



YASHIL INFRATUZILMA EKOLOGIK SHAHAR DIZAYNINING STRATEGIK ASOSI SIFATIDA

Ilmiy rahbar

Isamuxamedova Dilorom Uchqunovna

TAQU shaharsozlik kafedrası professori

Mirzayev Miraziz Mirxokimovich

“M MIEMARIUN” MChJga qarashli

Toshkent viloyati Bo‘stonliq tumani rahbari

Tel.: +99899 066-11-93,

e-mail: @Miraziz1992

Annotatsiya. Ushbu maqolada yashil infratuzilma ekologik shahar dizaynining strategik asosi sifatida tahlil qilinadi. Tadqiqotning maqsadi zamonaviy shaharlarda yashil infratuzilmaning ekologik barqarorlik, iqlim moslashuvi va ijtimoiy farovonlikni ta'minlashdagi o'rnini ochib berishdan iborat. Maqolada tahliliy, qiyosiy va umumlashtiruvchi yondashuvlardan foydalanilgan. Tadqiqot davomida yashil infratuzilmaning mikroiklimni tartibga solish, yomg'ir suvlari oqimini kamaytirish, bioxilma-xillikni qo'llab-quvvatlash, rekreatsion muhitni yaxshilash va aholi salomatligiga ijobiy ta'sir ko'rsatish kabi strategik funksiyalari tizimlashtirildi. Shuningdek, ekologik shahar dizaynini baholash uchun ko'kalamzor qoplama ulushi, harorat farqi, suv oqimini kamaytirish koeffitsienti va integrallashgan strategik indeks kabi ko'rsatkichlar tavsiya etildi. Tadqiqot natijasida yashil infratuzilma shahar estetik



bezagi emas, balki urban rejalashtirishning ekologik va funksional asosi ekanligi asoslandi.

Kalit soʻzlar: yashil infratuzilma, ekologik shahar dizayni, barqaror urbanizatsiya, mikroiklim, ekotizim xizmatlari, shahar issiqlik oroli, urban rejalashtirish, koʻk-yashil infratuzilma.

ЗЕЛЁНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА КАК СТРАТЕГИЧЕСКАЯ ОСНОВА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ГОРОДСКОГО ДИЗАЙНА

Аннотация. В статье зелёная инфраструктура рассматривается как стратегическая основа экологического городского дизайна. Цель исследования заключается в раскрытии роли зелёной инфраструктуры в обеспечении экологической устойчивости, климатической адаптации и социального благополучия современных городов. В работе использованы аналитический, сравнительный и обобщающий подходы. В ходе исследования систематизированы стратегические функции зелёной инфраструктуры, включая регулирование микроклимата, снижение поверхностного стока дождевых вод, поддержку биоразнообразия, улучшение рекреационной среды и положительное влияние на здоровье населения. Кроме того, предложены такие показатели оценки экологического городского дизайна, как доля озеленённого покрытия, температурная разница, коэффициент снижения стока и интегральный стратегический индекс. В результате обосновано, что зелёная инфраструктура



является не декоративным элементом города, а экологической и функциональной основой городского планирования.

Ключевые слова: зелёная инфраструктура, экологический городской дизайн, устойчивое развитие города, микроклимат, экосистемные услуги, городской остров тепла, городское планирование, сине-зелёная инфраструктура.

GREEN INFRASTRUCTURE AS A STRATEGIC FOUNDATION OF ECOLOGICAL URBAN DESIGN

Abstract. This article examines green infrastructure as a strategic foundation of ecological urban design. The aim of the study is to reveal the role of green infrastructure in ensuring environmental sustainability, climate adaptation, and social well-being in contemporary cities. The study applies analytical, comparative, and synthetic approaches. The research systematizes the strategic functions of green infrastructure, including microclimate regulation, stormwater runoff reduction, biodiversity support, improvement of recreational environments, and positive effects on public health. In addition, several indicators for evaluating ecological urban design are proposed, such as green coverage ratio, temperature difference, runoff reduction coefficient, and an integrated strategic index. The study concludes that green infrastructure is not a decorative urban element, but an ecological and functional foundation of urban planning.

Keywords: green infrastructure, ecological urban design, sustainable urbanization, microclimate, ecosystem services, urban heat island, urban planning, blue-green infrastructure.



Kirish. Hozirgi urbanizatsiya jarayoni shahar makonining zichlashuvi, sun'iy qoplamalar maydonining kengayishi, tabiiy landshaftlarning qisqarishi hamda ekologik muvozanatning zaiflashuvi bilan tavsiflanadi. Natijada zamonaviy shaharlarda issiqlik oroli effekti, atmosfera havosi sifatining yomonlashuvi, yomg'ir suvlari oqimining ortishi, yashash muhiti qulayligining pasayishi va bioxilma-xillikning qisqarishi kabi murakkab muammolar yuzaga kelmoqda. Bunday sharoitda ekologik shahar dizayni masalasi faqat me'moriy-estetik yondashuv emas, balki urban makonni tabiat bilan uyg'unlashtirishga qaratilgan strategik yo'nalish sifatida ahamiyat kasb etadi.

Yashil infratuzilma ana shu jarayonda shahar hududini ekologik jihatdan barqaror tashkil etish, tabiiy komponentlar va urban funksiyalar o'rtasidagi mutanosiblikni ta'minlash, shuningdek, iqlim o'zgarishining salbiy oqibatlarini yumshatish imkonini beruvchi muhim rejalashtirish vositasi sifatida namoyon bo'ladi. U alohida ko'kalamzor hududlar yig'indisi emas, balki parklar, xiyobonlar, yashil yo'laklar, suv havzalari, daraxt qatorlari, yashil tomlar va boshqa tabiiy elementlarni o'zaro bog'langan tizim sifatida birlashtiruvchi yaxlit makoniy tuzilmani anglatadi.

Adabiyotlar sharhi. Yashil infratuzilma bo'yicha zamonaviy tadqiqotlarda bu tushuncha alohida ko'kalamzor obyektlar yig'indisi sifatida emas, balki ekotizim xizmatlarini ta'minlovchi, bioxilma-xillikni qo'llab-quvvatlovchi va shahar makonini ekologik jihatdan barqarorlashtiruvchi strategik tarmoq sifatida talqin qilinadi [1]. Shu bois ilmiy adabiyotlarda yashil infratuzilma urban rejalashtirishning muhim tarkibiy qismi, ekologik shahar dizaynining esa asosiy funksional tayanchi sifatida baholanadi [2].



Mavjud tadqiqotlar yashil infratuzilmaning bir necha asosiy yo'nalishdagi samaralarini ko'rsatadi. Birinchidan, u mikroiklimni tartibga solish va shahar issiqlik oroli ta'sirini kamaytirishda muhim vosita hisoblanadi [3, 4]. Ikkinchidan, yashil hududlar jamoat salomatligi, ruhiy farovonlik, jismoniy faollik va yashash muhiti sifatiga ijobiy ta'sir ko'rsatadi [5, 6]. Uchinchidan, yashil infratuzilma yomg'ir suvlari oqimini kamaytirish, urban drenaj tizimini yengillashtirish va suv bilan bog'liq xavflarni yumshatishda ham sezilarli funksional ahamiyatga ega [7].

So'nggi yillardagi adabiyotlarda yashil infratuzilmaning ayniqsa multifunksionallik xususiyatiga katta e'tibor qaratilmoqda. Tadqiqotchilar uning ekologik, iqlimiy, gidrologik va ijtimoiy funksiyalari o'zaro uyg'un holda rejalashtirilgandagina yuqori samara berishini ta'kidlaydilar [8, 9]. Shu bilan birga, moliyalashtirish, boshqaruv, hududiy tenglik va institutsional muvofiqlashtirish masalalari yashil infratuzilmani amaliyotga joriy etishdagi asosiy muammolar sifatida qayd etiladi [9, 10].

Asosiy qism. Yashil infratuzilmani ekologik shahar dizaynining strategik asosi sifatida ko'rish uchun uni uch darajada tahlil qilish maqsadga muvofiq: makoniy daraja, funksional daraja va boshqaruv darajasi.

Makoniy darajada yashil infratuzilma parklar, xiyobonlar, bulvarlar, ko'cha daraxtlari, yashil tomlar, yomg'ir bog'lari, suv bo'ylaridagi himoya polosalari, shahar o'rmonlari va ekologik koridorlarning o'zaro bog'langan tizimini anglatadi. Ushbu yondashuvda alohida yashil obyektning o'zi emas, balki uning tarmoqdagi o'rni muhimdir. Shuning uchun ekologik shahar dizaynida fragmentatsiyani kamaytirish,



ekologik bog'lanishni kuchaytirish va aholi uchun kundalik foydalanish radiusida yashil makon yaratish ustuvor vazifaga aylanadi [1, 10].

Funksional darajada yashil infratuzilma kamida to'rtta strategik vazifani bajaradi. Birinchisi, mikroiklimni tartibga solish. Daraxtlar soyasi, evapotranspiratsiya va yer yuzasining qizishini cheklash orqali shahar harorati pasayadi [4]. Ikkinchisi, yomg'ir suvlari boshqaruvi. Yashil tomlar, bio-retention elementlari va permeabel qoplamalar suvning infiltratsiyasini oshiradi va oqim cho'qqisini kamaytiradi [8]. Uchinchi vazifa, ekotizim xizmatlari va bioxilma-xillik. Yashil koridorlar turlarning ko'chishi va yashash muhiti uzluksizligini ta'minlaydi [10]. To'rtinchisi, ijtimoiy-sog'liq samarasi bo'lib, bu dam olish, jismoniy faollik, stressni kamaytirish va ijtimoiy aloqa uchun muhit yaratishda namoyon bo'ladi [6, 7].

Boshqaruv darajasida yashil infratuzilma rejalashtirish, ekspluatatsiya, monitoring va qayta moslashtirishning uzluksiz jarayonini talab qiladi. Zamonaviy adabiyotlarda adaptiv boshqaruv yondashuvi samarali model sifatida tavsiya qilinadi: monitoring natijalari, foydalanuvchi ehtiyojlari va iqlimiy o'zgarishlar asosida tizim doimiy ravishda yangilanib boradi [10]. Yashil infratuzilma "bir marta quriladigan obyekt" emas, balki dinamik boshqariladigan urban tizimdir.

Ekologik shahar dizaynini amaliy baholash uchun quyidagi ko'rsatkichlardan foydalanish taklif etiladi.

1. Ko'kalamzor qoplama ulushi (Green Coverage Ratio):

$$GCR = \frac{A_g}{A_t} \times 100$$



Bu yerda:

A_g — yashil qoplama maydoni;

A_t — umumiy shahar yoki tahlil hududi maydoni.

Mazkur ko'rsatkich hududning ekologik sig'imini birlamchi baholash imkonini beradi. Marando va hammualliflar topgan 16% daraxt qoplami mezoni GCR yoki daraxt qoplami bo'yicha amaliy benchmark sifatida ishlatilishi mumkin [4].

2. Haroratni yumshatish koeffitsienti (Temperature Mitigation Ratio):

$$TMR = \frac{T_b - T_g}{T_b} \times 100$$

Bu yerda:

T_b — bazaviy hududning yozgi o'rtacha harorati;

T_g — yashil infratuzilma intervensiyasidan keyingi yoki yashil hududdagi harorat.

Agar $T_b - T_g = 1^\circ C$ bo'lsa, bunday natija urban issiqlikni yumshatishda sezilarli samaradorlik sifatida baholanishi mumkin [4].

3. Oqimni kamaytirish koeffitsienti (Runoff Reduction Coefficient):

$$RRC = \frac{Q_0 - Q_{gi}}{Q_0} \times 100$$

Bu yerda:

Q_0 — yashil infratuzilmasiz sirtqi oqim hajmi;

Q_{gi} — yashil infratuzilma joriy etilgandan keyingi oqim hajmi.



Gidrologik hisoblashlarda oqim hajmini soddalashtirilgan holda quyidagi klassik munosabat bilan ifodalash mumkin:

$$Q = C \cdot i \cdot A$$

Bu yerda:

C — oqim koeffitsienti;

i — yog'in intensivligi;

A — maydon.

Yashil infratuzilma joriy etilganda C qiymati kamayadi, natijada umumiy oqim hajmi ham pasayadi. Yashil tomlar bo'yicha global sintez o'rtacha **62%** retention ko'rsatganligi sababli, RRC ko'rsatkichi shahar gidrologik xavfsizligini baholashda juda muhimdir [8].

4. Strategik integrallashgan indeks (Integrated Strategic Score for Green Infrastructure):

$$ISSGI = w_1 GCR_n + w_2 TMR_n + w_3 RRC_n + w_4 ACC_n$$

Bu yerda:

$GCR_n, TMR_n, RRC_n, ACC_n$ — 0 dan 1 gacha normallashtirilgan ko'rsatkichlar;

ACC_n — yashil makonning aholiga ochiqqligi va foydalanish qulayligi indeksi;

$$w_1 + w_2 + w_3 + w_4 = 1.$$

Ushbu indeks ekologik shahar dizaynini faqat ko'kalamzor maydoni bilan emas, balki iqlimiy, gidrologik va ijtimoiy funksiyalar yig'indisi asosida baholash imkonini beradi. Multifunksionallikni operatsionlashtirishga qaratilgan zamonaviy ishlanmalar aynan shunday integrallashgan yondashuv zarurligini ko'rsatadi [9].



Ushbu ko'rsatkichlar asosida yashil infratuzilma strategiyasining minimal amaliy modeli quyidagicha ifodalanishi mumkin:

- birinchidan, shahar miqyosida yashil elementlar inventarizatsiya qilinadi;
- ikkinchidan, ularning hududiy bog'liqligi xaritalanadi;
- uchinchidan, GCR, TMR va RRC hisoblanadi;
- to'rtinchidan, aholi zichligi va foydalanish qulayligi bilan birga ISSGI aniqlanadi;
- beshinchidan, natijaga ko'ra ustuvor intervensiya zonalari belgilanadi.

Yashil infratuzilma ekologik shahar dizaynida “qo'shimcha bezak” emas, balki ma'lumotga asoslangan rejalashtirishning yadro mexanizmiga aylanadi.

Muhokama. Tadqiqot natijalari yashil infratuzilmaga oid adabiyotlarda uchraydigan asosiy g'oyani tasdiqlaydi: yashil infratuzilma samaradorligi uning ko'pligi bilangina emas, balki bog'liqligi, ko'p funksiyaliligi va boshqaruv sifati bilan belgilanadi. Masalan, ayrim shaharlar ko'kalamzor maydon jihatidan yomon ko'rsatkichga ega bo'lmasligi mumkin, biroq yashil elementlar parchalangan bo'lsa, ular mikroiklimni tartibga solish, bioxilma-xillikni ushlab va aholi uchun kundalik foydalanish nuqtayi nazaridan past samara beradi [2, 9, 10].

Ikkinchi muhim masala — funksiyalar o'rtasidagi muvozanatdir. Korkou va hammualliflar ayrim indikatorlar o'rtasida trade-off mavjudligini ko'rsatadi; masalan, daraxt qoplami bilan bog'liq uglerod sekvestratsiyasi va stormwater retention kuchli bo'lsa-da, boshqa ayrim foydalanuvchi qulayliklari bilan ziddiyatlar yuzaga kelishi mumkin [9]. Shuning uchun ekologik shahar dizayni “ko'proq daraxt” yoki “ko'proq



park” tamoyili asosida emas, balki hudud funksiyasiga mos differensial model asosida qurilishi lozim.

Uchinchi jihat — ijtimoiy tenglik masalasi. WHO hisobotlari yashil hudud intervensiyalari ayniqsa past ijtimoiy-iqtisodiy qatlamlar uchun salomatlik va farovonlik nuqtayi nazaridan yuqori samara berishi mumkinligini ko'rsatadi [7]. Demak, ekologik shahar dizaynining strategikligi uning ekologik foydasidangina emas, balki resurslarning hududiy va ijtimoiy adolatli taqsimlanishidan ham iborat. Yashil infratuzilma markaziy yoki yuqori daromadli hududlargagina yo'naltirilsa, u urban tengsizlikni yumshatish o'rniga kuchaytirib yuborishi mumkin [7, 10].

To'rtinchi masala — iqlim o'zgarishi fonida ustuvorliklarni qayta ko'rib chiqishdir. IPCC va Yevropa miqyosidagi tadqiqotlar ko'rsatganidek, urban issiqlik, suv toshqini xavfi va tabiiy yashash muhitlarining qisqarishi shaharlarni yanada zaiflashtirmoqda [3, 4, 5]. Shu nuqtai nazardan yashil infratuzilmani umumiy bosh reja, transport siyosati, uy-joy qurilishi va suv xo'jaligi bilan birgalikda ko'rish talab etiladi.

Natijalar. Tadqiqot davomida quyidagi natijalarga erishildi.

Birinchidan, yashil infratuzilma ekologik shahar dizaynining alohida dekorativ elementi emas, balki ekologik, iqlimiy, gidrologik va ijtimoiy funksiyalarni birlashtiruvchi strategik urban tizim ekanligi asoslandi.

Ikkinchidan, yashil infratuzilmaning asosiy strategik funksiyalari sifatida mikroiklimni tartibga solish, sirtqi oqimni kamaytirish, bioxilma-xillikni qo'llab-quvvatlash, jamoat salomatligini yaxshilash va rekreatsion muhitni shakllantirish tizimlashtirildi.



Uchinchidan, ekologik shahar dizaynini baholash uchun to'rtta amaliy ko'rsatkich taklif etildi:

GCR — ko'kalamzor qoplama ulushi;

TMR — haroratni yumshatish koeffitsienti;

RRC — oqimni kamaytirish koeffitsienti;

ISSGI — strategik integrallashgan indeks.

To'rtinchidan, yashil infratuzilmaning real samaradorligi uning maydonidan ko'ra ko'proq darajada bog'liqlik, multifunksionallik, foydalanish qulayligi va adaptiv boshqaruv sifati bilan belgilanadi, degan xulosa ishlab chiqildi.

Beshinchidan, ekologik shahar dizaynida ustuvor hududlarni tanlash uchun yashil infratuzilmani aholi zichligi, issiqlik xavfi, drenaj muammolari va foydalanish ehtiyoji yuqori zonalar bilan birgalikda rejalashtirish zarurligi ko'rsatildi.

Xulosa. Yashil infratuzilma zamonaviy ekologik shahar dizaynining strategik asosini tashkil etadi. U shahar makonini faqat ko'kalamzorlashtirish vositasi sifatida emas, balki urban barqarorlikni ta'minlaydigan, iqlim xatarlarini yumshatadigan, suv boshqaruvini yaxshilaydigan va aholi farovonligini oshiradigan integral tizim sifatida qaralishi lozim. Tadqiqot shuni ko'rsatdiki, ekologik shahar dizayni muvaffaqiyati ko'proq yashil maydon yaratishda emas, balki ushbu maydonlarning o'zaro bog'lanishi, ko'p funksiyaliligi, qulay joylashuvi va uzluksiz boshqarilishida namoyon bo'ladi. Shu bois yashil infratuzilma shahar bosh rejasi, transport tizimi, uy-joy siyosati va suv xo'jaligi bilan uyg'un holda rejalashtirilishi kerak.



Adabiyotlar ro'yxati

1. European Commission. Green infrastructure. – Access mode: European Commission official website.
2. Hanna E., Comín F.A. Urban Green Infrastructure and Sustainable Development: A Review // Sustainability. – 2021. – Vol. 13. – Article 11498. – DOI: 10.3390/su132011498.
3. IPCC. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Chapter 6: Cities, Settlements and Key Infrastructure. – Cambridge: Cambridge University Press, 2022.
4. Marando F., Heris M., Zulian G., Udias A., Mentaschi L., Chrysoulakis N., Parastatidis D., Maes J. Urban heat island mitigation by green infrastructure in European Functional Urban Areas // Sustainable Cities and Society. – 2022. – Vol. 77. – Article 103564. – DOI: 10.1016/j.scs.2021.103564.
5. Iungman T., Cirach M., Marando F., et al. Cooling cities through urban green infrastructure: a health impact assessment of European cities // The Lancet. – 2023. – Vol. 401. – No. 10376. – P. 577–589.
6. WHO Regional Office for Europe. Urban green spaces and health: a review of evidence. – Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2016.
7. WHO Regional Office for Europe. Urban Green Space Interventions and Health: A review of impacts and effectiveness. – Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2017.



8. Zheng X., Zou Y., Lounsbury A.W., Wang C., Wang R. Green roofs for stormwater runoff retention: A global quantitative synthesis of the performance // *Resources, Conservation and Recycling*. – 2021. – Vol. 170. – Article 105577. – DOI: 10.1016/j.resconrec.2021.105577.

9. Korkou M., Tarigan A.K.M., Hanslin H.M. Integrated assessment of urban green infrastructure multifunctionality: Insights from Stavanger // *Landscape and Urban Planning*. – 2025. – Vol. 254. – Article 105257. – DOI: 10.1016/j.landurbplan.2024.105257.

10. Wang D., Xu P.-Y., An B.-W., Guo Q.-P. Urban green infrastructure: bridging biodiversity conservation and sustainable urban development through adaptive management approach // *Frontiers in Ecology and Evolution*. – 2024. – Vol. 12. – Article 1440477. – DOI: 10.3389/fevo.2024.1440477.