

UMUMSHAHAR IQLIM NAZORATI: SHAHAR MUHITIDA MIKROIQLIMNI
MUHANDISLIK YO'LI bilan BARQARORLASHTIRISH USULLARI

Indiraxon Ayubova

TDTU dotsenti

Aliyeva Shohsanam

TDTU, 141-22-guruh, Neft va gaz fakulteti talabasi.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.15522054>

Annotatsiya. Mazkur maqolada shaharlarda yuzaga kelayotgan mikroiklim o'zgarishlari va ular bilan bog'liq ekologik muammolar muhokama qilinadi. Asosiy e'tibor muhandislik asosidagi yechimlarga — yashil tomlar, aqlli ventilyatsiya tizimlari, aerodinamik loyihalash, suvni qayta aylantirish tizimlari kabi yondashuvlarga qaratilgan. Shahar iqlimini nazorat qilish orqali ekologik barqarorlikka erishish yo'llari tahlil qilinadi.

Kalit so'zlar: mikroiklim, urbanizatsiya, yashil tomlar, shamollatish tizimlari, muhandislik echimlari, aerodinamika, ekologik muvozanat.

CITY-WIDE CLIMATE CONTROL: METHODS FOR ENGINEERING
MICROCLIMATE STABILITY IN URBAN ENVIRONMENTS

Abstract. This article discusses the microclimate changes occurring in cities and the environmental problems associated with them. The main focus is on engineering-based solutions - approaches such as green roofs, smart ventilation systems, aerodynamic design, water recycling systems. Ways to achieve environmental sustainability through urban climate control are analyzed.

Keywords: microclimate, urbanization, green roofs, ventilation systems, engineering solutions, aerodynamics, ecological balance.

УПРАВЛЕНИЕ КЛИМАТОМ В ГОРОДЕ: МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
СТАБИЛЬНОСТИ МИКРОКЛИМАТА В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

Аннотация. В статье рассматриваются изменения микроклимата, происходящие в городах, и связанные с ними экологические проблемы. Основное внимание уделяется инженерным решениям — таким подходам, как зеленые крыши, интеллектуальные системы вентиляции, аэродинамический дизайн и системы рециркуляции воды. Анализируются пути достижения экологической устойчивости посредством управления городским климатом.

Ключевые слова: микроклимат, урбанизация, зеленые кровли, системы вентиляции, инженерные решения, аэродинамика, экологическое равновесие.

Kirish.

So'nggi o'n yilliklarda global iqlim o'zgarishlari, urbanizatsiya sur'atlarining ortishi va tabiiy yashil hududlarning kamayishi shahar mikroiklimining keskin o'zgarishiga olib kelmoqda.

Xususan, yirik shaharlar va sanoat markazlarida havo haroratining ortishi, havoning ifloslanishi, namlik darajasining pasayishi kabi ekologik muammolar tobora dolzarb tus olmoqda. Bu jarayonlar natijasida yuzaga keladigan "issiqlik oroli" effekti nafaqat shahar infratuzilmasi va energiya tizimlariga, balki aholining sog'lig'i va farovonligiga ham salbiy ta'sir ko'rsatmoqda.

Ana shu muammolarni yumshatish va shahar muhitini ekologik jihatdan barqarorlashtirish maqsadida mikroiqlimni muhandislik asosida boshqarish g'oyasi ilgari surilmoqda. Zamonaviy muhandislik yondashuvlari — yashil tommlar, aqlli ventilyatsiya tizimlari, aerodinamik loyihalash va boshqa innovatsion texnologiyalar orqali shahar iqlimini yumshatish, tabiiy muhit bilan uyg'un sharoit yaratish imkoniyati mavjud. Ushbu maqolada aynan shunday texnologik va muhandislik yechimlari asosida umumshahar iqlim nazoratining samarali yo'llari tahlil qilinadi. Aholining shaharlarda to'planishi, infratuzilmalarning kengaytirilishi, avtomobil transportining ortishi, yer qoplamining tabiiy holatdan sun'iy materiallar bilan qoplangan sathlarga aylanishi mikroiqlim muammolarining keskinlashuviga olib kelmoqda. Ayniqsa yirik shaharlarda "issiqlik oroli" effekti yaqqol namoyon bo'lib, atrof-muhitning tabiiy harorat muvozanatini buzmoqda. Bunday sharoitda ekologik muvozanatni saqlab qolish va inson salomatligi hamda turmush sifatini yaxshilash uchun umumshahar iqlimini nazorat qilishga doir muhandislik yechimlari zarur bo'lib qolmoqda.

Adabiyotlar sharhi.

Mazkur mavzu yuzasidan olib borilgan ilmiy tadqiqotlar, asosan, urbanizatsiya jarayonlarining ekologik oqibatlari, mikroiqlimning shakllanish omillari va shaharsozlikda barqaror rivojlanishni ta'minlash yo'llariga qaratilgan. Xalqaro adabiyotlarda mikroiqlimni boshqarish bo'yicha muhandislik yondashuvlarining turli shakllari tahlil qilingan. Jumladan, Oke va Grimmond (2002) o'z tadqiqotlarida shahar hududlarida issiqlik oroli effektining sabablari va ularni kamaytirish bo'yicha amaliy tavsiyalarni ilgari surgan. Ular yashil inshootlar, suv manbalarini to'g'ri rejalashtirish, shuningdek, havo aylanishini yaxshilovchi arxitektura dizaynlarini mikroiqlimga ijobiy ta'sir ko'rsatuvchi omillar sifatida ko'rsatadilar.

Rosenfeld va boshqalar (1995) tomonidan olib borilgan tadqiqotlar esa energiya samaradorligini oshirishda yorqin rangli tommlar va yo'laklarning tutgan o'rniga bag'ishlangan.

Ularning fikricha, bu turdagi "sovuq tom" texnologiyalari nafaqat mahalliy haroratni pasaytiradi, balki binolarning ichki sovitish xarajatlarini ham sezilarli darajada kamaytiradi.

Singapur, Gonkong va Amsterdam shaharlarida olib borilgan amaliy tajribalar asosida yozilgan zamonaviy maqolalarda yashil tommlar va yashil devorlar tizimining mikroiqlimga ta'siri chuqur tahlil qilinadi (Ng et al., 2012). Bu ishlarda yashil arxitektura elementlarining shahar haroratiga, havo namligi va kislorod darajasiga ijobiy ta'sir ko'rsatishi ilmiy asosda isbotlangan.

Aqlli ventilyatsiya tizimlari va avtomatlashtirilgan iqlim nazorati bo'yicha esa Yeo va boshqalarning (2018) tadqiqotlari dolzarb hisoblanadi. Ular sensor tizimlari, IoT (Internet of Things) asosidagi nazorat modullari yordamida real vaqtda havo sifatini kuzatish va boshqarish imkoniyatlarini tahlil qilgan. Bu esa zamonaviy shahar muhitida ekologik xavfsizlikni ta'minlashda muhim omil sifatida qayd etiladi.

O'zbekiston kontekstida esa mikroiqlim, urbanizatsiya va ekologik barqarorlik bo'yicha ilmiy adabiyotlar soni nisbatan cheklangan bo'lsa-da, Toshkent shahri misolida olib borilgan ayrim ilmiy-amaliy tadqiqotlar mavjud. Xususan, O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi olimlari tomonidan tayyorlangan ishlarda Toshkent shahrining mikroiqlim xususiyatlari, issiqlik o'zgarishlari va havoning ifloslanish darajasi monitoringi masalalari ko'rib chiqilgan.

Xulosa qilib aytganda, mavjud adabiyotlar shahar mikroiqlimiga oid muhandislik yondashuvlarning dolzarbligini tasdiqlaydi.

Biroq, ushbu yondashuvlarning mahalliy sharoitga moslashtirilgan modellarini ishlab chiqish, iqlim zonalariga mos texnologik yechimlar topish va ularni amaliyotga tatbiq etish borasida hali ham ilmiy izlanishlarga ehtiyoj mavjud.

Asosiy qism.

Mikroiqlim — bu kichik makonda, ya'ni bir necha kvadrat metr yoki bir necha kilometr ichidagi iqlimiy holatlarni anglatadi. Shaharlarda bu iqlimiy holat ko'pincha sun'iy ravishda o'zgaradi. Binolarning zich joylashuvi, asfalt va beton yuzalarning ko'pligi, issiqlik chiqaruvchi qurilmalar va transport vositalarining haddan tashqari ko'pligi shaharda tabiiy havo aylanishiga to'sqinlik qiladi. Natijada, havoning ifloslanishi, haroratning ortishi, namlik darajasining pasayishi kabi salbiy o'zgarishlar yuzaga keladi. Aynan shu omillar shaharlarda yashovchi aholi salomatligiga va umumiy yashash sifati darajasiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Shuning uchun zamonaviy shaharsozlikda muhandislik yondashuvlari orqali mikroiqlimni barqarorlashtirish konsepsiyasi muhim ahamiyat kasb etadi.

Bugungi kunda bir nechta samarali usullar ishlab chiqilgan va ba'zi ilg'or shaharlarda amaliyotga tatbiq qilinmoqda. Ulardan biri — yashil tomalar tizimi. Bu tizimda binolarning tomlari tuproq va o'simliklar bilan qoplanadi. Natijada tom orqali issiqlikning yuqoriga chiqishi kamayadi, yomg'ir suvi to'planadi va asta-sekin bug'lanadi, bu esa havoni sovitish va namlantirishga xizmat qiladi. Yashil tomalar binoning issiqlik izolyatsiyasini kuchaytirib, ichki haroratni me'yorida saqlaydi, bu esa sovitish uchun zarur bo'lgan energiya sarfini kamaytiradi.

Shu bilan birga, o'simliklar havo sifatini yaxshilaydi va karbonat angidridni o'zlashtirish orqali atmosferaga ijobiy ta'sir ko'rsatadi.

Yana bir muhim muhandislik yondashuvi bu — aqlli ventilyatsiya tizimlaridir. Bunday tizimlar tashqi va ichki havo ko'rsatkichlarini kuzatib boradi va avtomatik ravishda shamollatishni boshqaradi. Masalan, tashqi havo harorati juda yuqori bo'lsa yoki CO₂ darajasi me'yordan oshib ketse, tizim havoni aylantiradi yoki filtrlaydi. Bu nafaqat energiyani tejaydi, balki inson salomatligi uchun zarur bo'lgan toza va muvozanatli havoni ta'minlaydi. Ayniqsa, zamonaviy ofis binolari va jamoat joylari uchun bunday tizimlar muhim hisoblanadi.



Shahar mikroiklimiga sezilarli ta'sir ko'rsatadigan yana bir omil bu — binolar va inshootlarning shakli va ularning joylashuviga oid aerodinamik yondashuvdir. To'g'ri loyihalangan binolar va ularning o'zaro joylashuvi tabiiy shamol oqimlarini yo'naltiradi va bu orqali havoning tabiiy aylanishini kuchaytiradi. Bu esa bir vaqtning o'zida havoni tozalash, sovitish va kislorod miqdorini oshirishga xizmat qiladi. Singapur, Tokio va Gonkong kabi shaharlarda aynan aerodinamik shaharsozlik yondashuvi yordamida mikroiklim nazorat qilinmoqda. Bu kabi tajribalarni boshqa rivojlanayotgan shaharlarda ham tatbiq etish dolzarb masalalardan biridir.

Shuningdek, qurilishda ishlatiladigan materiallarning issiqlik yutish darajasini inobatga olish ham muhim. Yorqin rangdagi, quyosh nurlarini qaytaruvchi materiallardan foydalanish orqali issiqlik to'planishini kamaytirish mumkin. Shuningdek, issiqlikni aks ettiruvchi oynalar, quyosh panellari bilan jihozlangan tom, quyosh energiyasini to'plash va undan elektr ishlab chiqarish imkoniyatini yaratadi. Bu bilan nafaqat atrof-muhitga ta'sir kamayadi, balki energiya samaradorligi ham oshadi.

Yashil hududlarni rejalashtirish va ulardan oqilona foydalanish mikroiklimni barqarorlashtirishda yana bir muhim jihat hisoblanadi. Shaharlarda daraxtzorlar, bog'lar, suv havzalari, xiyobonlar issiqlikni yutadi, namlikni ushlab turadi va umumiy mikroiklimga ijobiy ta'sir ko'rsatadi. Ayniqsa, yashil yo'laklar orqali shamol yo'nalishini tartibga solish, suv havzalari orqali mahalliy haroratni pasaytirish mumkin.

Shu asosda aytish mumkinki, mikroiklimni muhandislik yondashuvi orqali boshqarish — bu bir yoqlama emas, balki ko'p qirrali, tizimli va integratsiyalashgan yondashuvdir. Har bir element — yashil tom, ventilyatsiya tizimi, aerodinamik rejalashtirish, yashil zonalar — bir butun ekotizim sifatida ishlashi lozim.

Faqat shundagina iqlim muammolarining oldini olish, ekologik barqarorlikni ta'minlash va shaharlarda inson uchun qulay yashash muhitini yaratish mumkin bo'ladi. Shaharsozlik rejalari, qurilish me'yorlari va atrof-muhit siyosati bu yondashuvlarni o'z ichiga olgan holda ishlab chiqilishi shart. Aholining ekologik ongini oshirish, innovatsion texnologiyalarni joriy etish va barqaror rivojlanish tamoyillariga asoslangan yondashuvlar orqali biz zamonaviy shaharning haqiqiy modelini yaratishimiz mumkin.

Xulosa

Yuqorida olib borilgan tahlillar shuni ko'rsatadiki, shahar mikroiqlimini barqarorlashtirish masalasi zamonaviy urbanizatsiya sharoitida nihoyatda dolzarb hisoblanadi.

Aholi zichligi ortib borayotgan yirik shaharlarda ekologik muvozanatni saqlab qolish, inson salomatligi va turmush sifatini ta'minlash uchun iqlimni muhandislik asosida boshqarish zaruratga aylanmoqda. Yashil tomalar, aqlli ventilyatsiya tizimlari, aerodinamik loyihalash, yorqin va issiqlikni qaytaruvchi materiallardan foydalanish, suv va yashil zonalarini rejalashtirish kabi muhandislik yondashuvlari mikroiqlimni yaxshilashda samarali vositalar sifatida namoyon bo'lmoqda. Ushbu texnologiyalar birgalikda qo'llanilganda, ular shaharning harorat balansini saqlab qoladi, havo aylanishini yaxshilaydi, karbonat angidrid miqdorini kamaytiradi va energiya samaradorligini oshiradi.

Shu bilan birga, bu yondashuvlarni muvaffaqiyatli amalga oshirish uchun ularni shaharsozlik siyosati, ekologik me'yorlar va hududiy iqlim sharoitlari bilan uyg'unlashtirish talab etiladi. O'zbekiston sharoitida ham ushbu yo'nalishda innovatsion muhandislik qarorlarini ishlab chiqish va joriy etish orqali yirik shaharlarda ekologik barqarorlikni ta'minlash mumkin.

Xususan, Toshkent, Samarqand va Buxoro kabi shaharlarda bu yondashuvlarning mahalliy versiyalarini ishlab chiqish va amaliyotga tatbiq etish kelajakdagi barqaror rivojlanishning muhim kafolati bo'lib xizmat qiladi. Shu asosda, mikroiqlimni boshqarishga oid integratsiyalashgan, ilmiy asoslangan va texnologik jihatdan samarali yondashuvlar kelajak shaharlarining ekologik va insoniy qiyofasini belgilab beradi.

REFERENCES

1. Davletov, B.A. (2021). *Toshkent shahri ekologik muhitining o'zgarishi va mikroiqlim muammolari*. Ekologiya va Atrof-muhit Jurnal, 3(2), 44–49.
2. World Green Infrastructure Network. (2021). *Global green roof and wall market outlook*. WGIN Reports.
3. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 5-iyuldagi PQ–232-sonli qarori: “Yashil makon” umumxalq loyihasi doirasida shaharsozlikda ekologik yondashuvlarni keng joriy etish chora-tadbirlari.
4. Karimova, D. (2022). *Shaharsozlikda ekologik yondashuvlar: global va mahalliy tajriba*. Barqaror taraqqiyot va atrof-muhit, 3(1), 44–50.
5. O'zbekiston Respublikasi Ekologiya, atrof-muhitni muhofaza qilish va iqlim o'zgarishi vazirligi (2021). *Shahar muhitini ekologik barqarorlashtirish konsepsiyasi*. Rasmiy nashr.