UDK: 728.1:691.001.5 (063)

YASHIL ARXITEKTURA TAMOYILLARINI O‘ZBEKISTONNING ZAMONAVIY TURAR JOY BINOLARIGA TATBIQ ETISH

Raxmanova M.B.
Samarkand Davlat Texnika Universiteti,
Arxitektura kafedrasi katta o‘qituvchi
Axmedov Ixtiyor Hasan o‘g‘li
Samarkand Davlat Texnika Universiteti,
Arxitektura kafedrasi stajyor-o‘qituvchi
https://doi.org/10.5281/zenodo.23504694

ANNOTATSIYA: Ushbu maqolada O‘zbekistonning keskin kontinental va quruq-issiq iqlim sharoitida zamonaviy turar joy binolarini loyihalash va qurishda "yashil arxitektura" (Green Architecture) va bioklimatik tamoyillarni tatbiq etish masalalari ilmiy-amaliy jihatdan tahlil qilingan. Tadqiqotda O‘zbekiston Respublikasining shaharsozlik normalari va qoidalari (SHNQ 2.08.01-24, QMQ 2.01.04-18) hamda xalqaro energiya samaradorligi standartlari integratsiyasi ko‘rib chiqilgan. Passiv va aktiv yashil texnologiyalarni (fasad issiqlik muhofazasi, bioklimatik orientatsiya, quyosh fotoelektr panellari va kollektorlari, rekuperativ havo almashinuvi) kompleks qo‘llash orqali ko‘p qavatli hamda kam qavatli uylarda energiya sarfini 40–50% gacha kamaytirish va issiqxona gazlari emissiyasini qisqartirish imkoniyatlari ilmiy asoslangan. Shuningdek, yashil qurilish yechimlarining texnik-iqtisodiy samaradorligi va investitsiyalarning o‘zini qoplash muddatlari hisoblab chiqilgan.

Kalit so‘zlar: yashil arxitektura, energiya samaradorligi, passiv loyihalash, bioklimat, to‘suvchi konstruksiyalar, qayta tiklanuvchi energiya, QMQ, SHNQ, uglerod neytralligi, turar joy binolari.

1. KIRISH (INTRODUCTION)

Global iqlim o‘zgarishi, energetika resurslarining cheklanganligi va atmosferaga chiqarilayotgan issiqxona gazlari miqdorining ortishi jahon hamjamiyati oldiga resurs tejovchi hamda ekologik xavfsiz texnologiyalarni joriy etish vazifasini ko‘ndalang qo‘ymoqda. Birlashgan Millatlar Tashkilotining Atrof-muhit bo‘yicha dasturi (UNEP) va Xalqaro Energetika Agentligi (IEA) ma'lumotlariga ko‘ra, qurilish va binolarni ekspluatatsiya qilish sektori dunyo bo‘yicha jami energiya iste'molining 36–40 foizini va uglerod dioksidi (CO_2) chiqindilarining qariyb 39 foizini tashkil etadi. Bu ko‘rsatkich urbanizatsiya sur'atlari yuqori bo‘lgan rivojlanayotgan mamlakatlarda yanada ortib bormoqda.

O‘zbekiston Respublikasida so‘nggi yillarda amalga oshirilayotgan keng ko‘lamli shaharsozlik islohotlari natijasida turar joy binolari qurilishi hajmi keskin oshdi. Biroq, mamlakatda ishlab chiqariladigan va iste'mol qilinadigan barcha yoqilg‘i-energetika resurslarining 50 foizdan ortig‘i binolarni isitish, sovutish, shamollatish va yoritish ehtiyojlariga sarflanadi. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2018-yil 14-noyabrdagi PF-5577-son Farmoni hamda 2019-yil 22-avgustdagi PQ-4422-son Qarorlarida iqtisodiyot

tarmoqlarida energiya samaradorligini oshirish va "yashil" iqtisodiyotga o‘tish bo‘yicha aniq vazifalar belgilab berilgan. Jumladan, 2020-yil 1-yanvardan boshlab barcha yangi qurilayotgan obyektlarda energiya tejamkor uskunalar va materiallardan foydalanish majburiy etib belgilandi.

O‘zbekiston iqlimi o‘zining keskin kontinental va quruq-issiq xarakteri bilan ajralib turadi: yoz oylarida havo harorati +42...+48°C gacha ko‘tarilib, kuchli quyosh insolyatsiyasi kuzatilsa, qishda harorat -15...-25°C gacha tushishi mumkin. An'anaviy qurilish loyihalarida to‘suvchi konstruksiyalarning issiqlik izolyatsiyasi darajasi pastligi sababli, yozda sovutish (konditsionerlash) va qishda isitish tizimlariga haddan tashqari yuqori yuklama tushadi. Bu holat nafaqat energetika tizimiga va atrof-muhitga salbiy ta'sir ko‘rsatadi, balki aholining ekspluatatsiya xarajatlarini oshiradi.

Shu munosabat bilan, milliy shaharsozlikda an'anaviy me'morchilik usullarini zamonaviy "yashil arxitektura" (Green Building) standartlari va bioklimatik loyihalash tamoyillari bilan integratsiyalash dolzarb ilmiy va amaliy masaladir. Ushbu tadqiqotning maqsadi — O‘zbekiston iqlim sharoitiga moslashtirilgan yashil arxitektura tamoyillarini shakllantirish, to‘suvchi konstruksiyalar va muhandislik tizimlarini optimallashtirish hamda ularning iqtisodiy-ekologik samaradorligini baholashdan iborat.

2. TADQIQOT USULLARI (METHODS)

Tadqiqotda respublikaning turli iqlim zonalarida (Toshkent, Samarqand, Nukus, Farg‘ona) joylashgan zamonaviy turar joy binolarining issiqlik muhofazasi va energiya iste'moli ko‘rsatkichlarini kompleks tahlil qilish usullari qo‘llanildi. Metodologik asos sifatida tizimli yondashuv, bioklimatik modellashtirish hamda issiqlik-fizikaviy hisob-kitoblar tanlandi.

2.1. Normativ-huquqiy va iqlimiy tahlil metodologiyasi

Tadqiqot jarayonida O‘zbekiston Respublikasining amaldagi shaharsozlik normativ hujjatlari: SHNQ 2.08.01-24 ("Turar joy obyektlarini loyihalash"), QMQ 2.01.04-18 ("Qurilishda issiqlik texnikasi"), hamda SHNQ 2.01.05-19 ("Tabiiy va sun'iy yoritish") talablari o‘rganildi. Binoning to‘suvchi konstruksiyalari (tashqi devorlar, tomyopmalar, deraza va eshik bloklari) bo‘yicha keltirilgan issiqlik o‘tkazuvchanlikka qarshilik ko‘rsatkichlari (R0, $m^2 \cdot °C/Vt$) hisoblab chiqildi.

2.2. Issiqlik balansi va bioklimatik modellashtirish

Turar joy binosining yillik issiqlik balansi va energiya ehtiyojini aniqlash uchun quyidagi differensial issiqlik balansi tenglamasidan foydalanildi:

Issiqlik balansi tenglamasi: $Q_{jami} = Q_{trans} + Q_{vent} - Q_{sol} + Q_{ichki}$ [kVt·soat/yil]

Bunda: Q_{trans} — devor, deraza va tomyopmalar orqali transmission issiqlik yo‘qotilishi; Q_{vent} — infiltratsiya va ventilatsiya havosi almashinuvi natijasidagi issiqlik sarfi; Q_{sol} — pasiv quyosh radiatsiyasi orqali binoga kiruvchi issiqlik energiyasi; Q_{ichki} — maishiy texnika vositalari va odamlardan ajralib chiquvchi ichki issiqlik ajralmalari.

2.3. Eksperimental va model obyektlarining tavsifi

Tadqiqot doirasida foydalanish maydoni 100 m² bo‘lgan standart xonadon hamda 12 qavatli (48 xonadonli) zamonaviy turar joy binosining ikkita modeli ishlab chiqildi:

• 1. Bazaviy model (An'anaviy bino): G‘isht va poydevorli temir-beton karkasli, qo‘shimcha issiqlik izolyatsiyasiz devorlar (R0 = 1.1 m²·°C/Vt), oddiy ikki qatlamli oyna romlari.

• 2. Innovatsion model (Yashil bino): 100 mm bazalt mineral paxtasi bilan izolyatsiyalangan devorlar (R0 = 3.2 m²·°C/Vt), Low-E energiyatejamkor shisha paketlar, janubiy bioklimatik orientatsiya, roof-top quyosh fotoelektr panellari (30 kVt) va rekuperativ ventilyatsiya tizimi.

YASHIL ARXITEKTURA VA QMQ NORMATIV TALABLARI

• Bino to‘suvchi konstruksiyalarining issiqlik o‘tkazuvchanlik qarshiligi QMQ 2.01.04-18 talabi bo‘yicha R0 ≥ 2.8–3.2 m²·°C/Vt darajasida ta'minlanishi shart.
• Energiyatejamkor Low-E shisha paketlari infraqizil issiqlik nurlarini 70% gacha qaytarib, yozda sovutish tizimiga tushadigan yuklamani 35% ga qisqartiradi.
• Qayta tiklanuvchi energiya (BIPV va quyosh kollektorlari) hisobidan bino umumiy foydalanish elektr va issiq suv ehtiyojining 60–80% qismi qoplanadi.

3. NATIJALAR VA ULARNING MUHOKAMASI (RESULTS AND DISCUSSION)

3.1. Passiv arxitektura va bioklimatik orientatsiya natijalari

O‘zbekiston iqlim sharoitida binoni shaharsozlik hududida to‘g‘ri joylashtirish (orientatsiya) eng arzon va samarali passiv yashil usuldir. Bino bo‘ylama o‘qini sharq-g‘arb yo‘nalishi bo‘ylab joylashtirish orqali asosiy deraza maydonlarini janub tomonga yo‘naltirish imkoni yaratiladi. Janubiy fasad yoz oylarida quyosh nurlarining vertikal burchak ostida tushishi sababli oson soyalanadi (balkonlar va visorlar yordamida), qishda esa quyoshning quyi burchagi hisobiga bino ichiga maksimal issiqlik kirishini ta'minlaydi.

Tahlillar shuni ko‘rsatdiki, to‘g‘ri bioklimatik orientatsiya qilingan binolarda qishki isitish ehtiyoji 18–22 foizga, yozgi konditsionerlash sarfi esa 25–30 foizga kamayadi. Fasadlarda vertikal ko‘kalamzorlashtirish (yashil devorlar) hamda pergolalardan foydalanish mikroklimat haroratini yoz chillasida 4–6°C ga pasaytirishi aniqlandi.

3.2. To‘suvchi konstruksiyalarni izolyatsiyalash samaradorligi

Binolardan issiqlik yo‘qotilishining asosiy qismi tashqi devorlar (35-40%), deraza romlari (25-30%), tomyopma (15-20%) va poydevor/pol (10-15%) ulushiga to‘g‘ri keladi. Bazalt mineral paxtasi va gazobeton bloklaridan foydalanib o‘tkazilgan issiqlik-fizikaviy hisob-kitoblar 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval. An'anaviy va Yashil turar joy binosi konstruktiv ko‘rsatkichlarining qiyosiy tahlili.

Konstruksiya elementi	An'anaviy bino (Bazaviy)	Yashil bino (Taklif etilayotgan)	Samaradorlik va tejamkorlik
Tashqi devor materiallari va R0	G‘isht devor 380 mm (R0 = 1.1 m²·°C/Vt)	Gazobeton + 100mm Bazalt (R0 = 3.2 m²·°C/Vt)	Issiqlik yo‘qotilishi 65% ga kamayadi
Deraza romlari va shisha turi	Oddiy yog‘och/plastik 2-qavat shisha (K=2.8)	Low-E energiyatejamkor 2-kamerali argon (K=1.2)	Issiqlik va nurlanish 57% ga tejaladi
Tomyopma issiqlik muhofazasi	Keramzit va sement 50mm (R0 = 0.9 m²·°C/Vt)	2-qatlamli mineral paxta 150mm (R0 = 4.1 m²·°C/Vt)	Yuqori qavat isishi 70% ga oldi olinadi
Ventilyatsiya va havo almashinuvi	Tabiiy infiltratsiya (Rekuperatsiya yo‘q)	Rekuperatorli mexanik tizim (KPD = 75%)	Ventilatsiya issiqligi 65% ga qaytariladi

3.3. Qayta tiklanuvchi energiya manbalarini integratsiya qilish

O‘zbekiston hududida yillik quyoshli kunlar soni 280–300 kunni, quyosh radiatsiyasi intensivligi esa 1 m² yuzaga yillik 1600–1800 kVt·soat energiyani tashkil etadi. Bu imkoniyat turar joy binolarida quyosh energiya tizimlaridan foydalanishning yuqori samarasini ta'minlaydi.

48 xonadonli model bino tom qismida 30 kVt quvvatga ega quyosh fotoelektr stansiyasi (PV) hamda 20 dona quyosh kollektorlari o‘rnatilishi loyihalashtirildi. Tizim ishlashi natijasida:

1. Elektr energiyasi: Bino podyezdlari, podyezdoldi yoritgichlari, liftlar hamda suv nasos stansiyalarining yillik elektr energiyasi ehtiyoji (qariyb 38,000 kVt·soat) 100% quyosh panellari hisobidan qoplanadi.

2. Issiq suv ta'minoti: Quyosh kollektorlari yoz oylarida maishiy issiq suv ehtiyojining 90 foizini, bahor-kuz oylarida 60 foizini va qishda 30 foizini ta'minlab, yillik tabiiy gaz sarfini 12,500 m³ ga qisqartiradi.

3.4. Texnik-iqtisodiy va ekologik samaradorlik tahlili

Yashil arxitektura tamoyillarini joriy etish binosining dastlabki qurilish-montaj xarajatlarini (CapEx) 8.5–11.0% ga oshiradi. Biroq, binodan foydalanish jarayonida (OpEx) energiya resurslarining tejalishi ushbu qo‘shimcha sarmoyani qisqa muddatda oqlaydi. 100 m² maydonli xonadon misolida yillik iqtisodiy ko‘rsatkichlar 2-jadvalda jamlangan.

2-jadval. 100 m² maydonli xonadon uchun yillik energiya sarfi va iqtisodiy ko‘rsatkichlar

Ko‘rsatkich nomi	An'anaviy bino	Yashil bino	Yillik tejamkorlik
Isitish uchun issiqlik sarfi	120 kVt·s/m²·yil	52 kVt·s/m²·yil	56.6% tejamkorlik
Sovutish (konditsioner) sarfi	45 kVt·s/m²·yil	21 kVt·s/m²·yil	53.3% tejamkorlik
Elektr energiyasi to‘lovi (yillik)	4,200,000 so‘m	1,850,000 so‘m	2,350,000 so‘m
Issiq suv va gaz to‘lovi (yillik)	2,800,000 so‘m	1,100,000 so‘m	1,700,000 so‘m
Atmosferaga CO2 chiqindisi	4.8 tonna/xonadon	2.1 tonna/xonadon	2.7 tonna CO2 kamayadi

Hisob-kitoblarga ko‘ra, 100 m² xonadon bo‘yicha yillik umumiy kommunal tejamkorlik 4,050,000 so‘mni tashkil etdi. Yashil texnologiyalarni joriy etish uchun sarflangan qo‘shimcha kapital xarajatlarning o‘zini qoplash muddati (Simple Payback Period) quyidagi formula bo‘yicha 5.8 yilni tashkil qildi:

O‘zini qoplash muddati: T_qoplash = ΔCapEx / ΔOpEx_yillik = 23,500,000 so‘m / 4,050,000 so‘m = 5.8 yil

3.5. Muhokama va O‘zbekistonda yashil qurilishni rivojlantirish istiqbollari

Olingan natijalar ko‘rsatadiki, O‘zbekiston sharoitida yashil arxitektura nafaqat ekologik va iqlimiy zarurat, balki iqtisodiy jihatdan ham yuqori rentabelli yo‘nalishdir. Biroq, amaliyotda ushbu tamoyillarni ommalashtirishda bir qator tizimli muammolar saqlanib qolmoqda:

1. Kadrlar va tajriba: Qurilish va loyihalash tashkilotlarida xalqaro yashil standartlar (LEED, BREEAM, EDGE) bo‘yicha malakali kadrlarning yetishmasligi;

2. Moliya va rag‘bat: Tadbirkorlar va quruvchilarning dastlabki kapital xarajatlarning oshishidan cho‘chishi va binoning kelgusi ekspluatatsion tejamkorligini inobatga olmasligi;

3. Materiallar bazasi: Sertifikatlangan ekologik toza va energiyatejamkor mahalliy qurilish materiallari (masalan, maxsus Low-E oynalar, sifatli bazalt plitalari) ishlab chiqarish hajmining yetarli emasligi.

4. XULOSA VA TAVSIYALAR (CONCLUSION)

O‘zbekistonning zamonaviy turar joy binolarida yashil arxitektura tamoyillarini tatbiq etish bo‘yicha o‘tkazilgan ilmiy-amaliy tadqiqot natijasida quyidagi asosiy xulosalarga kelindi:

1. Passiv arxitektura: 1. O‘zbekistonning keskin kontinental va quruq-issiq iqlim sharoitida turar joy binolarini janubiy bioklimatik orientatsiya qilish hamda passiv quyosh loyihalash usullarini qo‘llash orqali isitish va sovutish ehtiyojini 20–25% ga kamaytirish mumkin.

2. Termoizolyatsiya: 2. To‘suvchi konstruksiyalarni (devor, tomyopma, deraza) QMQ 2.01.04-18 talablari bo‘yicha kompleks izolyatsiyalash (100 mm bazalt va Low-E shisha paketlar) transmission issiqlik yo‘qotilishini 50% dan ortiqqa qisqartiradi.

3. Energetik va iqtisodiy samaradorlik: 3. Turar joy binolariga qayta tiklanuvchi energiya manbalarini (fotoelektr panellar va quyosh kollektorlari) va rekuperatsiya tizimlarini integratsiyalash yillik kommunal xarajatlarni 55–60% ga kamaytiradi hamda kiritilgan qo‘shimcha investitsiyalarning 5.8 yilda to‘liq qoplanishini ta'minlaydi.

4. Ekologik ta'sir: 4. Atrof-muhitni muhofaza qilish nuqtai nazaridan, har bir yashil xonadon yiliga 2.7 tonna CO2 chiqindilarining atmosferaga tarqalishining oldini oladi, bu esa respublikaning uglerod neytralligiga erishish strategiyasiga munosib hissadir.

AMALIY TAVSIYALAR: Amaliy tavsiyalar: Milliy shaharsozlik normativlarini (SHNQ/QMQ) xalqaro BREEAM va LEED standartlari bilan bosqichma-bosqich uyg‘unlashtirish; "yashil ipoteka" va imtiyozli kreditlash mexanizmlarini kengaytirish; hamda energiya auditini majburiy o‘tkazish tizimini takomillashtirish zarur.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR (REFERENCES)

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2018-yil 14-noyabrdagi PF-5577-son "Qurilish sohasida davlat boshqaruvi tizimini tubdan takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida"gi Farmoni.
2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 22-avgustdagi PQ-4422-son "Iqtisodiyot tarmoqlari va ijtimoiy sohaning energiya samaradorligini oshirish, energiya tejovchi texnologiyalarni joriy etish hamda qayta tiklanuvchi energiya manbalarini rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida"gi Qarori.
3. SHNQ 2.08.01-24. Turar joy obyektlarini loyihalash / O‘zbekiston Respublikasi Qurilish va uy-joy kommunal xo‘jaligi vazirligi. – Toshkent, 2024. – 68 b.
4. QMQ 2.01.04-18. Qurilishda issiqlik texnikasi / O‘zbekiston Respublikasi Davlat qurilish qo‘mitasi. – Toshkent, 2018. – 54 b.
5. SHNQ 2.01.05-19. Tabiiy va sun'iy yoritish / O‘zbekiston Respublikasi Qurilish vazirligi. – Toshkent, 2019. – 42 b.
6. Givoni B. Climate Considerations in Building and Urban Design. – New York: John Wiley & Sons, 1998. – 480 p.
7. Kibert C. J. Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery. 4th Edition. – Hoboken: John Wiley & Sons, 2016. – 608 p.
8. BMTTD (UNDP) O‘zbekiston. O‘zbekistonda energiya tejamkor va kam uglerodli turar-joy binolari qurilishini rivojlantirish bo‘yicha tahliliy hisobot. – Toshkent, 2023. – 84 b.
9. Abdusamatova L. X., Temirova S. A. Energiya samarador kam qavatli turar joy obyektlarini loyihalash // JizPI ilmiy axborotnomasi. – 2023. – № 4. – B. 45–50.
10. Asqarov B. A. Arxitektura va shaharsozlik asoslarida bioklimatik loyihalash: Darslik. – Toshkent: TAQU, 2021. – 210 b.