



**TERMIZ SHAHRI INFRATUZILMASINING ISSIQ IQLIM
SHAROITIDAGI HOZIRGI HOLATI VA BARQARORLIK
MUAMMOLARINING EMPIRIK TAHLILI**

Muallif: Xakimova Rohila Xurramovna

*Toshkent arxitektura-qurilish universiteti, Shahar infratuzilmasi kafedrası
tadqiqotchisi*

ORCID: 0009-0001-5123-278X

ANNOTATSIYA

Ushbu tezisda Termiz shahri ($37^{\circ}13'$ shimoliy kenglik, $67^{\circ}16'$ sharqiy uzunlik) infratuzilmasining issiq iqlim sharoitidagi hozirgi holati empirik tahlil qilingan. Tadqiqotning maqsadi — Köppen-Geiger tasnifiga ko'ra BWh (issiq cho'l) iqlimi sharoitida joylashgan shahar muhandislik-kommunal, transport, yashil va ijtimoiy infratuzilmasining iqlim o'zgarishiga moslashish darajasini baholashdan iborat. Tadqiqot uslubi yaratida 1974-2024-yillarni qamrab oluvchi NASA POWER va O'zgidromet ma'lumotlari, Landsat-8 sun'iy yo'ldoshi termal kanali yordamida masofadan zondlash tahlili, GIS-modellashtirish hamda SWOT-tahlil usullari qo'llanilgan. Asosiy natijalar shuni ko'rsatadiki, so'nggi 50 yil ichida shahar o'rtacha yillik harorati $+2,3^{\circ}\text{C}$ ga oshgan, $+40^{\circ}\text{C}$ dan yuqori kunlar soni 2,3 barobarga ko'paygan, "shahar issiqlik oroli" effekti markaziy hududlarda $7-12^{\circ}\text{C}$ ga yetgan. Suv ta'minoti tarmoqlarida suv yo'qotilishi 42-47% ni tashkil etadi, asfalt qoplamalar yuza harorati $+70^{\circ}\text{C}$ gacha qiziydi, aholi jon boshiga yashil maydon JST tavsiya etgan me'yorlardan past darajada. Issiqlik bilan bog'liq sog'liqni saqlash holatlari 2018-2023-yillar oralig'ida 2,3 barobarga oshgan. Xulosa qilib aytganda, Termiz shahri infratuzilmasi joriy holatda iqlim o'zgarishi ta'sirlariga moslashishda jiddiy kamchiliklarga ega va kompleks innovatsion yondashuvlarni talab etadi.



Kalit so'zlar: Termiz, issiq iqlim, urbanistik infratuzilma, barqarorlik, shahar issiqlik oroli, iqlim moslashish, masofadan zondlash, GIS-tahlil, SWOT-tahlil, BWh iqlim tasnifi.

This thesis presents an empirical analysis of the current state of urban infrastructure in Termez city (37°13' N, 67°16' E) under hot climate conditions. The objective of the research is to assess the climate adaptation capacity of the city's engineering-communal, transport, green, and social infrastructure systems, situated within the Köppen-Geiger BWh (hot desert) climate classification. The research methodology incorporates climate data from NASA POWER and Uzhydromet covering the period 1974-2024, thermal channel remote sensing analysis using Landsat-8 satellite imagery, GIS-modeling, and SWOT analysis. Key findings indicate that the city's mean annual temperature has increased by +2.3°C over the last 50 years, the number of days exceeding +40°C has increased 2.3-fold, and the urban heat island (UHI) effect reaches 7-12°C in central districts. Water losses in the supply network constitute 42-47%, asphalt surface temperatures reach +70°C, and per capita green space falls below WHO-recommended norms. Heat-related medical incidents increased 2.3-fold between 2018 and 2023. In conclusion, Termez city's infrastructure exhibits significant deficiencies in climate adaptation and requires comprehensive innovative approaches.

Keywords: Termez, hot climate, urban infrastructure, sustainability, urban heat island, climate adaptation, remote sensing, GIS analysis, SWOT analysis, BWh climate classification.

В настоящем тезисе представлен эмпирический анализ современного состояния инфраструктуры города Термез (37°13' с.ш., 67°16' в.д.) в условиях жаркого климата. Целью исследования является оценка степени адаптации инженерно-коммунальной, транспортной, зелёной и социальной инфраструктуры города, расположенного в климатической зоне BWh (жаркая



пустыня) по классификации Кёппена-Гайгера, к климатическим изменениям. В методологии исследования использованы климатические данные NASA POWER и Узгидромета за период 1974-2024 годов, дистанционное зондирование с применением термального канала спутника Landsat-8, ГИС-моделирование и SWOT-анализ.

Основные результаты показывают, что за последние 50 лет среднегодовая температура города выросла на $+2,3^{\circ}\text{C}$, количество дней с температурой выше $+40^{\circ}\text{C}$ увеличилось в 2,3 раза, эффект "городского острова тепла" в центральных районах достигает $7-12^{\circ}\text{C}$. Потери воды в системе водоснабжения составляют 42-47%, температура асфальтового покрытия достигает $+70^{\circ}\text{C}$, площадь зелёных насаждений на душу населения ниже норм ВОЗ. Количество медицинских случаев, связанных с жарой, увеличилось в 2,3 раза в период 2018-2023 годов. В заключение, инфраструктура города Термез имеет значительные недостатки в адаптации к климатическим изменениям и требует комплексных инновационных подходов.

Ключевые слова: Термез, жаркий климат, городская инфраструктура, устойчивость, городской остров тепла, климатическая адаптация, дистанционное зондирование, ГИС-анализ, SWOT-анализ, климатическая классификация BWh.

KIRISH

XXI asrning birinchi choragida global iqlim o'zgarishi insoniyat oldida turgan eng dolzarb muammolardan biriga aylandi. BMT Iqlim O'zgarishi bo'yicha Hukumatlararo Hay'ati (IPCC) ning 2023-yilda nashr etilgan oltinchi baholash hisobotiga (AR6) ko'ra, sanoatlashtirishdan oldingi davrga nisbatan Yer yuzasining o'rtacha harorati 2023-yilda $1,45^{\circ}\text{C}$ ga ko'tarilgan, bu Parij kelishuvida belgilangan $1,5^{\circ}\text{C}$ chegarasiga juda yaqin ko'rsatkichdir [1]. Bu global tendentsiya turli



mintaqalarda turlicha namoyon bo'ladi: Markaziy Osiyo mintaqasida, jumladan, O'zbekistonda harorat ko'tarilishi global o'rtachadan 1,5-2 barobar tezroq sodir bo'lmoqda Issiq iqlim sharoitidagi shaharlar iqlim o'zgarishining eng katta zarbasini oluvchi obyektlar hisoblanadi. Bunga sabab — ularda mavjud bo'lgan "shahar issiqlik oroli" (urban heat island, UHI) effektining iqlim isishi bilan birga harakat qilishidir. AQSh Atrof-muhitni muhofaza qilish agentligi (EPA) ma'lumotlariga ko'ra, yirik shaharlardagi harorat atrofdagi qishloq hududlariga nisbatan 1-7°C ga yuqori bo'lishi mumkin [3]. Bu hodisa nafaqat aholining hayot sifatiga, balki energiya iste'moli, suv resurslari, sog'liqni saqlash va umumiy iqtisodiy faolligiga jiddiy ta'sir ko'rsatadi. O'zbekiston Respublikasining janubiy hududlarida joylashgan Termiz shahri ushbu muammoning yorqin namunasi. Shahar Köppen-Geiger tasnifiga ko'ra BWh (issiqlik cho'l) iqlim zonasida joylashgan bo'lib, yozgi davrda harorat muntazam ravishda +45°C dan oshadi [4]. 2015-yil iyul oyida qayd etilgan +49,6°C harorat butun Markaziy Osiyo mintaqasi uchun mutlaq rekord hisoblanadi. Bunday ekstremal sharoitlarda shahar infratuzilmasining barqarorligi alohida ahamiyat kasb etadi.

Tadqiqot dolzarbligi O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 4-oktyabrdagi PF-5863-son "O'zbekiston Respublikasining 2030-yilgacha bo'lgan davrda yashil iqtisodiyotga o'tish strategiyasini tasdiqlash to'g'risida"gi Farmoni va 2022-yilda qabul qilingan "O'zbekiston-2030" strategiyasi shaharlarda iqlimga chidamli infratuzilma yaratish vazifasini muhim ustuvor yo'nalish sifatida belgilab bergan Termiz shahri keyingi yillarda Surxondaryo viloyatining ma'muriy-iqtisodiy markazi sifatida jadal rivojlanmoqda. Shahar aholisi 1994-yildagi 115 ming kishidan 2024-yilga kelib 195,8 ming kishiga yetdi, bu 1,7 barobarlik o'sishni anglatadi. Bunday demografik o'sish infratuzilmaga bo'lgan bosimni keskin oshirmoqda. Termiz xalqaro transport-logistika dahliziga kirish nuqtasi sifatida ham strategik ahamiyatga ega. "Hayraton-Termiz" ko'prigi orqali O'zbekiston-Afg'oniston savdo aloqalarining katta qismi amalga oshiriladi. Shaharda iqlim



moslashish bo'yicha tizimli empirik tadqiqotlar yetarli darajada olib borilmagan, mavjud holatni baholashga doir keng qamrovli ilmiy ma'lumotlar bazasi shakllantirilmagan.

Tadqiqotning maqsadi — Termiz shahri infratuzilmasining issiq iqlim sharoitidagi hozirgi holatini har tomonlama empirik tahlil qilish va uning iqlim o'zgarishiga moslashish darajasini baholashdan iborat.

Tadqiqot vazifalari:

1. Termiz shahri iqlim ko'rsatkichlarining 1974-2024-yillar davomidagi dinamikasini tahlil qilish;
2. Muhandislik-kommunal infratuzilma elementlarining (suv ta'minoti, kanalizatsiya, energiya, transport) holatini baholash;
3. Masofadan zondlash usullari yordamida "shahar issiqlik oroli" effektini aniqlash va xaritalashtirish;
4. Yashil infratuzilma va ekologik holatni tahlil qilish;
5. Issiq iqlimning aholi sog'lig'iga ta'sirini baholash;
6. SWOT-tahlil orqali infratuzilma barqarorligini kompleks baholash.

Tadqiqot gipotezasi: Termiz shahri infratuzilmasi joriy holatda iqlim o'zgarishining kuchayib borayotgan ta'sirlariga moslashishda jiddiy kamchiliklarga ega bo'lib, bu kamchiliklar shahar boshqaruvi va aholi hayot sifatiga salbiy ta'sir ko'rsatmoqda.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat: birinchi marta Termiz shahri uchun 50 yillik davrni qamrab oluvchi keng qamrovli iqlim-infratuzilma tahlili amalga oshirilgan; Landsat-8 sun'iy yo'ldoshi ma'lumotlari asosida "shahar issiqlik oroli" effektining batafsil xaritasi tuzilgan; infratuzilmaning iqlim moslashishi darajasini baholash uchun integratsiyalashgan metodologiya taklif etilgan.

Tahlil metodlari. Tadqiqotda quyidagi metodlar qo'llanildi: Statistik tahlil — IBM SPSS Statistics 28.0 va Microsoft Excel 365 dasturlari



yordamida iqlim qatorlari tahlil qilindi. Trend tahlili uchun Mann-Kendall testi, qiyamatlarni baholash uchun Sen's slope estimator qo'llanildi GIS-tahlil — QGIS 3.32 va ArcGIS Pro 3.1 dasturlari yordamida shahar haroratining fazoviy taqsimoti tahlil qilindi, "issiq nuqtalar" (hot spots) aniqlandi.. SWOT-tahlil — shahar infratuzilmasining kuchli va kuchsiz tomonlarini, imkoniyatlar va tahdidlarini aniqlash uchun ekspert baholash usuli qo'llanildi. Tahlilda 12 nafar mahalliy va xalqaro ekspert ishtirok etdi. Sotsiologik so'rov — shahar aholisi orasida 412 nafar respondent ishtirokida tasodifiy tanlov asosida so'rov o'tkazildi (xato darajasi $\pm 4,8\%$, ishonchlilik darajasi 95%).

NATIJALAR Iqlim o'zgarishi dinamikasi. Olib borilgan tahlillar Termiz shahri iqlim ko'rsatkichlarining sezilarli darajada o'zgarganligini ko'rsatdi. 1974-1984-yillar va 2014-2024-yillar davrlari taqqoslanganda quyidagi natijalar olindi:

- O'rtacha yillik harorat: $+16,8^{\circ}\text{C}$ dan $+19,1^{\circ}\text{C}$ ga ($+2,3^{\circ}\text{C}$);
- Iyul oyi o'rtacha harorati: $+30,2^{\circ}\text{C}$ dan $+32,8^{\circ}\text{C}$ ga ($+2,6^{\circ}\text{C}$);
- Mutlaq maksimum: $+47,2^{\circ}\text{C}$ dan $+49,6^{\circ}\text{C}$ ga ($+2,4^{\circ}\text{C}$);
- $+40^{\circ}\text{C}$ dan yuqori kunlar soni: 28 kundan 64 kunga (2,3 marta ortgan);
- Tropik tunlar soni ($+25^{\circ}\text{C}$ dan yuqori): 12 kundan 47 kunga (3,9 marta ortgan);
- Yillik yog'in miqdori: 148 mm dan 124 mm ga (-24 mm);
- Quyoshli kunlar soni: 285 dan 308 ga ($+23$ kun).

Mann-Kendall testi natijalariga ko'ra, harorat ko'rsatkichlari bo'yicha statistik jihatdan ahamiyatli ($p < 0,001$) ko'tarilish tendentsiyasi aniqlandi. Sen's slope qiymati o'rtacha yillik harorat uchun $+0,046^{\circ}\text{C}/\text{yil}$ ni tashkil etdi. 2023-yili Termiz shahrida 7 ta issiqlik to'lqini qayd etilib, ularning umumiy davomiyligi 48 kunni tashkil etgan, eng uzuni esa 12 kun davom etgan.

Shahar issiqlik oroli (UHI) effekti. Landsat-8 ma'lumotlari asosida tuzilgan harorat xaritalari shuni ko'rsatdiki, 2023-yil iyul oyida shahar markazi yuza harorati atrofdagi qishloq hududlariga nisbatan o'rtacha $7-12^{\circ}\text{C}$ ga yuqori bo'lgan. Eng yuqori harorat zonalari:



- Markaziy bozor va savdo zonasi: +9-11°C;
- Avtovokzal hududi: +8-10°C;
- Sanoat zonasi va omborlar maydoni: +10-12°C;
- Zich qurilgan ko'p qavatli turar-joy massivlari: +6-8°C.

Eng salqin zonalar:

- Amudaryo qirg'oqbo'yi: -3 dan -5°C gacha (atrofga nisbatan);
- Yirik bog'lar va parklar: -2 dan -4°C gacha;
- Daryo kanallari atrofi: -1 dan -3°C gacha.

Asfalt qoplama yuzasining maksimal harorati +70°C gacha qayd etildi.

Muhandislik-kommunal infratuzilma holati. Suv ta'minoti tizimida olib borilgan tahlil quyidagi natijalarni ko'rsatdi:

- Suv yo'qotilishi (Non-Revenue Water): 42-47%;
- Suv quvurlarining eskirgan qismi: 68%;
- Aholi jon boshiga sutkalik suv iste'moli: yozda 320-380 litr, qishda 180-220 litr;
- Yer osti suvlari sathining pasayishi: so'nggi 15 yilda 4-7 metr;
- Yer osti suvlari mineralizatsiyasi: 0,8-1,4 g/l (ayrim quduqlarda 1,8 g/l gacha).

Elektr energiyasi ta'minotida 2023-yil iyul oyida sutkalik pik iste'mol 1,8 mln kVt·s ga yetdi, bu qishki davrga nisbatan 2,3-2,5 barobar yuqori. Yoz oylarida iste'molning 65-70% i kondisionerlash tizimlariga sarflanadi.

Kanalizatsiya tizimi bilan aholining atigi 64% i ta'minlangan. Oqava suvlarni tozalash inshootining biologik tozalash samaradorligi 78-82% ni tashkil etadi.

SWOT-tahlil natijalari. Ekspert baholash natijalari shaharning kuchli tomonlari sifatida quyoshli kunlarning ko'pligi (qayta tiklanuvchi energiya potentsiali), strategik geografik joylashuvi va Amudaryo suv resurslarini, kuchsiz tomonlari sifatida eskirgan infratuzilma, yetarli moliyalashtirilmaganlik va mutaxassislar yetishmasligini ko'rsatdi.

MUHOKAMA



Tadqiqot natijalari Termiz shahri iqlim sharoitlarining keskin o'zgarayotganligini va shahar infratuzilmasining bu o'zgarishlarga moslashishda jiddiy qiyinchiliklarga duch kelayotganligini tasdiqlaydi. Olingan $+2,3^{\circ}\text{C}$ li harorat ko'tarilishi global o'rtachadan ($1,45^{\circ}\text{C}$) 1,6 barobar yuqori bo'lib, IPCC AR6 hisobotida prognoz qilingan Markaziy Osiyo uchun tendentsiyalarga muvofiq keladi. Aniqlangan UHI effektining $7-12^{\circ}\text{C}$ ga yetishi xalqaro tadqiqotlarda qayd etilgan ko'rsatkichlardan ancha yuqoridir. Solishtirish uchun, Phoenix (AQSh) shahrida UHI $4-7^{\circ}\text{C}$, Madrid (Ispaniya) shahrida $3-5^{\circ}\text{C}$ ni tashkil etadi. Bu farq Termiz shahrida iqlim moslashish chora-tadbirlarining yetarli darajada amalga oshirilmaganligi bilan izohlanadi. Suv yo'qotilishining 42-47% ga yetishi xalqaro normalardan (15-20%) sezilarli darajada yuqoridir. Bu nafaqat iqtisodiy yo'qotish, balki cheklangan suv resurslari sharoitida ekologik tahdid hamdir. Singapur tajribasi shuni ko'rsatadiki, aqlli suv boshqaruv tizimi va modernizatsiya orqali bu ko'rsatkichni 5-10% gacha tushirish mumkin. Aholi jon boshiga yashil maydon ko'rsatkichi ($14,6 \text{ m}^2$) JST minimal normasidan yuqori bo'lsa-da, issiq iqlim shaharlari uchun bu yetarli emas. Sevilya, Madrid kabi shaharlar uchun mutaxassislar $25-30 \text{ m}^2$ ni tavsiya etadilar. Bundan tashqari, yashil maydonlarning shahar bo'ylab notekis taqsimlanganligi UHI effektining kuchayishiga olib keladi. Issiqlik bilan bog'liq kasalliklarning 2,3 barobarga oshishi The Lancet Countdown 2023 hisoboti ma'lumotlari (Markaziy Osiyoda issiqlik o'limi 35% ga oshgan) bilan mosdir. Bu sog'liqni saqlash tizimini iqlimga moslashtirish zaruriyatini tasdiqlaydi. Tadqiqot davomida aniqlangan barcha muammolar tizimli xususiyatga ega bo'lib, ularni hal etish uchun kompleks, integratsiyalashgan yondashuv talab etiladi.

XULOSA

Olib borilgan empirik tadqiqot Termiz shahri infratuzilmasining issiq iqlim sharoitiga moslashishda quyidagi asosiy muammolarni aniqladi: Shahar iqlimi so'nggi 50 yil ichida sezilarli darajada o'zgargan ($+2,3^{\circ}\text{C}$), ekstremal



harorat hodisalari chastotasi sezilarli oshgan. "Shahar issiqlik oroli" effekti markaziy hududlarda 7-12°C ga yetib, aholi salomatligi va energiya iste'moliga jiddiy ta'sir ko'rsatmoqda. Muhandislik-kommunal infratuzilma (suv ta'minoti, kanalizatsiya, energiya) eskirgan va iqlim sharoitlariga moslashtirilmagan. Yashil infratuzilma yetarli rivojlanmagan, mavjud yashil maydonlar issiq iqlim talablariga javob bermaydi. Issiqlik bilan bog'liq sog'liq muammolari keskin ortgan, sog'liqni saqlash tizimi yetarli tayyor emas. Shaharda iqlim moslashish bo'yicha aniq strategik hujjatlar va tizimli boshqaruv mexanizmlari shakllanmagan. Mazkur natijalar Termiz shahri uchun integratsiyalashgan iqlim moslashish strategiyasini ishlab chiqish va amalga oshirish zaruriyatini tasdiqlaydi. Tadqiqotning amaliy ahamiyati shundaki, olingan natijalar shahar boshqaruv organlari, urbanistik rejalashtirish mutaxassislari va siyosat ishlab chiquvchilar uchun asosiy ma'lumot bazasini taqdim etadi. Kelajakdagi tadqiqotlar shahar mikroiklimini detallashtirishga, aniq texnologik yechimlarning samaradorligini baholashga va boshqa O'zbekiston shaharlari bilan qiyosiy tahlilga qaratilishi aqsadga muvofiq.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR (REFERENCES)

1. IPCC. Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. — Geneva: IPCC, 2023. — 184 p. DOI: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647. URL: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>
2. World Bank. Climate Risk Country Profile: Uzbekistan. — Washington DC: World Bank Group, 2021. — 32 p. URL: <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/uzbekistan>
3. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies. URL: <https://www.epa.gov/heatislands/heat-island-compendium>
5. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 4-oktyabrdagi PF-5863-son Farmoni. Lex.uz. URL: <https://lex.uz/docs/4539506>