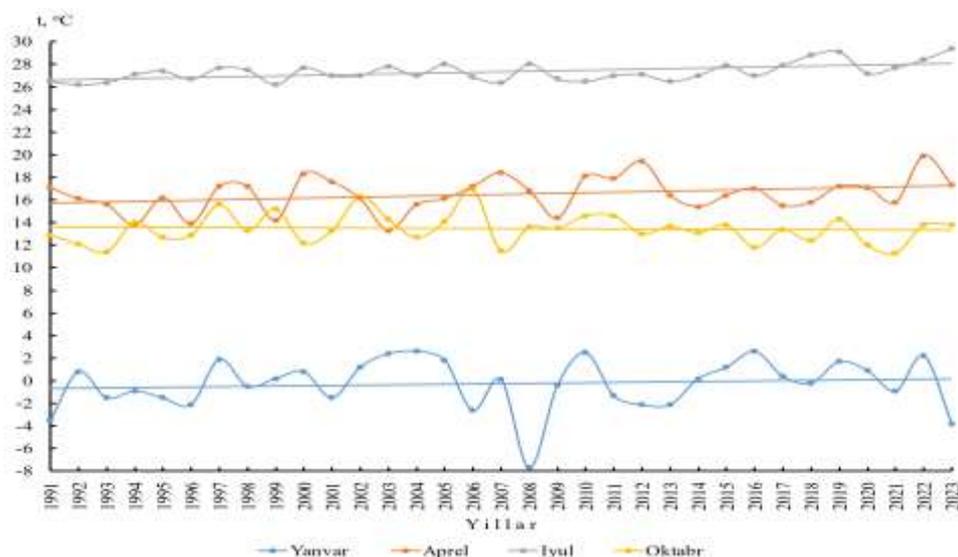
**2-rasm. Yanvar, aprel, iyul va oktabr oylarida kuzatilgan minimal haroratning yillararo o'zgarishi**

2-rasmdan ko'rishimiz mumkinki 1991-2023 yillar davomida yanvar, aprel, iyul va oktabr oylarida kuzatilgan minimal havo haroratining yillararo o'zgarishi grafigi keltirilgan. Rasmga e'tibor qaratadigan bo'lsak, yanvar oyida 2022-yilda minimal harorat yuqori qiymatlari -1,2 °C kuzatilgan bo'lsa, 2008-yilda minimal haroratning kichik qiymatlari -19,5 °C tashkil etgan.

Aprel va oktabr oylarida kuzatilayotgan havo haroratining qiymatlari bir-biriga deyarli yaqin kuzatilayotganini ko'rishimiz mumkin. Bundan tashqari aprel oyida minimal haroratning yuqori qiymatlari 2023-yilda 9,7 °C kuzatilgan bo'lsa, minimal haroratning kichik qiymatlari 2015-yilda -2,5 °C tashkil etgan. Oktabr oyida esa minimal haroratning yuqori qiymatlari

2022-23-yilda 8,4 °C kuzatilgan bo'lsa, minimal haroratning kichik qiymatlari 1995-yilda -2,6 °C tashkil etgan. Iyul oyidan ko'rishimiz mumkinki minimal haroratning yuqori qiymatlari 2023-yilda 21,6 °C kuzatilgan bo'lsa, minimal haroratning kichik qiymatlari 2009-yilda 12,7 °C tashkil etgan. Minimal oylik havo haroratlarining yillararo o'zgarishi tahlili natijasida 1991-2023-yillar oralig'ida stansiyada tanlangan oylar bo'yicha haroratlar, yanvar 5,1 °C, aprel 2,1 °C, iyul 3,2 °C hamda oktabr 3,8 °C ga ortgan.

3-rasmda 1991-2023 yillar davomida yanvar, aprel, iyul va oktabr oylarida kuzatilgan o'rtacha oylik haroratlarning yillararo o'zgarishi grafigi keltirilgan. Rasmdan ko'rishimiz mumkinki, yanvar oyida 2004-yilda o'rtacha haroratning yuqori qiymatlari 2,6 °C kuzatilgan bo'lsa, 2008-yilda o'rtacha haroratning kichik qiymatlari -7,7 °C tashkil etgan. Aprel oyida o'rtacha haroratning yuqori qiymatlari 2022-yilda 19,9 °C kuzatilgan bo'lsa, o'rtacha haroratning kichik qiymatlari 2003-yilda 13,3 °C tashkil etgan. Iyul oyida o'rtacha haroratning yuqori qiymatlari 2023-yilda 29,4 °C kuzatilgan bo'lsa, o'rtacha haroratning kichik qiymatlari 1992-99-yilda 26,2 °C tashkil etgan. Oktabr oyida esa o'rtacha haroratning yuqori qiymatlari 2006-yilda 16,9 °C kuzatilgan bo'lsa, o'rtacha haroratning kichik qiymatlari 2021-yilda 11,3 °C tashkil etgan. O'rtacha oylik havo haroratlarining yillararo o'zgarishi tahlili natijasida 1991-2023-yillar oralig'ida stansiyada tanlangan oylar bo'yicha haroratlar, yanvar 1,1 °C, aprel 2,2 °C, iyul 2,0 °C hamda oktabr 0,1 °C ga ortgan.



**3-rasm.**  
**Yanvar, aprel,**  
**iyul va oktabr**  
**oylarida**  
**kuzatilgan**  
**o'rtacha oylik**  
**haroratning**  
**yillararo**  
**o'zgarishi**

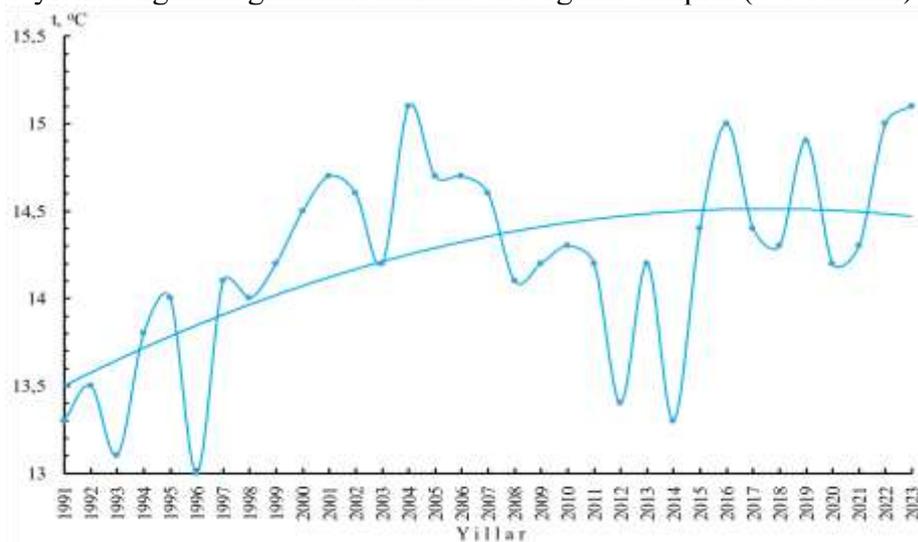
Tadqiqotning maqsadidan kelib, Bo'z meteorologik stansiyasidan olingan ma'lumotlar asosida yil fasillariga ajratilgan holda maksimal, minimal va o'rtacha havo haroratlarining yillar davomida o'zgarishlarini tahlil qilib chiqdik. Quyida (4-rasm) o'rganilayotgan stansiyaning 1991-2023-yillarda kuzatilgan o'rtacha yillik havo haroratlarning yillararo o'zgarishi grafigi berilgan.

4-rasmdan ko'rinib turibdiki, 1991-yildan 2004-yilgacha o'rtacha havo haroratining ortib borishi kuzatilgan, 2005-yildan 2014-yilgacha esa haroratning pasayib borishi kuzatilgan bo'lsa, 2015-yildan 2023-yilgacha haroratning ortib borishi kuzatilmoqda. Rasmdan ko'rinib turibdiki mazkur stansiyada o'rtacha havo haroratining yuqori qiymatlari 2004-yil hamda 2023-yilda 15,1 °C kuzatilgan bo'lsa, haroratning kichik qiymati 1996-yilda 13,0 °C tashkil qilgan. O'rtacha yillik havo haroratlarning yillararo o'zgarishidan ko'rishimiz mumkinki 1991-2023-yillar oralig'ida mazkur xududda havo harorati 1,1 °C ga ortib borgani kuzatilgan.

Bo'z meteorologik stansiyasida kuzatilgan maksimal, minimal va o'rtacha ko'p yillik havo haroratining oylar bo'yicha taqsimlanishi 1991-yildan 2020-yilgacha o'ttiz yillik va 2021-yildan 2023-yilgacha joriy davrlar ko'rinishida ajratib olindi.

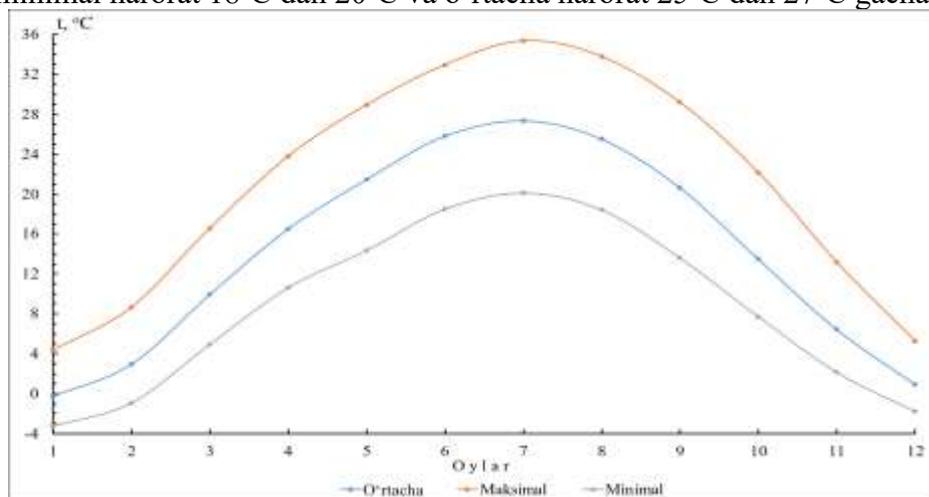
Meteorologik stansiyada yil fasillariga (Bahor, Yoz, Kuz va Qish) ajratilgan holda maksimal, minimal va o'rtacha ko'p yillik havo haroratlarining o'zgarib borishi hamda joriy

iqlimiy davr (1991-2020 yy) va boshlangan iqlimiy davr (2021-2023 yy) larda haroratining oylar bo'yicha o'zgarishi grafiklari chizildi va o'rganib chiqildi (5-6-rasmlar).



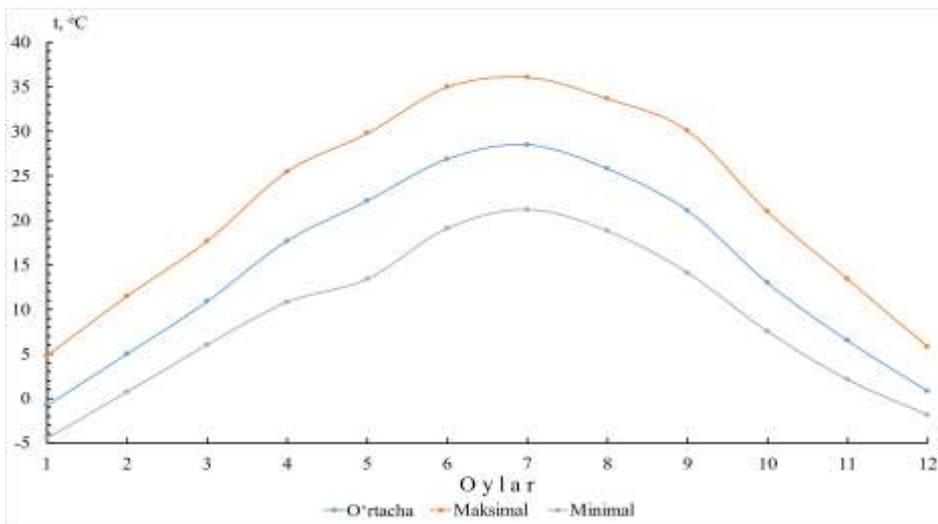
**4-rasm. O'rtacha yillik havo haroratlarning yillararo o'zgarishi**

5-rasmda 1991-2020-yillarda kuzatilgan maksimal, minimal va o'rtacha ko'p yillik havo haroratlarining oylar bo'yicha taqsimlanishini ko'rib chiqdik. Qish oylarida (dekabr, yanvar va fevral) maksimal haroratning qiymatlari 4°C dan 9°C, minimal harorat 0,0°C dan -3,5°C va o'rtacha harorat 0,0°C dan +3°C gacha tashkil qilgan. Bahor va kuz oylarida (mart, aprel, may, sentabr, oktabr va noyabr) maksimal haroratning qiymatlari 13°C dan 29°C, minimal harorat 3°C dan 14°C va o'rtacha harorat 6°C dan 21°C gacha tashkil qilgan. Eng yuqori haroratlar yoz fasliga to'g'ri keladi. Yoz oylarida (iyun, iyul va avgust) maksimal haroratning qiymatlari 32°C dan 35°C, minimal harorat 18°C dan 20°C va o'rtacha harorat 25°C dan 27°C gacha tashkil qilgan.



**5-rasm. 1991-2020 yillarda kuzatilgan maksimal, minimal va o'rtacha ko'p yillik havo haroratlarining oylar bo'yicha o'zgarishi**

6-rasmda 2021-2023-yillarda kuzatilgan maksimal, minimal va o'rtacha ko'p yillik havo haroratlarining oylar bo'yicha taqsimlanishini ko'rib chiqdik. Qish oylarida (dekabr, yanvar va fevral) maksimal haroratning qiymatlari 4°C dan 11°C, minimal harorat 1,0°C dan -4°C va o'rtacha harorat 1,0°C dan 5°C gacha tashkil qilgan. Bahor va kuz oylarida (mart, aprel, may, sentabr, oktabr va noyabr) maksimal haroratning qiymatlari 13°C dan 30°C, minimal harorat 3°C dan 14°C va o'rtacha harorat 6°C dan 22°C gacha tashkil qilgan. Yoz oylarida (iyun, iyul va avgust) maksimal haroratning qiymatlari 33°C dan 36°C, minimal harorat 18°C dan 21°C va o'rtacha harorat 25°C dan 28°C gacha tashkil qilgan.



**6-rasm. 2021-2023 yillarda kuzatilgan maksimal, minimal va o'rtacha ko'p yillik havo haroratining oylar bo'yicha o'zgarishi**

Xulosa qilib aytganda Bo'z meteorologik stansiyada yil fasillariga (Bahor, Yoz, Kuz va Qish) ajratilgan holda maksimal, minimal va o'rtacha havo haroratining o'zgarib borishi hamda so'ngi iqlimiy davr (1991-2020 yy) va boshlangan iqlimiy davr (2021-2023 yy) larga nisbatan tahlil qilib chiqildi. Tahlil natijalariga ko'ra, qish oylarida joriy davrga nisbatan boshlangan davrda, maksimal harorat 2 °C, minimal harorat 1 °C va o'rtacha harorat 2 °C dan ortganini ko'rishimiz mumkin. Bahor va kuz oylarida, maksimal va o'rtacha harorat 1 °C dan ortgan bo'lsa, minimal haroratning o'zgarmagan. Yoz oylarida maksimal va o'rtacha haroratlar o'zgarmagan bo'lsa, minimal harorat 1 °C ga ortgan. Xulosa qilib aytganda o'rtacha ko'p yillik havo haroratlarning yillararo o'zgarishidan ko'rishimiz mumkinki 1991-2023-yillar oralig'ida mazkur xududda havo harorati 1,1 °C ga ortib borgani kuzatilgan.

#### **Adabiyotlar ro'yxati**

1. Абдуллаев А.К., Султашова О.Г. Тепловой режим и многолетние значение температуры почвы на различных глубинах по территории Узбекистана. – Ташкент: НИГМИ, 2008. – 164 с.
2. Абдуллаев А.К., Холбаев Г.Х., Сафаров Э.Ю. Агрометеорологияда муносабатли тенгламаларни топишда математик статистикани қўллаш, ЭҲМ ва Географик ахборот тизимларидан фойдаланиш учун кўрсатма. –Тошкент. НИГМИ Ўзгидромет. -2009. -150 б.
3. Андижон географияси (Андижон вилояти табиий ва иктисодий-ижтимоий географияси). М.Мамажонов ва Ҳ.Алиев 2020 й. - 271 б.
4. Арипджанова Ф.А., Холбаев Г.Х., Эгамбердиев Х.Т. Фарғона станциясида метеорологик катталикларнинг ўзгариши. Фарғона водийсида атроф-муҳитни муҳофаза қилишнинг экологик хусусиятлари ва уларни оптималлаштириш республика илмий-амалий конференцияси материаллари. Наманган. 2021. -Б. 72-76.
5. Гидрометеорологик станция ва постларга йўриқнома. 11 нашр. Станция ва постларда агрометеорологик кузатувлар: 1 қисм. Асосий агрометеорологик кузатувлар. Тошкент, 2009. – 325 б.
6. Климат Андижана. Ленинград Гидрометеоиздат 1988 г. - 140 с.
7. Лесев К.С. Климат вчера, сегодня и завтра. – Л.: гидрометеоиздат, 1985. –185 с.
8. Муминов Ф.А., Абдуллаев Х.М. Агроклиматические ресурсы Республики Узбекистан. – Ташкент: САНИГМИ, 1997. – 178 с.
9. Национальный план действий Республики Таджикистан по смягчению последствий изменения климата. Утвержден постановлением Правительства РТ от 06.06.2003 г., № 259. – Душанбе, 2003. – 264 с.
10. Нормы климатический параметров, рассчитанный по данным наблюдений с 1971 по 2000 год. Тр. НИГМИ. Т.: Узгидромет, 2006. – С. 112-125.
11. Руководящие указания ВМО по расчету климатических норм. Издание 2017 г., Женева. -21 с.

12. Султашова О.Г. Об особенностях взаимосвязи температуры почвы и температуры воздуха // Ўзбекистон география жамияти ахбороти. 2008. 30-жилд .– с. 69-72.
13. Уланова Е.С. Забелин В.Н. Методы корреляционного и регрессионного анализа в агрометеорологии. - Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 206 с.
14. Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на природно-ресурсный потенциал Республики Узбекистан. – Ташкент: САНИГМИ, 2000. – 252 с.
15. Ўзбекистон миллий энциклопедияси 12-том. 710 с.
- Ҳамидов. А.А ва бошқ. Фарғона водийсининг экологик вазиятларини яхшилашда табиий географик ва геологик ғоялар, қарашлардан фойдаланиш масалалари. / Сб.
16. Q.M.Mahmudov, H.T.Egamberdiyev, G.X.Xalboyev, S.M.Muminova. Iqlim o'zgarishi sharoritida havo harorati hamda atmosfera yog'inlarining o'zgarishini baholash (Andijon viloyati bo'yicha)

## **НОВЫЕ ПОДХОДЫ К КЛАССИФИКАЦИИ ИСТОЧНИКОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРАВА В УЗБЕКИСТАНЕ**

Насиров Ш.Д., Камалова М.Ж.

Национальный Университет Узбекистана Имени Мирзо Улугбека, Ташкент, Узбекистан,  
shezod96@gmail.com

**Аннотация:** Данная работа затрагивает вопросы общих принципов понимания экологического права, а также предлагает способы внедрения новых подходов по классификации нормативных актов исходя из их целей и назначения. Понимание структуры экологического права, знания об имеющихся нормативных документах, их иерархия и порядок применения могут стать важным инструментом в деятельности специалистов в сфере экологии, а также студентам, обучающимся по этой специальности. В дальнейшем данная работа может быть использована для разработки специальных справочников и методических пособий для работников отрасли, а также послужить материалом для выработки новых предложений по экологическому законодательству.

**Ключевые слова:** источники экологического права, экологическая политика, классификация.

## **O'ZBEKISTONDA EKOLOGIK MUTAXASSISLAR UCHUN EKOLOGIYA HUQUQI MANBALARI TASNIFLASH YONDASHUVLARI**

Nasirov Sh.D., Kamalova M.J.

Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti, Toshkent, O'zbekiston, shezod96@gmail.com

**Аннотация:** Ushbu ishda ekologik huquqni tushunishning umumiy tamoyillari ko'rib chiqiladi, shuningdek, normativ-huquqiy hujjatlarni ularning maqsad va maqsadlaridan kelib chiqqan holda tasniflashda yangi yondashuvlarni joriy etish yo'llari taklif etiladi. Ekologiya huquqining tuzilishini tushunish, amaldagi me'yoriy hujjatlarni bilish, ularning ierarxiyasi va qo'llanish tartibi ekologiya sohasidagi mutaxassislar hamda ushbu mutaxassislik bo'yicha tahsil olayotgan talabalar faoliyatida muhim vositaga aylanishi mumkin. Kelgusida bu boradagi ishlar soha xodimlari uchun maxsus ma'lumotnomalar va o'quv-uslubiy qo'llanmalar ishlab chiqish, shuningdek, ekologiya qonunchiligiga yangi takliflar ishlab chiqish uchun material bo'lib xizmat qilishi mumkin.

**Калит so'zlar:** ekologiya huquqining manbalari, ekologik siyosat, tasnifi.

## **APPROACHES TO CLASSIFICATION OF SOURCES OF ENVIRONMENTAL LAW IN UZBEKISTAN FOR ECOLOGICAL SPECIALISTS**

Nasirov Sh.D., Kamalova M.J.

National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek Tashkent, Uzbekistan,  
shezod96@gmail.com

**Abstract:** This work discusses the fundamental ideas behind comprehending environmental law and offers suggestions for fresh approaches to classifying laws according to their objectives. The professionals in the subject of ecology, as well as students pursuing this expertise, can benefit greatly from an understanding of the hierarchy and order of the implementation of existing regulatory documents, as well as the structure of environmental law. This work can be used in the future to develop specialised

reference books, educational resources for industry professionals, and new legislative ideas related to the environment regulation.

**Keywords:** sources of environmental law, environmental policy, classification.

Экологические проблемы современной жизни постепенно и всё чаще становятся самыми актуальными темами нашего общества. Изменение климата и антропогенное воздействие требует совершенствовать механизмы государственного регулирования взаимоотношений между общественными организациями, предприятиями, государственными органами, представителями власти и людьми. В свою очередь экология как дисциплина и прикладная наука становится всё более комплексной и пересекающейся с другими отраслями деятельности человека.

Несмотря на издание в Узбекистане двух учебников по экологическому праву в 2006 и 2019 годах в Ташкентском государственном юридическом университете, в настоящее время отсутствуют структурированный специальный сборник законодательства и рекомендаций по применению экологического права, который позволил бы студенту или специалисту напрямую использовать их в своей деятельности.

О проблеме правоприменительной практике в сфере экологии также указал руководитель нашей страны на совещании, прошедшем 29 января 2024 года, где указал, что «С 2020 года в нашей стране было запущено 22 тысячи новых промышленных предприятий. В целом сегодня в атмосферу промышленными предприятиями и транспортом более **2 миллионов тонн загрязняющих веществ. Во многих случаях строительные объекты и проекты реализуются без экологической экспертизы**» [1], несмотря на то, что имеется в наличии обязательные требования по проведению экологической экспертизы.

На сайте Национальной базы данных законодательства Республики Узбекистан [www.lex.uz](http://www.lex.uz) имеется частичная классификация экологического права, где в раздел «Окружающая природная среда и природные ресурсы» собраны ряд нормативно-правовых актов. Данный раздел соответствует коду 11.00.00.00 из Общеправового Классификатора Отраслей Законодательства Республики Узбекистан (зарегистрирован Министерством юстиции Республики Узбекистан 2 марта 2012 г., регистрационный № 2333). Согласно данным сайта [www.lex.uz](http://www.lex.uz), на 18 марта 2024 года в разделе «Окружающая природная среда и природные ресурсы» были размещены 5598 документов [2].

Следует отметить, что не все эти документы полностью относятся к источникам экологического права, в этом списке есть документы, содержание которых может лишь косвенно использовано при рассмотрении отдельных вопросов. Так, согласно обзору Программы развития ПРООН (UNDP Uzbekistan) 59 законов, 50 указов Президента и около 200 постановлений можно считать относящимися в той или иной степени к борьбе с изменением климата [3]. Об имеющейся проблеме также указано в «**Страновом докладе о климате и развитии**» (СДКР), опубликованном Группой Всемирного банка 21 ноября 2023 года, где указано об отсутствие единого закона о реагировании на изменение климата, а система управления последствиями изменения климата состоит из разрозненного набора нормативно-правовых актов и отраслевых стратегий [4]. Также в СДКР указано, что были приняты около 30 законов и 100 подзаконных актов, связанных с изменением климата [5].

Это представляет собой явный пример тому, что формирование специальных справочников и методологических пособий является новой и актуальной задачей для экологов. Указанные выводы позволяют утверждать, что понимание структуры экологического права, знания об имеющихся нормативных документах, их иерархия и порядок применения могут стать важным инструментом в деятельности специалистов в сфере экологии, а также студентам, обучающимся по этой специальности.

Термин «экология», уже давно вошедший в обычный обиход нашего общества и научной среды, имеет в законодательной сфере свой путь преобразования и трансформации. Название Закона Республики Узбекистан, № 754-ХП «Об охране природы» от 09.12.1992 г. традиционно использовало отраслевую терминологию бывшего СССР. В

Конституции Республики Узбекистан от 09 декабря 1992 года в статье 50 используется термин окружающая среда, а в ст.54 применяется новый термин «экологическая среда» [6]. В новой Конституции Республики от 30 апреля 2023 года уже используется в шести местах термины, напрямую использующие слово «экология», а именно в контексте «экологические права» (Глава IX.), «обеспечение экологических прав граждан и недопущения вредного воздействия на окружающую среду» (Статьи 49), «сохранение экологического равновесия» (Статьи 49), «охрана и восстановление экологической системы, социальное и экономическое развитие региона Приаралья» (Статьи 49), «экологические права молодежи» (Статьи 79), «экологическое развитие территорий». (Статья 123) [7].

Подобную метаморфозу можно также проследить на примере других Кодексов, содержащих нормы ответственности. В Уголовном кодексе Республики Узбекистан выделен отдельный Раздел **«Раздел четвертый. Преступления в сфере экологии»** [8]. Кодекс Республики Узбекистан «Об административных правонарушениях» имеет более широкое изложение специальной главы, относящейся к сфере экологии: **«Глава VIII. Административная ответственность за правонарушения в области экологии, охраны окружающей среды и природопользования»** [9].

Если обратиться к национальному законодательству для определения экологической повестки, хорошим примером может послужить Закон Республики Узбекистан «Об охране природы» №754-ХП от 09.12.1992 года, где в преамбуле указывается: данный закон устанавливает правовые, экономические и организационные основы сохранения условий природной среды, рационального использования природных ресурсов, закон имеет целью обеспечить сбалансированное гармоничное развитие отношений между человеком и природой, охрану экологических систем, природных комплексов и отдельных объектов, гарантировать права граждан на благоприятную окружающую среду [10].

В связи вышеизложенным можно говорить о необходимости в начале определиться с понятием «экология» для определения перечня соответствующих нормативных документов. Несмотря на наличие общепринятых научных определений этого термина, он также имел свой путь трансформации. Введение в оборот нового понятия **«изменение климата»** также показывает необходимость более широко определить экологическую терминологию для определения источников экологического права. В этом направлении применение исключительно лингвистического подхода является недостаточным, поэтому также требуется проводить классификацию законодательства исходя из задачи и назначения нормативного акта, т.е. концептуально определить понимание экологической сферы.

В этих целях является целесообразным обратиться к мировой практике, имеющей более долгую историю и богатый опыт по развитию экологической науки и экологического права. Рассматривая термин «экология» следует одновременно принимать во внимание, что все связанные с этим определения также напрямую связаны с корнем данного термина: экологическая повестка, экологические проблемы, экологические вопросы, экологические задачи и т.п.

По мнению профессора Рисгарда (Hans Ulrik Riisgard), после внедрения термина «экология» со стороны Эрнеста Геккеля, концепция экологии медленно распространялась в 20 веке среди профессиональных биологов, в начале взятой на вооружение ботаниками, а затем зоологами, сопровождаясь сильными дебатами по вопросу определению термина «экология» и границ её разделения от других дисциплин. Изначально экология определялась как «изучение распределения и популяции организмов в определенном ареале» [11]. На современном этапе экология классифицируется как «наука о биологических системах над уровнем организмов» [12].

Исходя из этого определения открывается широкое понимание экологической повестки, проходящей сквозь различные среды обитания человека. Согласно оценки ученых МГИМО, экологическая повестка ООН за период его существования до 2016 года

формировалась по следующим направлениям: «Морское право», «Стихийные бедствия», «Вооружение», «Воздействие на окружающую среду», «Окружающая среда», «Климат», «Нефтяное загрязнение», «Атомная энергия», «Опустынивание», «Ответственность перед окружающей средой» [13].

Вышеуказанные классификации показывают, насколько разнообразно могут существовать подходы в определении экологической повестки. Для целей экологического права классификацию источников целесообразно воспринимать исходя из назначения самого права – как это было указано выше, право выполняет важные функции управления в государстве.

**Как мы увидели из истории трансформации определения «экология» и метаморфозы термина в международном сообществе и в правовом поле Узбекистане, экологическое право является становится очень широкой отраслью применения и быстро развивающейся юридической практикой.**

В октябре 2023 года Комитет по окружающей среде, общественному здравоохранению и безопасности пищевых продуктов Европейского Парламента опубликовал базовые принципы законодательных основ Экологической политики Европейского союза [14]. С точки зрения **отраслей экономической деятельности** компоненты экологического права ЕС подразделяются следующим образом: «1) Борьба с изменением климата»; «2) Биоразнообразие, землепользование и лесное хозяйство»; «3) Охрана и управление водными ресурсами»; «4) Загрязнение воздуха и шум»; «5) Эффективность использования ресурсов и циркулярная экономика»; «6) Устойчивое потребление и производство»; «7) Химикаты и пестициды».

С учётом планов в Узбекистане разработать Экологический кодекс [15], представленная структуризация возможно будет полезной для разработчиков этого документа. Исходя из представленного выше обзора экологического законодательства зарубежных стран и Узбекистана, можно предложить следующую структуру экологического права по признаку назначения (функциональности):

<b>Функция источника права</b>	<b>Краткое описание</b>
А. Национальные экологические программы	Цели и индикаторы национальной экологической политики
В. Горизонтальное взаимодействие	Межведомственное взаимодействие по вопросам национальной экологической политики
С. Международное экологическое сотрудничество	Международные соглашения Узбекистана по экологическим вопросам
Д. Экологическая экспертиза и экологический мониторинг	Экологическая оценка, экспертиза, мониторинг окружающей среды, общественное обсуждение
Е. Обеспечение соблюдения и исполнение законов, мониторинг.	Меры по исполнению законодательства, санкции и ответственность

В зависимости от вида регулируемых отношений можно использовать следующую тематическую классификацию, которая позволит специализироваться по отраслям человеческой деятельности и используемым в них технологиям, а также специальным знаниям:

<b>Проблемы изменения климата</b>
<b>Биоразнообразие, землепользование и лесное хозяйство</b>
<b>Охрана водных объектов, водопользование</b>
<b>Охрана атмосферного воздуха</b>
<b>Использования природных ресурсов и переработка отходов</b>
<b>Устойчивая экономика (потребление и производство)</b>
<b>Использования химикатов и пестицидов</b>

Концептуальный подход в решении современных проблем экологического характера также требует составлять сборники источников экологического права на основе разработанных концепций, что позволит более успешно ориентироваться экологам среди большого количества нормативных актов, а равно разрабатывать новые предложения по совершенствованию экологического законодательства.

Поэтому представляется наиболее успешным составлять классификацию источников экологического права исходя из передовой международной практики, что позволит рационально формировать справочники экологического законодательства, фокусируясь на формировании анализа нормативных актов по экологической политике, позволяющий в свою очередь выявлять пустоты в текущем законодательстве, а также составлять методологические инструменты для студентов и практикующих специалистов по защите окружающей среды.

### Список литературы

1. <https://president.uz/ru/lists/view/7002>
2. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.14812.81281>
3. Публикация «Обзор климатических расходов и институциональная оценка в области изменения климата: Узбекистан» подготовлена в рамках совместной инициативы Программы развития ООН (ПРООН), UNDP, 2023 ([www.uz.undp.org](http://www.uz.undp.org)), стр.10.
4. «Страновой докладе о климате и развитии» (СДКР), опубликованном Группой Всемирного банка, 2023, стр.21
5. «Страновой докладе о климате и развитии» (СДКР), опубликованном Группой Всемирного банка, 2023, стр.21
6. <https://old.lex.uz/docs/35869>
7. <https://old.lex.uz/docs/6445147>
8. <https://old.lex.uz/docs/111457>
9. <https://old.lex.uz/docs/111457>
10. <https://old.lex.uz/docs/7065>
11. Hans Ulrik Riisgard, «Общая экология. Описание современной экологии для студентов университетов», 2018, стр.7
12. Odum, E.P. 1971. Fundamentals of ecology. Saunders Co., Philadelphia, стр.574
13. E.A. Bliznetskaya, E.P. Vasilenko, The Formation Of The Environmental Agenda Of The United Nations General Assembly (1946-2016), Вестник МГИМО-Университета. 2018. 5(62). Стр. 131-145
14. <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/en/sheet/71/environment-policy-general-principles-and-basic-framework>
15. <https://www.gazeta.uz/ru/2022/01/04/eco-codex/>

### МЕТЕОРОЛОГИК КАТТАЛИКЛАРНИНГ ЎЗГАРИШИНИ БАҲОЛАШ (Бухоро станцияси мисолида)

Тешаева Ш., Холбаев Г.Х.

Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети, Тошкент, Ўзбекистон

**Аннотация.** Бухоро станциясида 2008 йил энг совуқ йил бўлиб январь ойида ўртача ҳаво ҳарорати  $-10,8^{\circ}\text{C}$  ни, энг иссиқ йил 2019 йил бўлиб июль ойида энг юқори ҳарорат  $32,5^{\circ}\text{C}$  ни, вегетация даври ғўза ўсимлиги учун 230 кунни, кузги бугдой учун сентябрь ойидан кишки тиним давригача 101 кунни, баҳорда вегетация даврининг тикланишидан июнь ойигача 115 кунни ёки умумий 216 кунни ташкил этган. Базавий (1961-1990 йй.) даврга нисбатан жорий (1991-2020 йй) иқлимий даврда ўртача ҳаво ҳароратининг ўнкунликлар бўйича ўзгариши нотекислиги билан ажралиб туради.

**Калит сўзлар:** ғўза, кузги бугдой, вегетация, ўнкунлик, ҳарорат, намлик, иқлим

## ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

(на примере станции Бухара)

Тешаева Ш., Холбаев Г.Х.

Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, Ташкент, Узбекистан

*Аннотация.* 2008 год стал самым холодным годом на станции Бухара, средняя температуры воздуха в январе составила  $-10,8^{\circ}\text{C}$ , самым теплым годом оказался 2019 год - температура в июле составила  $32,5^{\circ}\text{C}$ . Вегетационный период для хлопчатника составляет 230 дней, для озимой пшеницы от сентября до периода зимнего покоя 101 дней, от возобновления вегетации до июня месяца -115 дней или в общей сложности- 216 дней. Декадные изменения средних температур воздуха за период (1991-2020 гг.) отличаются от соответствующих показателей за базовый климатический период (1961-1990 гг.).

*Ключевые слова:* хлопчатник, озимая пшеница, вегетация, декада, декада, температура, влажность, климат

## ASSESSMENT OF CHANGES IN METEOROLOGICAL QUANTITIES

(in the example of Bukhara station)

Teshaeva Sh., Kholbaev G.Kh.

National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Tashkent, Uzbekistan

*Abstract.* 2008 was the coldest year at the Bukhara station, with an average temperature of  $-10.8^{\circ}\text{C}$  in January, and 2019, the warmest year, with a maximum temperature of  $32.5^{\circ}\text{C}$  in July. The growing season was 230 days for cotton, 101 days for winter wheat from September to winter dormancy, and 115 days from the end of the growing season in spring to June, or a total of 216 days. Compared to the basic (1961-1990) period, the current (1991-2020) climatic period is characterized by the unevenness of the average air temperature change over decades.

*Keywords:* cotton, winter wheat, vegetation, decade, temperature, humidity, climate

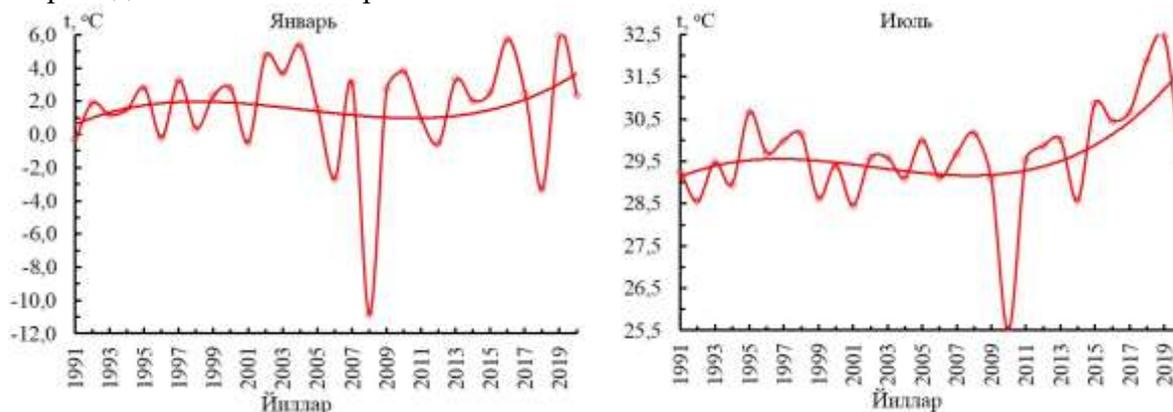
Ҳамма соҳа, шу жумладан кишлоқ хўжалиги экинларининг ўсиш ва ривожланиш жараёнида тупроқ-иқлим шароити ва муҳитнинг турли омиллари таъсирида унади, ўсади ва ривожланади, бу омиллардан асосийлари ҳаво ҳарорати, нисбий намлиги ва бошқалар. Ушбу катталиклар экилган экиннинг ривожланиш чегаралари, вегетация даврида максимал ҳосилдорликка эга бўлиш имкониятини пасайтиради. Биз ушбу омиллардан самарали фойдаланиш учун энг аввало экиш муддатларига алоҳида эътибор қаратишимиз зарур, сўнгра ушбу омилларнинг ўсимликка кўрсатдиган таъсирини аниқлаб ва ҳар бир ҳудудда экишнинг оптимал муддатларини аниқлашимиз зарур. Ўзбекистоннинг суғориладиган ҳудудларида асосий кишлоқ хўжалиги экинлари ғўза ва буғдой ҳисобланилади. Ҳозирги вақтда глобал иқлим ўзгариши ва унинг салбий оқибатларининг турли соҳаларга таъсирини тадқиқ этиш долзарб йўналишлардан бири ҳисобланилади.

Манбаларда гидропоника ва иссиқхоналарда етиштирилаётган турли хил ўсимликлар учун ҳаво нисбий намлигининг ривожланишидаги роли ҳақида бир қанча маълумотлар келтирилган [11]. Паст нисбий намлик ўсимликларда стресс ҳолатни келтириб чиқарса, юқори намлик унинг меъёрида совишига йўл қўймайди, яъни буғланишни секинлаштиради [10].

Иқлим ўзгаришида асосий эътибор ҳаво ҳароратининг турли даврларда ўзгаришига қаратилади. Ҳаво ҳарорати ва нисбий намлигининг режими бўйича [6, 7] ва уларнинг айрим кишлоқ хўжалиги экинларига таъсири ҳақида тадқиқотлар олиб боришган [5, 6, 8]. Ўзбекистонда ушбу катталикларнинг ўзгаришини ўрганишга қаратилган тадқиқотлар [1-4] ва бошқа қатор олимлар томонидан амалга оширилган. Бироқ, юқорида келтирилган тадқиқотлар маълум бир йўналишда амалга оширилган бўлиб, уларда эришилган натижалар, уларнинг таҳлиллари асосида олинган илмий-амалий хулосалар шу тадқиқот доирасига мос бўлган.

Ҳозирги кунда Бухоро вилоятида ҳаво ҳарорати ва нисбий намлигининг ўсимликлар вегетация даври давомида ўзгариши ва маҳсулдорлик элементларига таъсирини ўрганиш тўлиқ равишда очилмаган. Шу нуқтаи назардан, суғориладиган ҳудудларда юқорида қайд этилган масалаларни тадқиқ этиш долзарб мавзу ҳисобланиб, назарий ва амалий вазифаларни тадқиқ этиш зарурлигини кўрсатади. Мазкур иш шу вазифалар ечимини топишда муайян даражада хизмат қилади.

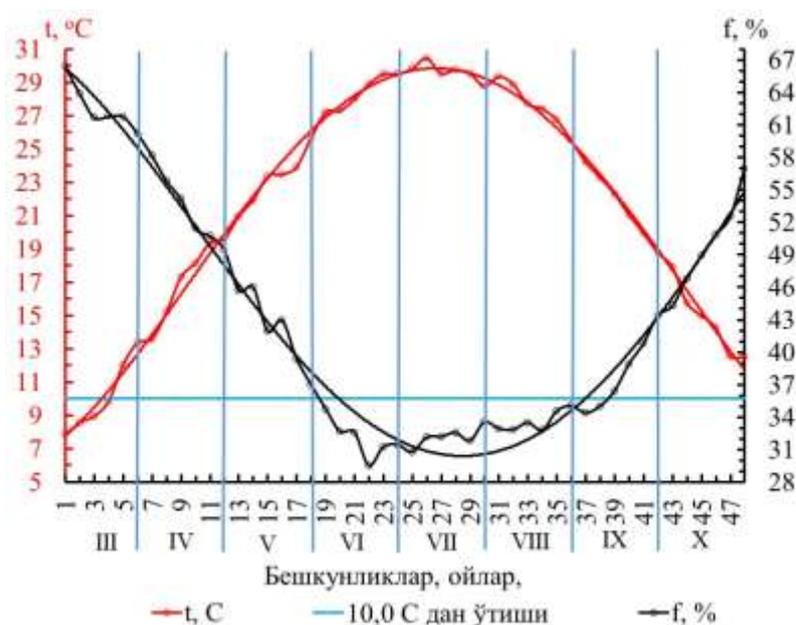
Ўзбекистонда ғўза экини вегетация даври (март-октябрь) ва кузги буғдойнинг вегетация даври сентябрь-июнь ойларига тўғри келади. Шунинг учун биринчи навбатда Бухоро станциясида 1991-2020 йиллар маълумотлари асосида вегетация даврида энг иссиқ (июль) ва энг совуқ (январь) ойларидаги ўртача ҳаво ҳароратининг йиллараро (1-расм) ўзгариш динамикаси келтирилган.



**1-расм. Ўртача ҳаво ҳароратининг йиллараро ўзгариши**

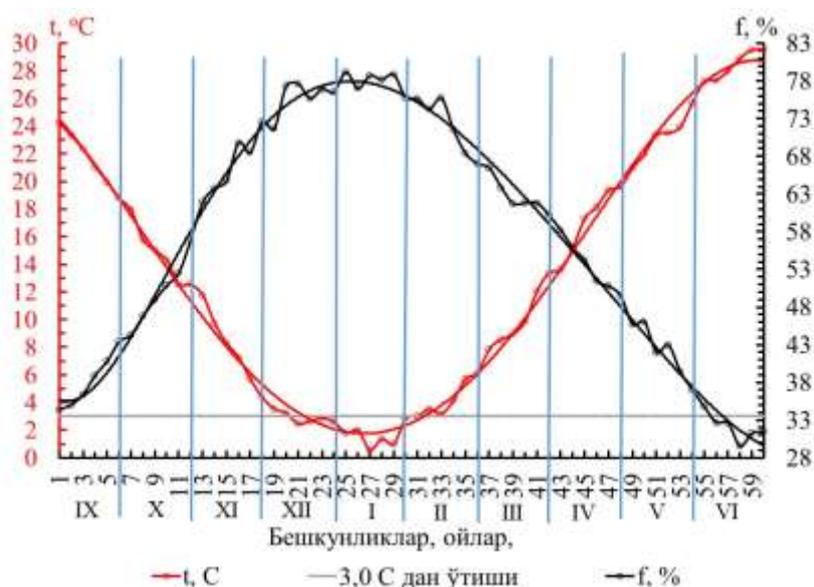
1-расмга эътибор қаратадиган бўлсак, 1991-2020 йиллар мобайнида 2008 йил энг совуқ йил бўлиб январь ойида ўртача ҳаво ҳарорати  $-10,8^{\circ}\text{C}$  ни, энг иссиқ йил 2019 йил бўлиб  $+5,9^{\circ}\text{C}$  ни, июль ойида энг юқори ҳарорат 2019 йилда  $+32,5^{\circ}\text{C}$  ни ташкил этган бўлса, энг минимал ҳарорат  $+25,5^{\circ}\text{C}$  ни ташкил этиб 2010 йил кузатилган.

Ўртача ҳаво ҳароратининг ҳамда ҳаво нисбий намлигининг ўнкунликлар бўйича март-октябрь (ғўза (2-расм)) ва сентябрь-июнь (кузги буғдой (3-расм)) ойларидаги ўзгаришларини таҳлил қилиб чиқамиз. Бундан ташқари 2-3-расмларда ҳаво ҳароратининг  $10,0^{\circ}$  (ғўза) ва  $3,0^{\circ}\text{C}$  (кузги буғдой) дан ўтиш санаси ҳам келтирилган.



**2-расм. Ўртача ҳаво ҳарорати ( $^{\circ}\text{C}$ ) ва намлигининг (f,%) ғўза вегетация даврида ўзгариши**

2-расмдан кўришиб турибдики, ўртача ҳаво ҳароратининг ойлар давомида ўзгариши куйидагича: март – 8,0-13,0°C, апрель – 20,0°C, май – 26,0°C, июнь – 29,0°C, июль - 29,5-29,0°C, август - 25,5°C, сентябрь – 19,0°C ва октябрь – 12,5°C гача. Ўртача ҳаво ҳароратининг максимал қиймати июль ойининг иккинчи бешкунлигида кузатилган. Ҳаво нисбий намлиги март – 67,0-50,0%, апрель – 48,0%, май – 37,0%, июнь – 31,0%, июль – 31,0-33,0%, август – 35,0%, сентябрь – 43,% ва октябрь – 57,0% ораликда ўзгариб туради. 10,0°C дан турғун ўтиши баҳорда март ойининг тўртинчи бешкунлигидан бошланиб кузда ноябрь ойининг биринчи бешкунлигигача давом этади. Вегетация даври 230 кунни ташкил этган.



3-расм. Ўртача ҳаво ҳарорати (°C) ва намлигининг (f,%) кузги бугдой вегетация даврида ўзгариши

Кузги бугдой вегетация даврида ўртача ҳаво ҳароратининг ойлар давомида ўзгариши куйидагича: сентябрь – 24,2-19,0°C, октябрь – 12,0°C, ноябрь – 4,0°C, декабрь – 3,0°C, январь - 3°C, феврал - 7°C, март – 13,0°C, апрель – 20,0°C, май – 27,0°C ва июнь – 30,0°C гача бўлган ораликда ўзгариб туради. Ўртача ҳаво ҳароратининг минимал қиймати январ ойининг учинчи бешкунлигида кузатилган. Ҳавонинг нисбий намлиги сентябрь – 34,0-44,0%, октябрь – 56,0%, ноябрь – 72,0%, декабрь ва январь – 76,0%, февраль – 68,0%, март – 60,% , апрель – 47,0%, май – 36,0% ва июнь – 30,0% ораликда ўзгариб туради. 3,0°C дан турғун пасайиши кузда декабрь ойининг иккинчи бешкунлигидан февраль ойининг биринчи бешкунлигигача давом этади. Умуман, вегетация даври сентябрь ойдан қишки тиним давригача 101 кунни, қишки тиним давридан июнь ойигача 115 кунни ёки умумий 216 кунни ташкил этган (3-расм).

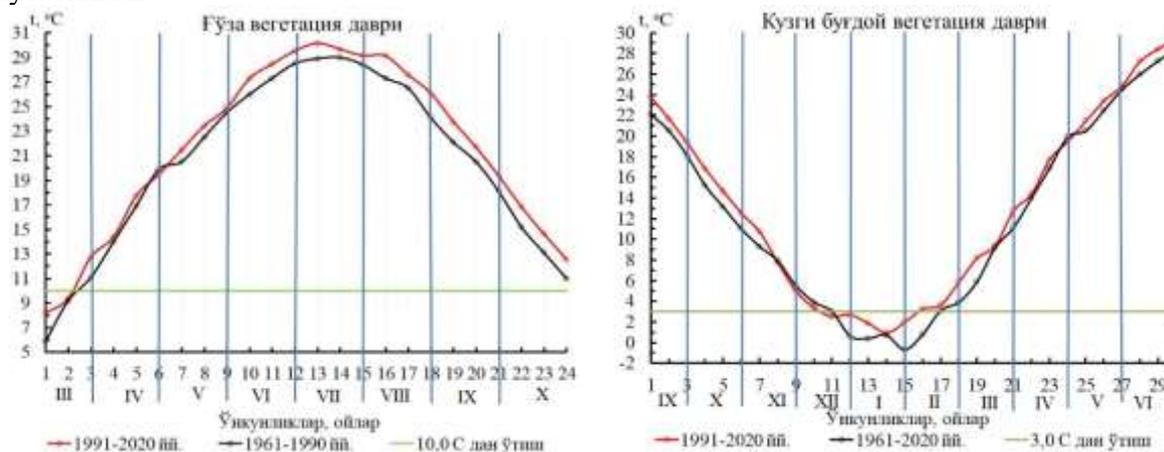
Юқорида келтирилган маълумотлар 1991-2020 йиллар маълумотлари асосида кўриб чиқилганлиги эътиборга олиб ҳозирги вақтда иқлим ўзгаришини аниқлаш учун Бутунжаҳон Метеорология ташкилоти (БЖМТ) 1961-1990 йилларни базавий иқлимий давр деб ҳисоблашни тавсия этган [1]. Шунга мувофиқ куйида иқлим тўғрисида маълумотлар билан таништиришни жоиз деб билдик.

Бирор жойнинг географик жойлашув ўрни билан боғлиқ ҳолда юзага келган кўп йиллик об-ҳаво режими ёки маълум бир жойга хос бўлган кўп йиллик об-ҳаво режимига иқлим дейилади. Бирор ҳудуднинг ҳар йилги об-ҳавоси юқорида айтганимиздек, бир хил тарзда такрорланавермайди. Баъзи йиллари ёз жуда иссиқ бўлиб, қиш эса совуқ бўлиши, бошқа бир йиллари эса ёз салқинроқ, қиш эса илиқроқ келиши ва ёғингарчилик кўп бўлиши мумкин. Иқлим – турли соҳаларда ҳамда парвариш қилинаётган қишлоқ хўжалик экинлари ва чорвачилик маҳсулдорлигини бирмунча даражада аниқлайди. Шунинг учун ҳудудларнинг иқлимий имкониятларидан тўғри фойдаланиш мақсадида даставвал иқлимни ўрганиш зарур, унинг турли соҳалар ва қишлоқ хўжалигидаги аҳамиятини аниқлаш ва ноқулай об-

ҳаво шароитларидан зарар кўришини камайтириш усулларини билиш керак [2, 4].

Бухоро метеорологик станциясида иқлим ўзгаришини ўрганиш мақсадида 4-расмда ўртача ҳаво ҳароратининг базавий (1961-1990 йй.) ва жорий (1991-2020 йй.) иқлимий даврда ҳамда вегетация даврининг ўзгариши келтирилган.

4-расмдан кўришиб турибдики, ғўза учун март ойининг биринчи ва учинчи, июнь ойинининг биринчи ўнқунлигидан октябрь ойининг учинчи ўнқунлигигача ошиши, апрель ойининг учинчи ўнқунлигида камайиши кузатилган. Бундай ўзгаришлар ғўза ўсимлиги ривожланиш фазаларининг давр давомийлиги камайишига, маҳсулдорлик элементларининг етилишига олиб келади. Ўртача ҳаво ҳароратининг 10,0°C дан турғун ўтиши баҳорда март ойининг иккинчи ўнқунлигига тўғри келади. Кузги бугдой вегетация давридаги ҳолатга эътибор қаратадиган бўлсак сентябрь ойининг биринчи ўнқунлигидан ноябрь ойининг биринчи ўнқунлигигача ошиши, ноябрь ойининг иккинчи ўнқунлигидан декабрь ойининг иккинчи ўнқунлигигача камайиши, учинчи ўнқунлигидан март ойининг биринчи ўнқунлигигача ошиши, март ойининг иккинчи ўнқунлигидан апрель ойининг учинчи ўнқунлигигача кескин ошиши, май ойдан нисбатан ошиши кузатилган. Кишки тиним даври кузда декабрь ойининг биринчи ўнқунлигидан февраль ойининг биринчи ўнқунлигигача давом этган. 1991-2020 йилда кузги тиним даврининг олдинга сурилиши кузатилган.



**4-расм. Ғўза ва кузги бугдой вегетация даврида ўртача ҳаво ҳароратининг ўнқунликлар бўйича базавий (1961-1990 йй.) ва жорий (1991-2020 йй.) иқлимий даврда ўзгариши**

Умуман Бухоро станциясида базавий (1961-1990 йй.) даврга нисбатан жорий (1991-2020 йй) иқлимий даврда ўртача ҳаво ҳароратининг ўнқунликлар бўйича ўзгариши нотекислиги билан ажралиб туради.

#### Адабиётлар рўйхати

1. Абдуллаев А.К., Холбаев Г.Х., Пулатов У.Ш., Кутлимуратов Х.Р, Абдумажитов Д.И. Султашова О.Г. Многолетние значения метеорологических элементов по странам мира // НИГМИ. Ташкент. 2007. 150 с.
2. Холбаев Г.Х., Курганов Р.Н., Закирова Ф.А., Абдиева Д. Бухоро ва Навоий вилоятларидаги метеорологик станцияларда ўртача ҳаво ҳароратининг ўзгариши. Физика фанининг ривожда истеъдодли ёшларнинг ўрни / илмий-амалий конференция мақолалар тўплами. 2-жилд. ИАК-VIII. 2015 йил 24-25 апрель. Тошкент – 2015. – Б. 356-359.
3. Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на гидрометеорологические процессы, агроклиматические и водные ресурсы Республики Узбекистан. – Ташкент: НИГМИ, 2007. –132 с.
4. Turobov V.M., Qutpiddiniv, I.D., Xolbayev G.X. Bazaviy va joriy iqlimiy yilda havo haroratining o'zgarishi. ФИЗИКА ФАНИНИНГ РИВОЖИДА ИСТЕЪДОДЛИ ЁШЛАРНИНГ ЎРНИ. РИАК-XIV-2021 Республика илмий анжумани материаллари. 1-том. 26-27 март 2021 йил. Тошкент–2021. –Б.63-65.

5. Liu Yang, Xinrong Cheng, Zhijie Jiang, Zhijun Ren. Research on the Monitor and Control System of Granary Temperature and Humidity Based on ARM. International Conference on Computer and Computing Technologies in Agriculture CCTA 2011: Computer and Computing Technologies in Agriculture. –PP. 257-264

6. Montes-García, N., Prom L.K., Williams-Alanis H. & Isakeit T. Effect of temperature and relative humidity on sorghum ergot development in northern Mexico. Australasian Plant Pathology. 2009. Volume 38, -PP. 632–637.

7. Mohammad Reza Kousari & Mohammad Amin Asadi Zarch. Minimum, maximum, and mean annual temperatures, relative humidity, and precipitation trends in arid and semi-arid regions of Iran. Arabian Journal of Geosciences. 2011. Volume 4, -PP. 907–914.

8. Waldron L.J. & Terry N. The influence of atmospheric humidity on leaf expansion in *Beta vulgaris*. Planta, 1987. Volume 170, -PP. 336–342.

9. WMO. 2017. Guidelines for the Calculation of Climatic Norms. edition, Geneva. -21 p.

10. <https://bookflowers.ru>

11. <https://dzagigrow.ru>, <https://gidroponika>

## **IQLIM O‘ZGARISHINING JAHON MUZLIKLARI HOLATIGA TA’SIRI**

Shamsiyeva M.G., Baxriddinova N.Z., Tillayeva A.S., Umirzaqov G‘.O‘.

Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti, Toshkent, O‘zbekiston.g.umirzakov@nuu.uz

**Annotatsiya.** Ushbu tezisda iqlim o‘zgarishi sharoitida so‘nggi yillarda muzliklarning holatini yoritishdan iborat bo‘lib, jahon muzliklari monitoringining hozirgi holati o‘rganilgan. Jahon muzliklar monitoringi xizmati ma‘lumotlari - muzliklar massa balansi kuzatuvlari, shu jumladan ularning soni va qiymatlari bo‘yicha olingan asosiy natijalar taqdim etilgan va ular statistik tahlil qilingan. Natijalar muzliklarning dinamik o‘zgarishini yoritib beradi va ularning atrof-muhitning davom etayotgan o‘zgarishlariga munosabatini tushunishga imkon beradi. Uzluksiz monitoring olib borish iqlim o‘zgarishi sharoitida muzliklar dinamikasini kuzatish va ularning suv resurslari va havfli gidrometeorologik hodisalarga ta‘sirini baholash nuqtai-nazardan muhimdir.

**Kalit so‘zlar:** iqlim o‘zgarishi, muzlik, muzlik monitoringi, muzlik massa balansi, akkumulyatsiya maydoni.

## **ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА СОСТОЯНИЕ МИРОВЫХ ЛЕДНИКОВ**

Шамсиева М.Г., Бахриддинова Н.З., Тиллаева А.С., Умирзаков Г.У.

Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, Ташкент, Узбекистан, g.umirzakov@nuu.uz

**Аннотация.** Целью данной работы является освещение состояния ледников в последние годы в контексте изменения климата, а также изучение современного состояния глобального мониторинга ледников. Представлены и статистически проанализированы данные Всемирной службы мониторинга ледников - наблюдений за балансом массы ледников, включая основные результаты их численности и значений. Результаты позволяют нам понять динамические изменения, происходящие на ледниках, и их реакцию на происходящие изменения окружающей среды. Непрерывный мониторинг важен с точки зрения мониторинга динамики ледников в условиях изменения климата и оценки их воздействия на водные ресурсы и опасных гидрометеорологических явлений.

**Ключевые слова:** изменение климата, ледник, мониторинг ледников, баланс массы ледников, область аккумуляции

## **IMPACTS OF CLIMATE CHANGE ON THE CONDITION OF THE WORLD GLACIERS**

Shamsieva M.G., Bakhriddinova N.Z., Tillaeva A.S., Umirzakov G.U.

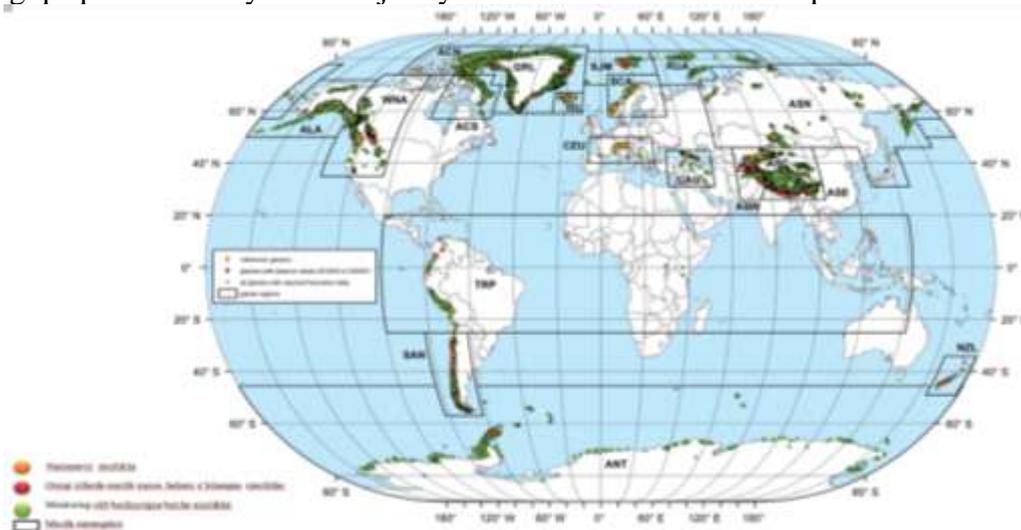
National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Tashkent, Uzbekistan, g.umirzakov@nuu.uz

**Abstract.** The purpose of this thesis is to highlight the state of glaciers in recent years in the context of climate change, as well as to study the current state of global glacier monitoring. Data from the World

Glacier Monitoring Service - observations of the mass balance of glaciers, including the main results of their numbers and values - are presented and statistically analyzed. The results allow us to understand the dynamic changes occurring in glaciers and their response to ongoing environmental changes. Continuous monitoring is important from the point of view of monitoring the dynamics of glaciers under climate change and assessing their impact on water resources and hazardous hydrometeorological phenomena.

**Key words:** climate change, glacier, glacier monitoring, glacier mass balance, accumulation area

Bugungi kunda, dunyo miqyosida, iqlim ilishi, jumladan yer yuzasidagi o'rtacha havo harorati oxirgi yuz yillikda +1.1 °C ga ko'tarilganligi qayd etilgan (IPCC, 20144). Havo haroratining global miqyosda ko'tarilishi natijasida suv toshqinlari, qurg'oqchilik, o'rmon yong'inlar, jazirama kunlar kabi turli xavfli gidrometeorologik hodisalarining soni ortib bormoqda. Iqlim ilishi o'z navbatida muzliklarning jadal erishiga ham o'z ta'sirini ko'rsatmoqda (1-rasm). Muzliklarning erishi so'nggi o'n yilliklarda dengiz sathining ko'tarilishiga ta'sir ko'rsatayotgan eng katta omillardan biri hisoblanadi (Hoelzle va boshqalar, 2019). Muzliklar hajmining qisqarishi insoniyat uchun jiddiy xavf-xatarlarni keltirib chiqaradi.



**1-rasm. Jahon muzliklari monitoringi xizmati (WGMS) tomonidan kuzatishar olib boriladigan muzliklarning geografik joylashuvi**

Iqlim o'zgarishi bo'yicha xalqaro ekspertlar guruhi (IPCC)ning 2021 yildagi hisoboti ma'lumotlariga ko'ra, iqlim ilishi jarayonida suv bilan bog'liq bo'lgan muammolar barcha mintaqalarda kuchayib boradi. Daryo havzalarida muzliklar erishidan hosil bo'ladigan oqim ichimlik suvi, ekinlarni sug'orish va gidroenergetika resurslarini ishlab chiqarishda muhim ahamiyatga ega hisoblanadi. O'zbekiston hududiga oqib keluvchi daryolarning 20-30% muzliklar erishidan hosil bo'ladi [Shults va Mashrapov, 1969].

Mazkur ishdan ko'zlangan maqsad dunyo muzliklar monitoringi haqida ma'lumot berish hamda muzliklarning oxirgi yillardagi holatini o'rganishdan iborat. Shu maqsadni amalga oshirishda quyidagi vazifalar belgilandi va ishda o'z yechimini topdi: - Jahon muzliklari monitoring markazi (WGMS, 2023) ma'lumotlari olindi va ular tahlil qilindi; - glyatsiologik va geodezik usullarda aniqlangan muzliklar massa balansi o'rganildi va ularning vaqt davomida o'zgarishlari statistik baholandi.

Muzliklar monitoringi - bu muzliklarning xususiyatlari, ularning maydoni va hajmining o'zgarishi va atrof-muhitga ta'sirini tushunish maqsadida olib boriladigan kuzatish jarayonidir. Muzliklar monitoringi odatda bevosita muzlikning o'zida olib boriladigan o'lchovlar, sun'iy yo'ldosh tasvirlariga asoslangan masofadan zondlash va kompyuter texnologiyalari orqali modellashtirish kabi turli usullarni qo'llagan holda amalga oshiriladi. Muzliklar monitoringi orqali muzliklarning hajmi, shakli va dinamikasining vaqt davomida o'zgarishi kuzatiladi. Monitoring natijalari iqlim o'zgarishining muzliklarga ta'sirini o'rganish va ularning kelajakdagi holatini

prognoz qilishga imkon yaratadi. Bu o'z navbatida suv resurslarini baholash va uni maqsadli boshqarish strategiyasini ishlab chiqishda muhim ro'l o'ynaydi.

Hozirgi kunga qadar kuzatishlar olib boriladigan barcha muzliklarning geografik joylashuvi 1-rasmda keltirilgan. Unda dunyo bo'yicha muzliklar 19 ta muzlik mintaqalarga ajratilgan bo'lib, hozirda bevosita kuzatishlar olib borilayotgan 169 ta muzliklar keltirilgan.

Glyatsiologik usulda massa balansi o'rganilgan 169 ta muzlikdan 60 tasi uzoq yillik kuzatuv ma'lumotlariga egaligi tufayli **namunaviy muzliklar** sifatida qabul qilingan. WGMS saytidagi muzliklar ma'lumotiga qarab 3 turga ajratilgan: Namunaviy muzliklar (to'q sariq), oxirgi yillarda muzlik massa balansi o'lgangan muzliklar (qizil), (geodezik usulda) monitoring olib borilayotgan barcha muzliklar (yashil). Ushbu 1-rasmda Markaziy Osiyo hududidagi muzliklar ham tasvirlangan.

Namunaviy muzliklarning dekadalar (1981-2020 yillar) hamda oxirgi 3 yil (2019-2022 yillar) uchun o'rtacha yillik massa balansi ma'lumotlari keltirilgan (1-jadval). Bunda o'rtacha yillik massa balansi qiymati, o'rtacha kvadratli chetlashish, kuzatilgan muzliklardagi minimal va maksimal qiymatlar, tanlangan namunaviy muzliklardan musbat natijani qayd etilganligi haqida ma'lumot keltirilgan.

**1-jadval**

**Na'munaviy muzliklarning dekadalik va oxirgi yillardagi massa balans ma'lumotlari  
(mm suv ekvivalentida)**

<b>Dekada</b>	<b>1981-1990</b>	<b>1991-2000</b>	<b>2001-2010</b>	<b>2011-2020</b>
O'rtacha yillik massa balansi	-294	-445	-828	-832
O'rtacha kvadratli chetlashish	721	767	835	843
Minimal massa balansi qiymati	-1999	-2601	-3061	-2968
Maksimal massa balansi qiymati	1847	1353	984	1122
Musbat massa balansi nisbati (jami kuzatilgan namunaviy muzliklarga nisbatan)	13/46	15/59	9/57	9/59
Muzlik akkumulyatsiyasi maydonining nisbati	49%	44%	33%	33%
<b>Yillar</b>		<b>2019/20</b>	<b>2020/21</b>	<b>2021/22</b>
O'rtacha yillik massa balansi		-600	-855	-1452
O'rtacha kvadratli chetlashish		731	623	1315
Minimal massa balansi qiymati		-2430	-3070	-4260
Maksimal massa balansi qiymati		1651	122	800
Musbat massa balansi nisbati (jami kuzatilgan namunaviy muzliklarga nisbatan)		8/61	2/60	6/56
Muzlik akkumulyatsiyasi maydonining nisbati		36%	30%	21%

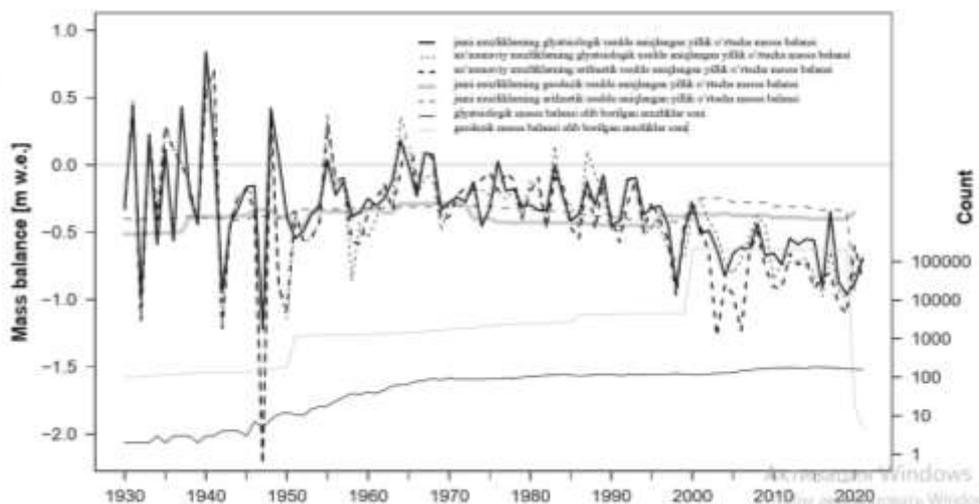
Namunaviy muzliklarning oxirgi yillardagi va dekadalardagi muzlik massa balansi monitoringi natijalari o'rganildi. O'rtacha yillik massa balans qiymatlari 1981-1990 yillardagi dekadada -294 mm suv ekvivalentida (mm.s.e) qayd etilgan bo'lsa, keyingi dekadalarda ushbu manfiy ko'rsatkichning qiymati -832 mm.s.e ga teng bo'lgan. Dastlabki dekadalarda tanlangan muzliklardagi massa balansining minimal qiymati -1999 mm.s.e.ni tashkil etgan bo'lsa, so'ngi dekadalarda bu qiymat 1,5 baravarga ortgan. Muzlik akkumulyatsiyasi maydonining muzlik umumiy maydoniga nisbati dastlabki dekadalarda 49 % ni, so'nggi dekadalarda 33 % ni qayd etgan.

Yuqoridagi jadval ma'lumotlarida ko'rishimiz mumkinki, o'rtacha yillik massa balansi 2019/20, 2020/21, 2021/22 yillarda mos ravishda -600, -855, -1452 mm s.e.ni tashkil etgan.

Minimal qiymat 2019/20 yilda -2430 mm s.e. ga teng bo'lgan bo'lsa, 2021/22 yillarga kelib manfiy massa balansining o'sishi kuzatilib, qiymat -4260 mm s.e. gacha yetgan. Kuzatilgan muzliklar ichida maksimal massa balans esa 1651 mm s.e. 2019/20 – yillarda kuzatilgan. 2019/20-yilda tanlangan namunaviy muzliklar 61 ta bo'lib, ulardan 8 tasi musbat natijani qayd etgan, oxirgi ikki yilga kelib esa 56 ta tanlangan namunaviy muzlikdan 6 tasi musbat natija bergan. So'nggi yillarda namunaviy muzliklar akkumlyatsiya maydonining nisbati 2019/20 yillarda o'rtacha 36% ni, 2021/22 yillarga kelib esa 21% gacha qisqarib ketganligini ko'rishimiz mumkin.

Ushbu kuzatuv davrining ikki yilini va 2019/20 yillardagi dastlabki natijalarni birgalikda hisobga olgan holda, o'rtacha yillik massa balansini -0,97 m s.e.ni tashkil etdi. Bundan tashqari, o'rtacha akkumlyatsiya maydonining muzlik umumiy maydoniga nisbati qiymatlarini tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, iqlimning ilishi bilan muzliklar to'yinish manbalarining qisqarib borishi kuzatilgan.

Ishda, shuningdek, muzlik massa balansini miqdorlari ham o'rganildi (2-rasm). Ushbu 2-rasmda turli metodlar ya'ni glyatsiologik hamda geodezik usullar orqali yillik muzlik massa balansini kuzatuvlari soni va ularning o'rtacha yillik qiymatlari keltirilgan. 1950 yilgacha geodezik usulda massa balans monitoring 100 ta atrofida, glyatsiologik usulda esa 10 ga yaqin muzlikda massa balansini kuzatuvlari olib borilgan. Masofadan zondlash usulining rivojlanishi bilan geodezik usulda muzliklar monitoring ham ortib borgan va 2000 yilga kelib 10 000 ga yaqin, 2020 yilda esa 100 000 dan ortiq muzliklarning massa balansini geodezik usulda o'rganilmoqda. Glyatsiologik usulda aniqlangan jami muzliklarning yillik o'rtacha yillik massa balansini dastlabki dekadalar (1930-1970 yillar)da -0.8-+0.8 mm s.e. qiymatlarda tebrangan. Muzlik massa balansining quymatlari keying dekadalarda faqat manfiy qiymatlarda qayd etilganligi va ayniqsa 2000 yillardan so'ng yanada manfiy qiymatlarda (-0.4- -1.0 mm s.e.) kuzatilgan. Na'munaviy muzliklarning glyatsiologik usulda aniqlangan yillik o'rtacha massa balansini dinamikasi ham jami muzlik kabi bo'lib, oxirgi dekadalarda keskinroq manfiy qiymatlar (-1.4 mm s.e.) qayd etilganini ta'kidlash mumkin.

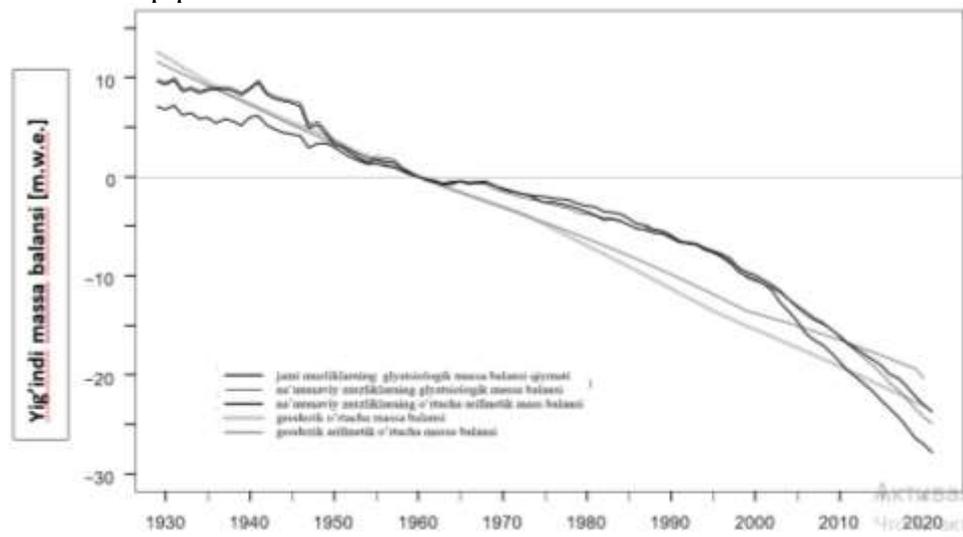


**2-rasm. Jahon muzliklarining yillik o'rtacha massa balansini dinamikasi (1930-2020 yillar)**

Mazkur ishda, dunyodagi jami muzliklarning yig'indi massa balansini o'zgarishlari ham o'rganildi (3-rasm). Muzlik yig'indi massa balansini 1960 yilga nisbatan o'zgarishligi glyatsiologik va geodezik usullarda qayd etilgan. Jami muzliklar 19 ta mintaqasi bo'yicha o'rganilganda 1960 yildan 2020 yilga qadar ularning yig'indi massa balansini glyatsiologik usul bo'yicha -27 metr, geodezik usul bo'yicha esa -26 metr ni tashkil etgan. Bu o'tgan 60 yil mobaynida dunyodagi jami muzliklarining o'rtacha 26-27 metr qalinlikda eriganligini bildiradi.

Xulosa qilib aytganda iqlim o'zgarishi muzliklarning erishiga bevosita ta'sir qilibgina qolmay, jamiyatga ham o'z ta'sirini ko'rsatadi. Havo haroratining ortib borayotganligi tufayli, muzliklar maydonining qisqarishini kamaytirishning iloji yo'q. Tahlil natijalari shuni ko'rsatadiki, so'nggi 3 yillikda muzlik massa balansining minimal qiymati -4260 mm.s.e.ni tashkil etgan.

So‘nggi yillarda iqlimning isib borishi natijasida muzlik akkumulyatsiya maydonining qisqarishi jadallashib bormoqda. Geodezik usulda kuzatuv olib borilayotgan muzliklar soni 2020 yilga kelib, 100 000 dan oshdi. O‘rganilayotgan 1960 yildan 2020 yilgacha bo‘lgan davrda jami muzliklarning yig‘indi massa balansida 27 metr yo‘qotilish yuzaga kelgan. Muzliklar suv resurslarining asosiy manbai ekanligini hisobga olib, iqlim o‘zgarishiga bog‘liq holda muzliklar monitoringini uzluksiz olib borish zarur. Bundan tashqari, kelajakda kuzatuv ishlari olib boriladigan muzliklar sonini ko‘paytirish hamda ulardagi massa balansini o‘zgarishlarini suv resurslarini baholash nuqtai-nazardan tadqiq etish lozim.



**3-rasm. Jahon muzliklarining yig‘indi massa balansini (1930-2020 yillar)**

### Adabiyotlar ro‘yxati

1. Hoelzle, M., Barandun, M., Bolch, T., Fiddes, J., Gafurov, A., Muccione, V., Saks, T., & Shahgedanova, M. (2019). The status and role of the alpine cryosphere in Central Asia. In *The Aral Sea Basin* (pp. 100–121). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429436475-8>
2. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (Eds.)].
3. Shults V.L., Mashrapov R. O‘rta Osiyo gidrografiyasi. -Toshkent: O‘qituvchi, 1969. -328 b.
4. WGMS 2023. *Global Glacier Change Bulletin No. 5 (2020–2021)*. Zemp, M., Gärtner-Roer, I., Nussbaumer, S.U., Welty, E.Z., Dussailant, I. and Bannwart, J., (eds.), ISC(WDS)/IUGG(IACS)/UNEP/UNESCO/ WMO, World Glacier Monitoring Service, Zurich, Switzerland, 134 pp., publication based on database version: doi:10.5904/wgms-fog-2023-09.

### TALABA VA O‘QUVCHILARNI “IQLIM O‘ZGARISHI MUAMMOLARI” MAVZUSIGA OID MA’LUMOTLAR BILAN TANISHTIRISH

Yuldasheva G.<sup>1</sup>, Bozorova D.<sup>2</sup>, Begmatova D.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Yashnobod tumani 204-maktab, Toshkent, O‘zbekiston

<sup>2</sup> Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti, Toshkent, O‘zbekiston

**Annotatsiya:** Maqolada hozirgi vaqtda global muammoga aylangan o‘rtacha havo harorati va iqlim o‘zgarishi to‘g‘risidagi ma’lumotlar bilan talaba va o‘quvchilarini tanishtirish maqsadida Respublikaning shimoliy va janubiy hududlarida o‘rtacha havo haroratining o‘zgarishi hamda Nukus va Termiz shaharlarida iqlim o‘zgarishi masalalari tahlil etilgan. Qoraqalpog‘iston Respublikasi va Qashqadaryo viloyatida 2008 yil eng sovuq yilni tashkil etgan. Iyul oyida havo haroratining maksimal qiymati Respublikaning janubiy hududiga nisbatan shimoliy hududda yuqoriligi kuzatilgan. 1991-2020 yillarda Nukus va Termiz shaharlarida haroratning ilishi kuzatilgan.

**Kalit so‘zlar:** fan, atmosfera, meteorologiya, kattalik, hodisa, harorat, iqlim

## ОЗНАКОМЛЕНИЕ СТУДЕНТОВ И УЧЕНИКОВ С ИНФОРМАЦИЕЙ ПО ТЕМЕ «ПРОБЛЕМЫ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА»

Юлдашева Г.<sup>1</sup>, Бозорова Д.<sup>2</sup>, Бегматова Д.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 204-школа Яшнабадского района, Ташкент, Узбекистон

<sup>2</sup> Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, Ташкент, Узбекистан

**Аннотация:** В статье в целях ознакомления студентов и учеников с информацией о глобальных проблемах изменения температуры воздуха и климата, рассмотрены вопросы изменения температуры воздуха на северной и южной территориях Республики, а также изменение климата в городах Нукус и Термез. 2008 год стал самым холодным годом в Республике Каракалпакстан и в Кашкадарьинском вилояте. На северной части Республики максимальное значение температуры в июле оказалось выше, чем на южной территории. В период 1991-2020 г.г. наблюдалось повышение температуры в городах Нукус и Термез.

**Ключевое слова:** предмет, атмосфера, метеорология, величина, явления, температура, климат

## INTRODUCING TO STUDENTS AND PUPILS INFORMATION ABOUT THE THEME "ISSUES OF CLIMATE CHANGE "

Yuldasheva G.<sup>1</sup>, Bozorova D.<sup>2</sup>, Begmatova D.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> School 204 in Yashnobod district, Tashkent, Uzbekistan

<sup>2</sup> National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Tashkent, Uzbekistan

**Abstract:** The article aims to familiarize school students with information on average air temperature and climate change, which are currently global concerns. It analyzes the changes in average air temperature in the northern and southern regions of the Republic, as well as the issues of climate change in the cities of Nukus and Termiz. The year 2008 was the coldest year in the Republic, particularly in the Republic of Karakalpakstan and Qashqadaryo region. In July, the maximum temperature was observed to be higher in the northern border areas compared to the southern border areas.

**Keywords:** science, atmosphere, meteorology, magnitude, phenomenon, temperature, climate

Bugungi kunda Respublikamizdagi barcha ta'lim muassasalarining zamonaviy texnik vositalar, axborot-kommunikatsion texnologiyalar va o'quv jihozlari bilan ta'minlanishi o'quvchilarning bilim olish imkoniyatlarini yanada oshirdi. Bu esa o'z navbatida o'qituvchilar zimmasiga yana bir qo'shimcha ma'suliyat yuklaydi.

O'rganilayotgan mavzularga doir materiallarning elektron variantlarini internetga joylashtirish ham o'qitish sifat va samaradorligini oshirish omillaridan biridir.

Hozirgi kunda o'qituvchilar va ota-onalar uchun ishlab chiqilgan "Hhemis", "emaktab" sayti orqali talaba va o'quvchilarga mavzuga oid materiallarni berish imkoniyati kengaydi.

Shuning uchun, talaba va o'quvchilarining "Tabiiy fanlar" yo'nalishida fizika fanidagi "Atmosferadagi hodisalar" mavzusidagi havo haroratining antropogen omillar ta'siri natijasida o'zgarishi haqida tasavvur uyg'otish maqsadida hamda talaba va o'quvchilar o'zining yashab turgan hududlarida havo haroratining oldin (1961-1990 yy) va keyingi (1991-2020 yy.) yillarda o'zgarishi to'g'risida qo'shimcha ma'lumotlar berib borish muhim hisoblanadi.

O'quvchilarga maktab darsliklarida Yer sayyorasi va uning atmosferasi haqidagi mavzularni o'rganishda chuqurroq tushuncha hosil qilish uchun ayrim tushunchalarni berib o'tish muhim sanaladi.

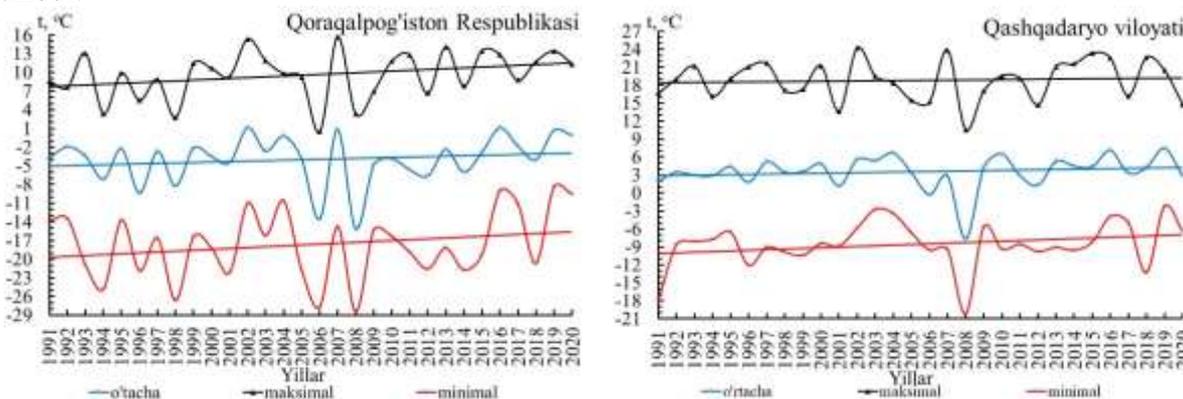
Meteorologiya – Yer atmosferasi, uning tuzilishi va xossalari, atmosferada ro'y beradigan turli hodisalarni o'rganadigan fandır. Meteorologiya fani havo tarkibi, zichligi, harorati va namligi, nurli energiya va uning aylanishlari, bulutlar, yog'inlar, atmosferada havo massalarining vujudga kelishi va harakati, dovullar, qora sovuq (sovuq urish) lar, qurg'oqchilik, atmosfera holatini tavsiflaydigan boshqa juda ko'p kattaliklar va hodisalarni quruqlik hamda dunyo okeani sirti bilan o'zaro ta'sirda o'rganadi. Meteorologik kattaliklar tushunchasi atmosfera holatini miqdor jihatdan tavsiflash uchun kiritiladi. Havo harorati va namligi, atmosfera bosimi, shamol tezligi va yo'nalishi, bulut miqdori, yog'ingarchilik, ko'rinuvchanlik uzoqligi asosiy meteorologik kattaliklar hisoblanadi. Har bir kattalikning qiymati u yoki bu o'lchov birligida ifoda qilinadi.

Masalan, atmosfera bosimi asosan gPa (gektopaskal) birlikda ifodalansada, ko'pincha uning mm simob ustuni tarzida qo'llanilishini ham uchratamiz. Quyosh radiatsiyasi, Yer va atmosfera nurlanishi, quyosh shafag'i (yog'dusi) ning davomiyligi kabi nur energiyaning ba'zi tavsiflarini ham meteorologik kattaliklarga qo'shish mumkin. Meteorologik hodisalarga - tuman, yaxmalak, qor bo'ronlari, chang va qum bo'ronlari, momaqaldiroq, qayun, shudring, qirov va boshqalar kiradi. Ularni sifat jihatdan yoki meteorologik kattaliklar yordamida ifodalash mumkin. Masalan, «Quyuc tuman tushdi» yoki «10-15 m masofani ko'rish mumkin bo'lgan tuman tushdi» va h.k. Quyosh radiatsiyasi Yer sharining issiqlik balansini ta'minlovchi, organizmdagi suv aylanishi, biosferaning avtotrof zanjirini yaratuvchi va organik moddalarga aylantiruvchi asosiy manbai hisoblanadi. Bu o'z navbatida, organizmlarning hayot faoliyatini qanoatlantiruvchi muhit shakllanishi imkoniyatini beradi. Atmosferaning yer ustki qismining bir kecha kunduzlik va yillik havo harorati o'zgarishi 2 m balandlikdagi harorat ma'lumotlari bo'yicha aniqlanadi. Havo harorati turli xil termometrlar bilan o'lchanadi [1].

Bu sohada xorijda va O'zbekistonda bir qancha tadqiqotchilar o'z ishlarini olib borishgan [3, 5-9].

Yuqorida keltirilgan ma'lumotlar asosida meteorologik kattaliklardan biri havo haroratining respublikamiz hududlarida qanday o'zgarishini ko'rsatib o'tamiz. Ushbu yo'nalishda O'zgidrometning meteorologik stansiyalarida atmosferada meteorologik kattaliklar va hodisalarning kuzatilishi bo'yicha 1991-2020 yillarda olib borilgan kuzatuv ma'lumotlaridan amaliy foydalanib misol sifatida yilning sovuq (yanvar) (1-rasm) va iliq (iyul) (2-rasm) oylarida Respublikaning shimoliy (Qoraqalpog'iston Respublikasi), janubiy (Qashqadaryo) hududlarida havo haroratining maksimal, minimal va o'rtacha qiymatlarining yillararo bo'yicha o'zgarishi grafiklari keltirilgan.

1-rasmdan ko'rinib turibdiki, yanvar oyida havo haroratining minimal qiymati Qoraqalpog'iston Respublikasida 2006 yil (-27,7°C), 2008 yil (-28,5°C), Qashqadaryo viloyatida 2008 yil (-20,2°C), maksimal qiymati Qoraqalpog'iston Respublikasida 2002 yil (+15,4°C), 2007 yil (+15,7°C), Qashqadaryo viloyatida 2002 yil (+24,2°C) va 2007 (23,7°C) ni tashkil etgan. Trend chizig'iga e'tibor qaratadigan bo'lsak yanvar oyida havo haroratining oshganligi ko'rinib turibdi.

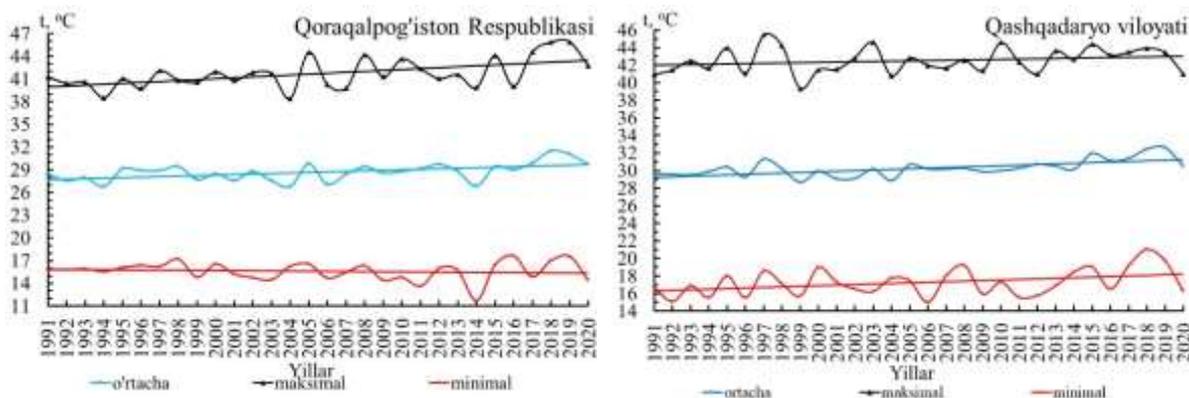


**1-rasm. Yanvar oyida havo haroratining maksimal, minimal va o'rtacha qiymatlarining yillararo o'zgarishi**

2-rasmga e'tibor qaratadigan bo'lsak, iyul oyida o'rtacha havo haroratining minimal qiymati Qoraqalpog'iston Respublikasida 11,7°C (2014 yil), maksimal qiymati 45,9°C (2019 yil) ni tashkil etgan. Trend chizig'idan ko'rinib turibdiki, 1991 yildan 2020 yilgacha havo haroratining maksimal va minimal qiymatlari oshganligi kuzatilgan. Qashqadaryo viloyatida minimal qiymati 15,0°C (2006 yil), maksimal qiymat 45,4°C (1997 yil) ni tashkil etgan hamda havo haroratining oshganligi ko'rinib turibdi. Respublikaning janubiy (Qashqadaryo) hududiga nisbatan shimoliy hududida havo haroratining maksimal qiymati yuqoriligi bilan ajralib turadi.

Biror joyning geografik joylashuv o'rni bilan bog'liq holda yuzaga kelgan ko'p yillik ob-havo rejimiga yoki ma'lum bir joyga xos bo'lgan ko'p yillik ob-havo rejimiga **iqlim** deyiladi. Biror

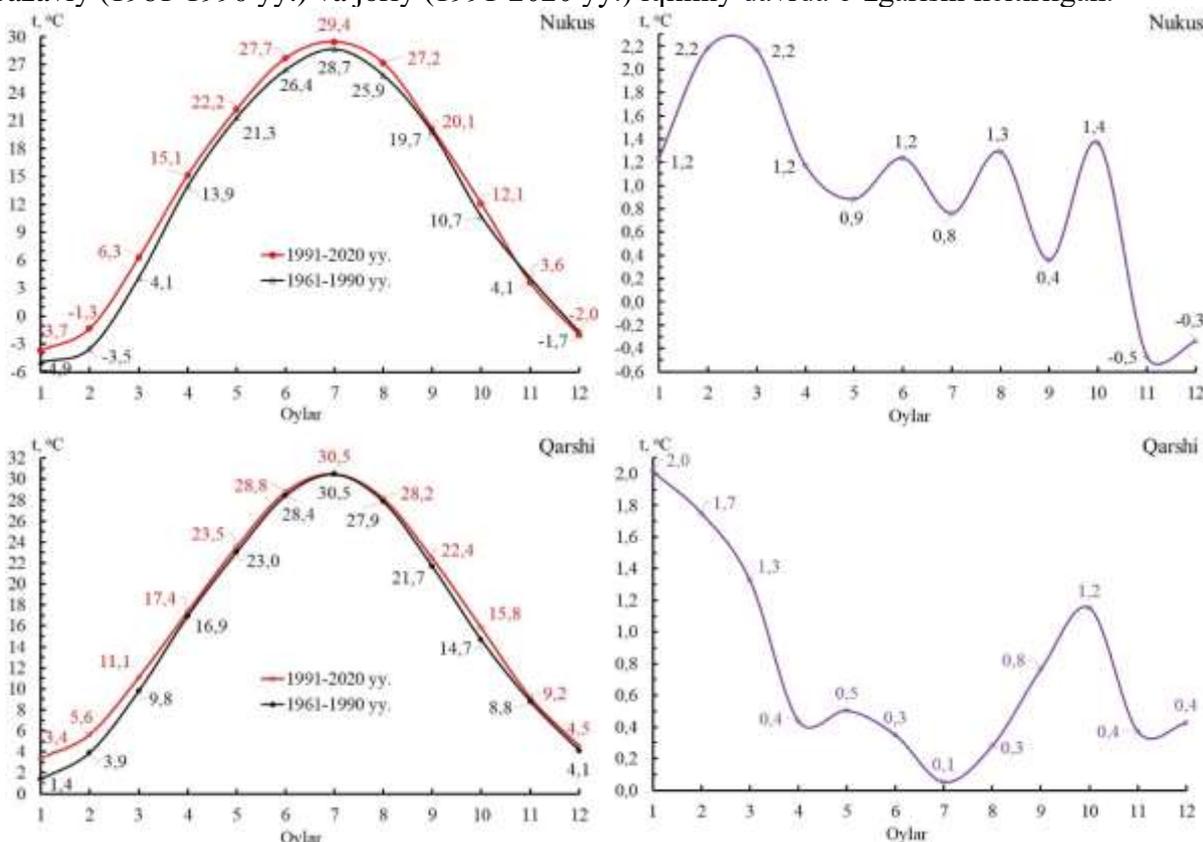
hududning har yilgi ob-havosi yuqorida aytganimizdek, bir xil tarzda takrorlanavermaydi. Ba'zi yillari yoz juda issiq bo'lib, qish esa sovuq bo'lishi, boshqa bir yillari esa yoz salqinroq, qish esa iliqroq kelishi va yog'ingarchilik ko'p bo'lishi mumkin. Iqlim – turli sohalarda hamda parvarish qilinayotgan qishloq xo'jalik ekinlari va chorvachilik mahsuldorligini birmuncha darajada aniqlaydi. Shuning uchun hududlarning iqlimiy imkoniyatlaridan to'g'ri foydalanish maqsadida dastavval iqlimni o'rganish zarur, uning turli sohalari va qishloq xo'jaligidagi ahamiyatini aniqlash va noqulay ob-havo sharoitlaridan zarar ko'rishini kamaytirish usullarini bilish kerak [2, 4].



**2-rasm. Iyul oyida havo haroratining maksimal, minimal va o'rtacha qiymatlarining yillararo o'zgarishi**

Iqlim o'zgarishini aniqlash uchun Butunjahon Meteorologiya tashkiloti (BJMT) 1961-1990 yillarni bazaviy iqlimiy davr deb hisoblashni tavsiya etgan [1].

Ushbu tavsiyaga asosan talaba va o'quvchilarni Respublikamizning shimoliy va janubiy hududidagi joylashgan shaharlarda iqlim o'zgarishi to'g'risida tanishtirish maqsadida 3-rasmda Nukus (shimoliy) va Termiz (janubiy) meteorologik stansiyalarida o'rtacha havo haroratining bazaviy (1961-1990 yy.) va joriy (1991-2020 yy.) iqlimiy davrda o'zgarishi keltirilgan.



**3-rasm. O'rtacha havo haroratining bazaviy (1961-1990 yy.) va joriy (1991-2020 yy.) iqlimiy davrda o'zgarishi**

## **joriy (1991-2020 yy.) iqlimiy davrda o'zgarishi**

3-rasmdan ko'rinib turibdiki, Nukusda 1961-1990 yillarga nisbatan 1991-2020 yillarda o'rtacha havo haroratining oshishi yanvar oyidan avgust oyigacha oshishi kuzatilib, ushbu oylarda harorat  $0,9^{\circ}$ - $2,2^{\circ}$ C gacha oshgan., lekin noyabr va dekabr oyida aksincha haroratning  $-0,3^{\circ}$ - $0,5^{\circ}$ C kamayishi, Qarshida yanvar-mart va oktabr oyida harorat  $1,2^{\circ}$ - $2,0^{\circ}$ C gacha oshishi kuzatilgan. Umuman, oxirgi 30 yil davomida hududlarda haroratning oshishi kuzatilgan, bu esa iqlim o'zgarishini bildiradi.

Umuman, meteorologiya sohasiga oid keltirilgan ma'lumotlar talaba va o'quvchilarda kelajakda o'z hududlarida havo haroratining 1961-2020 yillar davomida va oylar bo'yicha qanday o'zgarishi va uning sabablarini bilish hamda ushbu mavzuga oid boshqa ma'lumotlarni adabiyotlar, internet saytlari orqali o'rganish kabi tushunchalar shakllanishiga olib keladi.

### **Adabiyotlar ro'yxati**

1. Petrov Yu.V., Egamberdiev X.T., Xolmatjanov B.M. Atmosfera fizikasi. Darslik. Fan Ziyosi. – Toshkent, 2022. – 194 b.
2. Руководящие указания ВМО по расчету климатических норм. Издание 2017 г., Женева. – 21 с.
3. Холбаев Г.Х., Курганов Р.Н., Расулов А. Худудларнинг термик ресурсларини баҳолаш (Қорақалпоғистон республикаси мисолида). Физика фанининг ривожиди истеъдодли ёшларнинг ўрни / Илмий-амалий конференция мақолалар тўплами. 2-жилд. ИАК-VIII. 2015 йил 24-25 апрель. Тошкент – 2015. – Б.359-364.
4. Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на гидрометеорологические процессы, агроклиматические и водные ресурсы Республики Узбекистан. –Ташкент: НИГМИ, 2007. –132 с.
5. Abdullayev A.Q., Petrov Yu.V., Xolbayev G.X., Berdiyev Sh. O'zbekistonning janubiy viloyatlarida termik resurslarning o'zgarishi haqida // GMITI ilmiy to'plami. – 2013. – 17(262) nashr. – B. 119-123.
6. Xolbayev G.X., Abdullayev A.K., Yuldasheva G.B. Toshkent viloyati sug'oriladigan hududi iqlimiy sharoitlari. RIAK-IX. Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi. Toshkent. 2016. –B. 159-162.
7. Toshmatova Ch., Yuldasheva G.B., Yusupova Ch.M., Asatullayeva Z.F., Xolbayev G.X. Havo va tuproq haroratining o'zgarishi haqida (Qarshi stansiyasi misolida). RIAK materiallari. Er haqida fanlar: istiqbol va muammolar. Toshkent. 7-8 апрель 2017. – 132-135 б.
8. Turobov B.M., Qutpiddiniv I.D., Yuldasheva G.B., Xolbayev G.X. Vahor oylarida turli muddatlarda havo haroratining o'zgarishi. ФИЗИКА ФАНИНИНГ РИВОЖИДА ИСТЕЪДОДЛИ ЁШЛАРНИНГ ЎРНИ. RIAK-XIV-2021 Республика илмий анжумани материаллари. 1-том. 26-27 март 2021 йил. Тошкент– 2021. –Б.65-68.
9. Mohammad Reza Kousari & Mohammad Amin Asadi Zarch. Minimum, maximum, and mean annual temperatures, relative humidity, and precipitation trends in arid and semi-arid regions of Iran. Arabian Journal of Geosciences. 2011. Volume 4, -PP. 907–914.

## МУНДАРИЖА / СОДЕРЖАНИЕ / CONTENT

<i>Мирзо Улугбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети ректорининг қирини сўзи</i> .....	7
<i>Вступительное слово ректора Национального университета Узбекистана имени Мирзо Улугбека</i> .....	8
<i>Greetings of Rector of National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek</i> .....	9

### **1-ШЎЪБА. ГЛОБАЛ ИҚЛИМ ЎЗГАРИШИ, УНИНГ ДУНЁ МИНТАҚАЛАРИ ВА ЎЗБЕКИСТОНДА ИНСОН ФАОЛИЯТИ СОҲАЛАРИГА САЛБИЙ ТАЪСИРИ ОҚИБАТЛАРИНИ БАҲОЛАШ ВА МОСЛАШИШ МАСАЛАЛАРИ**

#### **1-СЕКЦИЯ. ГЛОБАЛЬНОЕ ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА, ОЦЕНКА ЕГО НЕГАТИВНОГО ВЛИЯНИЯ НА СФЕРЫ ЧЕЛОВЕЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНАХ МИРА И УЗБЕКИСТАНЕ И ВОПРОСЫ АДАПТАЦИИ**

#### **SECTION 1. ASSESSMENT OF GLOBAL CLIMATE CHANGE, ITS NEGATIVE IMPACT ON THE SPHERES OF HUMAN ACTIVITY IN THE REGIONS OF THE WORLD AND UZBEKISTAN, AND ADAPTATION ISSUES**

1 <i>Асыллова Д.Д., Мирсаева Н.А.</i> Основные особенности дат начала и окончания отопительного сезона на территории Удмуртской Республики .....	10
2 <i>Arziqulov M.M.</i> Iqlim o'zgarishi davrida absolyut havо haroratlari tahlili .....	13
3 <i>Ахмуратова Б.Х., Бегматов С.У., Ярашев Д.У., Холматжанов Б.М.</i> Жиззах вилоятида қурғоқчилик шароитларини SPI индекси асосида баҳолаш	17
4 <i>Бадахова Г.Х., Волкова В.И., Каплан Г.Л.</i> Основные климатические характеристики холодного периода года в Центральном Предкавказье .....	22
5 <i>Варгас Сандоваль Акбар Роземберг</i> Климатические условия на территории Колумбии в конце XX – начале XXI века .....	25
6 <i>Ёқубов У.М., Сафаров Ф.Б., Холматжанов Б.М.</i> Қарши шаҳрининг биоиклимий шароитлари .....	27
7 <i>Имамджанов Х.А., Кадыров Б.Ш., Филиппов С.Г.</i> Радиолокационные методы обнаружения метеоявлений по поляризационным характеристикам сигнала .....	32
8 <i>Кадыров Б. Ш., Имамджанов Х. А., Филиппов С.Г.</i> Уравнение движения индивидуальных частиц .....	35
9 <i>Кадыров Б.Ш., Бобохонова М.Н.</i> Иқлим ўзгариши шароитида оролбўйи ҳавзаси минтақаларида метеорологик қурғоқчиликни баҳолаш.....	39
10 <i>Лебидинская А.А.</i> Продолжительность залегания снежного покрова на территории Республики Татарстан .....	44
11 <i>Лобанов В.А., Акбаров Х.Б.</i> Влияние изменения климата на потенциал ветровой и гелио энергии Республики Узбекистан .....	48

12	<i>Махмудов И.М., Сафаров Ф.Б., Бегматов С.У., Ярашев Д.У., Холматжанов Б.М.</i>	Пространственно-временное распределение засухи на юге Узбекистана .....	53
13	<i>Переведенцев Ю.П., Мирсаева Н.А., Гурьянов В.В., Николаев А.А., Тагиров М.Ш.</i>	Глобальное потепление климата и его проявление в регионах России .....	57
14	<i>Сафарова З.И., Сабурова Г.Н., Аиуиров М., Норматов И.Ш.</i>	Мониторинг возникновения засух в южных территориях бассейна реки Каферниган .....	62
15	<i>Сафонова С.Н.</i>	Предпосылки формирования урожайности в Ульяновской области .....	64
16	<i>Сувонқулов С.С., Гулмурзаева Б.А., Тургунов Д.М.</i>	Нивал ҳудуд иқлимини ҳаво ҳарорати градиенти асосида статистик баҳолаш (Баркирок музлиги мисолида) .....	69
17	<i>Холбаев Г.Х., Эгамбердиев Х.Т.</i>	Иқлим ўзгариши шароитида Ўзбекистон айрим вилоятларнинг иссиқлик таъминотини баҳолаш .....	72
18	<i>Xursandova N.R., Quranboyeva Z.E., Omonov N.O., Axmedova T.A.</i>	Meteorologik qurg'ochilik indeksi xarakteristikalarini CRU bazasi ma'lumotlari yordamida o'zgarishini baholash (Qashqadaryo viloyati misolida) .....	77
19	<i>Швец П.А.</i>	Альбе́до горного ледника Западного Тянь-шань в условиях изменения климата .....	81
20	<i>Eshmirzayev D.R.</i>	Samarqand va Jizzax viloyatlarida turli muddatlarda havo va tuproq yuzasi haroratlarining o'zgarishini baholash .....	84
21	<i>Янгиров А.Д.</i>	Неустойчивость атмосферы на территории России .....	88
22	<i>Шайхуллин В.Р.</i>	Влияние макроциркуляционных мод на режим волн тепла в Европе.....	92
23	<i>Normatov I.Sh., Shoeva S.J.</i>	Correlation and comparative analysis of the distribution of moist air masses by climatic zones of the transboundary Panj River watershed .....	95
24	<i>Rafikov V.A.</i>	Global warming climate: what next? .....	98

**2-ШЎЪБА. ИҚЛИМ ЎЗГАРИШИ ШАРОИТИДА СУВ ОБЪЕКТЛАРИНИНГ  
ГИДРОЛОГИК РЕЖИМИ, ТРАНСЧЕГАРАВИЙ СУВ РЕСУРСЛАРИДАН  
ҲАМКОРЛИҚДА ФОЙДАЛАНИШ МУАММОЛАРИ**

**2-СЕКЦИЯ. ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ В  
УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА, ПРОБЛЕМЫ СОТРУДНИЧЕСТВА В  
ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТРАНСГРАНИЧНЫХ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ**

**SECTION 2. HYDROLOGICAL REGIME OF WATER OBJECTS UNDER  
CLIMATE CHANGE, PROBLEMS OF COOPERATIVE USE  
OF TRANSBOUNDARY WATER RESOURCES**

1	<i>Abbasov S.B., Mirzoyeva I.E.</i>	Buxoro vohasida suv muammolarini bartaraf qilishda suv omborlarining ahamiyati	103
---	-------------------------------------	--	-----

2	<i>Adenbayev B.E., Kalabaev S.B.</i> Yirik ko‘llarda suv sathini aniqlash uchun sun‘iy yo‘ldosh ma‘lumotlaridan foydalanish istiqbollari .....	109
3	<i>Artikova F.Ya., Jo‘raeva G.O.</i> Iqlim ilishi sharoitida Zarafshon daryosi gidrokimyoviy rejimining inson faoliyati ta’sirida shakllanishi .....	113
4	<i>Бозорова Н., Норматов И.Ш.</i> Оценка степени минерализации реки Сырдарья на территории Республики Таджикистан .....	117
5	<i>G‘aniyev Sh.R., Shirinboyev D.N., Nabiyev D.Z.</i> Kichik soylar oqimining iqlimiy omillarga bog‘liqligi .....	121
6	<i>Муратов Ш.О., Тураев У.М.</i> Дополнительный водный ресурс в целях адаптации к изменению климата .....	124
7	<i>Мягков С.В., Махмудов Б.Б.</i> Сток горных рек в условиях изменения климата .....	129
8	<i>Назирқулова М.Б.</i> Норин дарёси суви таркибидаги эриган газлар миқдори .....	133
9	<i>Нишонов Б.Э., Умирзаков Г.У., Исабеков С.Р., Нурматов М.Н., Саидмахмудова Л.А.</i> Создание сети наблюдений стабильных изотопов воды в Узбекистане .....	135
10	<i>Сабитов Т.Ю., Петров М.А., Сабитова Н.И.</i> Морфометрические данные ледников бассейна реки Сурхандарья .....	135
11	<i>Usmanova R., Nazarov M.G., Poyanov J.Sh.</i> Iqlim o‘zgarishini ekotizimlarga ta’siri va geoeologik muammolar (Qashqadaryo viloyati misolida) .....	142
12	<i>Холтожсиева О.Т.</i> Чирчик-Охангарон ҳавзаси дарёлари муаллақ оқизикларининг метеорологик омилларга боғлиқлигини статистик баҳолаш .....	147
13	<i>Хужсаназаров Т.М., Ёшия Т., Кобаяши Г., Танака К., Холматжанов Б.М., Нишонов Б.Э.</i> Решение задач пространственного моделирования бассейна Аральского моря .....	151
14	<i>Ҳикматов Б.Ф.</i> Дарёларнинг максимал сув сарфлари ва уларни ҳисоблашнинг эмпирик ифодалари таҳлили .....	155
15	<i>Ҳикматов Б.Ф., Рапиқов Б.Р.</i> Тўхтагул сув омборини энергетик режимда эксплуатация қилиш ва куйи бьефга ташланадиган максимал сув сарфларининг гидрометеорологик шароитга боғлиқлиги .....	159
16	<i>Ҳикматов Ф., Рахмонов К.Р., Хўжамова И.М.</i> Дарёлар муаллақ оқизиклари оқими миқдорларининг табиий ва антропоген омиллар таъсиридаги ўзгаришлари.....	164
17	<i>Юнусов Ф.Х., Довулов Н.Л.</i> Катта Фарғона канали оқимининг динамикаси ҳақида .....	170

**3-ШЎЪБА. ИҚЛИМ ЎЗГАРИШИНИНГ ТАБИЙ ГЕОГРАФИК ЖАРАЁНЛАРГА ТАЪСИРИ, ГЕОЭКОЛОГИК, ИҚТИСОДИЙ ВА ИЖТИМОЙ ГЕОГРАФИК МУАММОЛАР ҲАМДА УЛАРНИ КАРТАЛАШТИРИШ**

**3-СЕКЦИЯ. ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ,**

## ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ИХ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ

### SECTION 3. IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON NATURAL GEOGRAPHICAL PROCESSES, GEOECOLOGICAL, ECONOMIC AND SOCIAL GEOGRAPHICAL PROBLEMS AND THEIR MAPPING

1	<i>Абдуллаев С.Ф., Рахими Ф., Шокиров Ф. Ш., Холмуродов Ф., Азизшоев К.М.</i> Мониторинг элементного состава почв Памирского региона .....	175
2	<i>Азизова Р.Г., Белоруссова О.А., Ковалевская Ю.И., Акбарова Б.А.</i> Разработка современной базы данных для системы экологического мониторинга почв .....	179
3	<i>Алаутдинов М.</i> Загрязнение атмосферного воздуха оксидом углерода и его распространение по территории города Ташкент за избранный период.....	184
4	<i>Горбатенко В.П., Волкова М.А.</i> Влияние изменения климата на сферы человеческой деятельности на юге Западной Сибири .....	189
5	<i>Гуния Г.С., Сванидзе З.С.</i> К вопросам мониторинга факторов изменения климата и техногенной нагрузки окружающей среды .....	193
6	<i>Ismatova N.R., Zaripov Sh.B.</i> Toshkent shahri havosining ifloslanishi va unga transportning ta'siri.....	197
7	<i>Karimov I.E.</i> Global iqlim o'zgarishining O'zbekiston qishloq xo'jaligiga ta'sirining geografik jihatlari .....	201
8	<i>Мурадов Ш.О., Маманов Ж.Г.</i> Тектогенез, климаты прошлого и их влияние на эволюцию жизни .....	207
9	<i>Рахматов М.Н., Абдуллозода С.Ф., Нурматов Д.Х.</i> Элементный анализ аэрозольных частиц северного Таджикистана .....	210
10	<i>Реймов П.Р., Статов В.А., Султашова О.Г., Худайбергенов Я.Г., Канназаров З.</i> Некоторые вопросы геоинформационного обеспечения агроклиматического районирования Приаралья, с учетом геоэкологических особенностей .....	216
11	<i>Шишкин Г.И., Гурьянов В.В.</i> Пространственно-временное распределение мелкодисперсных частиц PM <sub>2.5</sub> в атмосфере Приволжского Федерального округа .....	220
12	<i>Komilova N.K.</i> Iqlim o'zgarishi sharoitida Toshkent shahrining ekologik holati va aholi salomatligi muammolari .....	224
13	<i>Қуватов Д.Р., Юнусов Ф.Х., Алимардонов Л.Ф.</i> Қашқадарё вилоятининг иқлим картасини ГАТ технологияларини қўллаш асосида яратиш .....	229
15	<i>Qobulova B.B., Tashpulatov Y.Sh.</i> Buxoro viloyati Xadicha ko'li algoflorasidagi indikator-saprob suvo'tlarining tarqalishi bo'yicha GAT xaritalari .....	233
16	<i>Xayitov Y.Q., Xurramova N.X., Juraxujayev D.D.</i> Iqlim o'zgarishiga bog'liq ba'zi geoekologik muammolar va ularning yechimlari (O'rta Zarafshon havzasi misolida) .....	237
17	<i>Musyck B., Jarihani B.</i> Assessing snow cover dynamics in Central Asia: implications for winter tourism development .....	240

**4-ШЎБА. ЎЗБЕКИСТОНДА ИҚЛИМ ЎЗГАРИШИ ВА УНИНГ ТАБИЙ  
РЕСУРСЛАРГА ТАЪСИРИ МУАММОЛАРИНИ ЎҚУВ АДАБИЁТЛАРИДА  
ЁРИТИШ, МУТАХАССИС КАДРЛАР ТАЙЁРЛАШ МАСАЛАЛАРИ**

**4-СЕКЦИЯ. ОСВЕЩЕНИЕ ПРОБЛЕМ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ЕГО  
ВЛИЯНИЯ НА ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ В УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЕ,  
ВОПРОСЫ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ**

**SECTION 4. COVERING THE PROBLEMS OF CLIMATE CHANGE IN  
UZBEKISTAN AND ITS IMPACT ON NATURAL RESOURCES IN EDUCATIONAL  
LITERATURE, ISSUES OF TRAINING SPECIALIST PERSONNEL**

- 1 *Арзикулов М.М.*  
Ўзбекистонда шамол энергиясидан фойдаланиш истиқболлари ..... 245
- 2 *Лобанов В.А.*  
Авторские учебные пособия по изучению климата и его изменений в РГГМУ ..... 249
- 3 *Хикматов Ф., Нишонов Б.Э., Эрлапасов Н.Б.*  
Проблемы изменения климата и их интеграция в систему высшего  
образования Республики Узбекистан ..... 254
- 4 *Холбаев Г.Х., Эгамбердиев Х.Т., Холматжанов Б.М.*  
“Метеорология ва иқлимшунослик” кафедраси қисқача тарихи ва  
ҳозирги кундаги илмий-педагогик фаолияти ..... 259
- 5 *Jarihani B., Umirzakov, G., Mierke S.*  
Fostering climate education and youth entrepreneurship in Central Asia: the path  
to climate resilience ..... 267

**5-ШЎБА. ИҚЛИМ ЎЗГАРИШИ МУАММОЛАРИ ТАЛАБАЛАР НИГОҲИДА**

**5-СЕКЦИЯ. ПРОБЛЕМЫ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА ГЛАЗАМИ СТУДЕНТОВ**

**SECTION 5. CLIMATE CHANGE PROBLEMS FROM THE EYES OF STUDENTS**

- 1 *Бозорова Д., Холбаев Г.Х.*  
Қарши станциясида атмосфера ёғинлари ва  
ҳаво нисбий намлигининг ўзгаришини баҳолаш ..... 272
- 2 *Karimov I.A., Abdikulov F.I.*  
Termiz shahrining iqlimiy va biometeorologik sharoitlari ..... 276
- 3 *Muminova S.M., Mahmudov Q.M.*  
Iqlim o‘zgarishi sharoitida havo haroratining o‘zgarishini baholash  
(Bo‘z meteorologik stansiyasi misolida) ..... 281
- 4 *Насиров Ш.Д., Камалова М.Ж.*  
Новые подходы к классификации источников экологического права в  
Узбекистана для специалистов экологов..... 287
- 5 *Тешаева Ш., Холбаев Г.Х.*  
Метеорологик катталикликларнинг ўзгаришини баҳолаш  
(Бухоро станцияси мисолида) ..... 291
- 6 *Shamsiyeva M.G., Baxriddinova N.Z., Tillayeva A.S., Umirzaqov G‘.O‘.*  
Iqlim o‘zgarishining jahon muzliklari holatiga ta’siri ..... 296
- 7 *Yuldasheva G., Bozorova D., Begmatova D.*  
Talaba va o‘quvchilarni “Iqlim o‘zgarishi muammolari” mavzusiga oid  
ma’lumotlar bilan tanishtirish ..... 300

Босишга рухсат этилди: 22.05.2024 йил.  
Бичими 60x84 1/16 , «Times New Roman»  
гарнитурда рақамли босма усулида босилди.  
Шартли босма табоғи: 25,2. Адади 30.

“Book Mediya Plus” МЧЖ босмаҳонасида чоп этилди.  
Тошкент ш., Чилонзор тумани, Чўпонота кўчаси, 6 уй.