

**SHAHARSOZLIK VA IQLIM OMILLARINING BINO FASADLARI DIZAYNI
VA DEKORATIV ELEMENTLARIGA TA'SIRI**

Sugdiyona Abdujalilova

Zafar Matniyazov

Toshkent arxitektura - qurilish universiteti

Annotatsiya: *Ushbu fundamental tadqiqot ishi O‘zbekistonning o‘ziga xos keskin kontinental iqlim sharoitida shaharsozlik tamoyillari va iqlimiy omillarning bino fasadlari arxitekturasiga, xususan, ularning konstruktiv dizayni, energiya samaradorligi va dekorativ elementlariga ko‘rsatadigan ta’sirini chuqur va har tomonlama o‘rganishga bag‘ishlangan. Tadqiqot doirasida O‘zbekistonning boy me’moriy merosi – an’anaviy "panjara" va "ayvon" tizimlaridan tortib, Sovet modernizmi davridagi monumental inshootlar va zamonaviy "Islom sivilizatsiyasi markazi" kabi megayirik loyihalargacha bo‘lgan obyektlarning fasad yechimlari tahlil qilinadi. Asosiy e’tibor issiqlik fizikasi, seysmik barqarorlik, yong‘in xavfsizligi va shahar issiqlik oroli (Urban Heat Island) effektini yumshatish masalalariga qaratilgan. Ishda ventilyatsiya qilinadigan fasad tizimlari, shisha tolali beton (GRC/GFRC), travertin va alyuminiy kompozit panellarning (ACP) fizik-mexanik xususiyatlari qiyosiy tahlil qilinib, O‘zbekistonning 9 balli seysmik zonalarida ularni qo‘llash bo‘yicha ilmiy asoslangan tavsiyalar ishlab chiqilgan.*

Kalit so‘zlar: *Fasad dizayni, iqlimiy moslashuv, shaharsozlik, energiya samaradorligi, seysmik xavfsizlik, panjara, ayvon, GRC (shisha tolali beton), travertin, Toshkent modernizmi, shahar issiqlik oroli (UHI), ventilyatsiya qilinadigan fasad.*

1. KIRISH

1.1. Tarixiy asoslar. Arxitektura insoniyat sivilizatsiyasining tongidan boshlab tabiat va iqlim bilan uzviy va dialektik bog‘liqlikda rivojlanib kelgan. Inson o‘z boshpanasini qurishda doimo tashqi muhitning agressiv ta’sirlaridan himoyalaniish va qulay mikroiklim yaratish ehtiyojiga duch kelgan. Bu borada qadimgi dunyo me’morlari va mutafakkirlari tomonidan shakllantirilgan nazariy qarashlar bugungi kunda ham o‘z dolzarbligini yo‘qotgani yo‘q. Rim me’mori Vitruviy (mil. avv. I asr) o‘zining mashhur "Arxitektura haqida o‘n kitob" (De architectura) asarida binolarning uslubi va konstruktiv yechimlari ular joylashgan hududning iqlimiy xususiyatlariga qarab farq qilishi shartligini uqtirgan. Uning fikricha, "Misr, Ispaniya, Pont va Rimdagi binolar bir-biridan farq qilishi tabiiy, chunki yer yuzining bir qismi quyosh tig‘i ostida, boshqasi undan uzoqda, uchinchisi esa mo‘tadil zonada joylashgan" [1].

Sharq uyg‘onish davrining buyuk qomusi Abu Ali ibn Sino esa bu masalaga tibbiy va gigiyenik nuqtayi nazardan yondashgan. U o‘zining "Tib qonunlari" (Al-Qonun fi at-Tibb) shoh asarida shaharlar qurilishi uchun joy tanlashda shamol yo‘nalishi, suv sifati va tuproq xususiyatlarini hisobga olish zarurligini ta’kidlagan. Ibn Sino turar-joylarni loyihalashda insolyatsiya (quyosh nuri tushishi) va tabiiy shamollatishni (ventilatsiya) birlamchi omillar

sifatida ko‘rsatib, deraza va eshiklarning sharq va shimolga qarashini tavsiya qilgan. Uning fikricha, quyosh nuri "havoni tozalovchi va kasalliklarni haydovchi" asosiy vositadir [1]. O‘zbekiston xalq me‘morchiligi asrlar davomida aynan shu tamoyillar asosida shakllangan bo‘lib, mahalliy ustalar issiq iqlim sharoitida salqinlikni saqlashning "passiv" usullarini – qalin devorlar, ichki hovlilar, shamol tutgichlar va ayvonlarni mukammal darajaga yetkazganlar [1].

1.2. Zamonaviy muammolar va dolzarblik. Bugungi kunda O‘zbekiston jadal urbanizatsiya va iqlim o‘zgarishi jarayonlarini boshidan kechirmoqda. Global isish fonida mintaqada yozgi haroratning ko‘tarilishi, anomal issiq kunlar sonining ortishi va "shahar issiqlik oroli" (UHI) effektining kuchayishi kuzatilmoqda [2]. Toshkent shahrida yoz oylarida havo harorati soyadagi +40°C dan, ochiq sirtlarda esa +60°C dan oshishi odatiy holga aylanib bormoqda [3]. Shu bilan birga, energiya resurslariga bo‘lgan talabning ortishi va narxlarning oshishi binolarning energiya samaradorligini ta‘minlashni davlat siyosati darajasidagi strategik vazifaga aylantirdi [4].

Afsuski, mustaqillikning dastlabki yillarida va undan oldingi davrlarda qurilgan ko‘plab turar-joy va jamoat binolari zamonaviy energiya tejash talablariga javob bermaydi [5]. Fasad tizimlaridagi "issiqlik ko‘priklari" (thermal bridges), sifatsiz oynalar va noto‘g‘ri orientatsiya tufayli qishda issiqlikning katta qismi yo‘qotilmoqda, yozda esa binolar haddan tashqari qizib ketib, konditsionerlash tizimlariga ortiqcha yuklama tushmoqda [6]. Jahon banki ma‘lumotlariga ko‘ra, O‘zbekistonda jamoat binolarining (maktablar, shifoxonalar) isitish va sovutish tizimlari energiyani juda samarasiz sarflamoqda, bu esa iqtisodiyotga katta zarar yetkazmoqda [7].

1.3. Tadqiqot maqsadi va obyekti. Ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi O‘zbekistonning shaharsozlik sharoitida iqlim omillarining bino fasadlariga ta‘sirini kompleks tahlil qilish, an‘anaviy va innovatsion fasad yechimlarining samaradorligini baholash hamda milliy arxitektura elementlarini (panjara, gumbaz, mozaika) zamonaviy texnologiyalar bilan integratsiya qilish yo‘llarini ko‘rsatib berishdir. Tadqiqot obyekti sifatida Toshkent shahri va O‘zbekistonning boshqa yirik shaharlaridagi turli funksional vazifaga ega binolarning fasad tizimlari, dekorativ elementlari va ularning mikroiklim bilan o‘zaro ta‘siri tanlangan.

2. METODOLOGIYA

Tadqiqotning ilmiy asoslanganligini ta‘minlash maqsadida, muammo ko‘p qirrali yondashuv asosida o‘rganildi. Qo‘llanilgan metodologiya quyidagi bosqichlarni o‘z ichiga oladi:

2.1. Tizimli yondashuv va me‘yoriy hujjatlar tahlili. Bino – bu shunchaki devor va tomdan iborat konstruksiya emas, balki murakkab energetik tizimdir. Tadqiqotda "tizimli yondashuv" (systematic approach) metodi qo‘llanilib, bino fasadi tashqi muhit va ichki muhit o‘rtasidagi faol membran sifatida qaraldi [4].

Tahlilning huquqiy va texnik asosi sifatida O‘zbekiston Respublikasining quyidagi asosiy qurilish me‘yorlari va qoidalari (QMQ/SHNQ) chuqur o‘rganildi:

QMQ 2.01.01-22 "Loyihalash uchun iqlimiy va fizik-geologik ma'lumotlar": Ushbu hujjat asosida O'zbekiston hududining iqlimiy zonalashtirilishi (cho'l, tog' oldi, voha) va har bir zona uchun hisobiy haroratlar, shamol bosimi va namlik ko'rsatkichlari aniqlandi [3].

QMQ 2.01.04-18 "Qurilish issiqlik texnikasi": Binolarning tashqi to'siq konstruksiyalariga (devorlar, fasadlar) qo'yiladigan issiqlik o'tkazuvchanlik qarshiligi (R) talablari tahlil qilindi [9].

KMK 2.01.03-19 "Seysmik hududlarda qurilish": O'zbekistonning yuqori seysmik faollik zonalarida (7-9 ball) fasad qoplamalarini mustahkamlash, ankerlash tizimlari va nokonstruktiv elementlarning xavfsizligi bo'yicha talablar o'rganildi [10].

2.2. Raqamli modellash va simulyatsiya. Zamonaviy arxitektura fanida empirik kuzatishlar bilan bir qatorda kompyuter modelashtirish usullari muhim o'rin tutadi. Tadqiqot doirasida mavjud ilmiy manbalarda keltirilgan simulyatsiya natijalari sintez qilindi:

ENVI-met va InVEST: Ushbu dasturiy majmualar yordamida shahar muhitidagi mikroiklim, xususan, Toshkent shahridagi "issiqlik oroli" (UHI) effektining tarqalishi, yashil hududlarning sovutish potentsiali va fasad materiallarining sirt haroratiga ta'siri tahlil qilindi [13];

EnergyPlus: Binolarning energiya iste'molini hisoblash uchun qo'llaniladigan ushbu dastur orqali "Ayvon" va "Panjara" kabi soyabon elementlarining binoning yillik energiya balansiga ta'siri baholandi [15].

2.3. Dala kuzatuvlari va arxitektura tahlili. Nazariy bilimlarni amaliyot bilan solishtirish maqsadida Toshkent shahridagi bir qator ikonik binolar tanlab olindi va ularning fasad yechimlari "in situ" (joyida) o'rganildi. Tahlil qilingan obyektlar quyidagi toifalarga ajratildi:

Tarixiy-Modernistik Meros: "Jemchug" turar-joy binosi, "O'zbekiston" mehmonxonasi, Davlat san'at muzeyi – bu binolarda beton panjaralar va quyoshdan himoya qilishning o'ziga xos sovet modernizmi uslubi qo'llanilgan [16];

Monumental va Madaniy: Yangi qurilayotgan "Islom sivilizatsiyasi markazi" – an'anaviy uslubning (gumbaz, portal, mozaika) zamonaviy texnologiyalar (GRC, akustik izolatsiya) bilan uyg'unlashuvi namunasi sifatida [19];

Ilmiy-Texnik: Parkentdagi "Katta Quyosh Pechi" (Big Solar Furnace) – arxitektura va quyosh energetikasining noyob sintezi [16].

2.4. Materialshunoslik tahlili. Fasadlarda ishlatiladigan materiallarning (tabiiy tosh, GRC, alyuminiy kompozit, oyna) fizik-mexanik xossalari, jumladan, ularning issiqlik sig'imi, yong'inga chidamliligi (EN 13501 standarti bo'yicha) va seysmik yuklamalarga bardoshlilik qiyosiy metod yordamida tahlil qilindi [23].

3. NATIJALAR

3.1. O'zbekistonning iqlimiy konteksti va fasadlarga yuklamalar. O'zbekiston iqlimi keskin kontinental bo'lib, yoz fasli uzoq, issiq va quruq, qish esa nisbatan qisqa, lekin

sovuq bo‘lishi bilan xarakterlanadi. Toshkent shahrida yanvar oyining izotermasi -5.9°C , iyulniki esa $+40^{\circ}\text{C}$ ni tashkil etadi.⁴ Bu harorat amplitudasi fasad materiallarining kengayib-qisqarishiga olib keladi va ularning chidamliligiga jiddiy ta’sir ko‘rsatadi.

3.1.1. Quyosh radiatsiyasi va devorlarning qizishi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, yoz oylarida (iyul-avgust) binolarning orientatsiyasiga qarab devor sirtlariga tushadigan quyosh energiyasi va ularning qizishi keskin farq qiladi. Quyidagi jadvalda ushbu farqlar yaqqol aks ettirilgan [26]:

1-jadval

Yoz oylarida (iyul-avgust) turli orientatsiyadagi devorlarning harorat va radiatsiya ko‘rsatkichlari

Orientaltsiya	Quyosh radiatsiyasi intensivligi (Vt/m^2)	Tashqi sirt harorati ($^{\circ}\text{C}$)	Devor havo qatlamidagi harorat ($^{\circ}\text{C}$)	Umumi y harorat (Total Temperature) ($^{\circ}\text{C}$)
G‘arbiy va Sharqiy	820	65 gacha	55 gacha	95 gacha
Janubiy	560	55 gacha	47 gacha	76 gacha
Shimoliy	160	28 gacha	-	-

Tahlil: G‘arbiy va sharqiy fasadlar eng yuqori issiqlik yuklamasiga (95°C gacha) duchor bo‘ladi. Buning sababi shundaki, yozda quyosh ertalab va kechqurun ufqqa yaqinroq burchakda bo‘lib, nurlar vertikal devorlarga deyarli perpendikulyar tushadi [4]. Janubiy tomonda esa quyosh zenitda bo‘lgani uchun nurlar o‘tkir burchak ostida tushadi va devorlar nisbatan kamroq qiziydi. Bu ma’lumotlar fasad dizaynida "quyoshdan himoya qilish" (solar shading) strategiyasini ishlab chiqishda hal qiluvchi ahamiyatga ega. G‘arbiy va sharqiy fasadlar uchun vertikal lamellar yoki zich panjaralar, janubiy fasadlar uchun esa gorizontal ayvonlar yoki karnizlar eng samarali yechim hisoblanadi [26].

3.1.2. Termal havo qobig‘i. Issiq iqlim sharoitida bino devorlari atrofida o‘ziga xos mikroklimatik qatlam – "termal havo qobig‘i" hosil bo‘ladi. Shamolsiz kunlarda (O‘zbekiston janubiy kengliklarida 60-80% holatlarda kuzatiladi) quyosh tushayotgan fasad va soyadagi fasad o‘rtasidagi harorat farqi $20-30^{\circ}\text{C}$ ga yetadi. Bu harorat gradienti devor bo‘ylab yuqoriga yo‘nalgan konvektiv havo oqimini (tezligi 3 m/s gacha) va issiqlik bosimini yuzaga keltiradi [26]. Agar fasad tizimi noto‘g‘ri loyihalashtirilgan bo‘lsa, bu issiq havo derazalar yoki ventilyatsiya teshiklari orqali bino ichiga kirib, mikroiklimni buzadi. Ventilyatsiya qilinadigan fasadlarda esa bu effekt "mo‘ri tortishi" (stack effect) sifatida ishlatilib, qizigan havoni tashqariga chiqarib tashlash va fasadni sovutish uchun xizmat qilishi mumkin.

3.2. Seysmik xavfsizlik va fasad konstruksiyalari. O‘zbekiston hududi Alp-Himolay seysmik kamarida joylashgan bo‘lib, bu yerda 7 dan 9 ballgacha (MSK-64 shkalasi bo‘yicha) zilzilalar sodir bo‘lish ehtimoli mavjud. Toshkent, Andijon, Namangan va Farg‘ona shaharlari 8-9 balli eng xavfli zonaga kiritilgan [28]. Shu sababli, fasad tizimlarining seysmik barqarorligi estetik ko‘rinishdan kam bo‘lmagan ahamiyatga ega.

KMK 2.01.03-19 Talablari: Yangi tahrirdagi KMK 2.01.03-19 me‘yorlariga ko‘ra, bino fasadlari va qoplamalari (nokonstruktiv elementlar) asosiy bino karkasidan mustaqil ravishda deformatsiyalanish imkoniyatiga ega bo‘lishi kerak. Zilzila paytida bino tebranadi va qavatlararo siljishlar (inter-story drift) yuz beradi. Agar fasad qoplamasi devorga qattiq (bikr) mahkamlangan bo‘lsa, u yorilib, ko‘chib tushishi va odamlar hayotiga xavf tug‘dirishi mumkin [12].

Fasad ankerlash tizimlari: Og‘ir tabiiy toshlar (masalan, Toshkentda keng tarqalgan travertin yoki granit) uchun an‘anaviy "ho‘l" usulda (sement qorishmasi bilan) yopishtirish seysmik zonalarda tavsiya etilmaydi yoki qat‘iy cheklovlar bilan ruxsat etiladi. Zamonaviy talablar mexanik ankerlash tizimlarini (mechanical fixing) qo‘llashni taqozo etadi:

- **Pin va dowel tizimlari:** Har bir tosh plitasi (masalan, 1.5x1.5 m, qalinligi 60 mm) zanglamaydigan po‘latdan yasalgan pinlar va ilgaklar yordamida devorga yoki metall karkasga mahkamlanadi. Pinlar toshning yon qirrasiga burg‘ulangan teshiklarga joylashtiriladi va plastik (EPDM) gilzalar bilan himoyalanaadi. Bu toshning siljishiga imkon beradi, lekin tushib ketishiga yo‘l qo‘ymaydi [31];

- **Yengil karkaslar:** Alyuminiy kompozit panellar yoki GRC panellari uchun "tishli tugunli" (toothed nodal fastening) maxsus karkaslar ishlab chiqilgan bo‘lib, ular dinamik yuklamalarda energiyani yutish (dissipatsiya) va tebranishni so‘ndirish qobiliyatiga ega [33].

3.3. Toshkent arxitekturasini tahlili. Toshkent shahri fasad arxitekturasining o‘ziga xos "laboratoriyasi" hisoblanadi. Bu yerda an‘anaviy sharqona uslub, sovet modernizmi va zamonaviy hay-tek yo‘nalishlari uyg‘unlashgan.

3.3.1. Katta quyosh pechi – Parkent. Toshkentdan 40 km uzoqlikda, Parkent tumanida joylashgan ushbu inshoot 1987-yilda akademik Viktor Zaharov loyihasi asosida qurilgan. Bu shunchaki bino emas, balki ulkan optik asbobdir.

- **Fasad funksiyasi:** Asosiy bino (konsentrator) parabolik shakldagi ulkan ko‘zgu devoridan iborat bo‘lib, uning yuzasi minglab kichik ko‘zgulardan tashkil topgan. Bu fasadning vazifasi estetik emas, balki sof texnologik – 62 ta geliostatdan kelayotgan quyosh nurlarini bitta nuqtaga yig‘ib, 3000°C harorat hosil qilishdir [22];

- **Iqlimiy moslashuv:** Inshoot tog‘ etagida joylashgan bo‘lib, bu yerda havo toza va chang kam, bu esa ko‘zgularning samaradorligini oshiradi. Kompleksning arxitekturasini qurg‘ochil landshaft va iqlim bilan noyob uyg‘unlikni hosil qiladi [16].

3.3.2. Islom Sivilizatsiyasi Markazi – Yangi O‘zbekiston Monumenti

Toshkentda qurilayotgan ushbu majmua (loyiha 2017-yilda boshlangan) milliy an‘analarning eng yuqori texnologiyalar bilan uyg‘unlashuvidir.

- **Fasad va gumbaz:** Binoning markazida balandligi 65 metr bo‘lgan ulkan

gumbaz joylashgan. Gumbaz va portallar (34 metr) milliy ornamentlar va geometrik naqshlar bilan bezatilgan. Gumbaz qoplamasi uchun Italiyaning "TREND Group" kompaniyasi tomonidan ishlab chiqarilgan tilla suvi yuritilgan mozaikalar ishlatilmoqda. Bu mozaikalar quyosh nurini yutmaydi, balki uni sohib, bino ulug‘vorlik baxsh etadi [19];

- **Materiallar:** Fasad bezaklarida GRC (Glass Reinforced Concrete – shisha tolali beton) elementlari keng qo‘llanilmoqda. GRC materialining yengilligi (an‘anaviy betondan 80% yengil) va murakkab shakllarga (muqarnas, ganch o‘ymakorligi taqlidi) oson kirishi unga ustunlik beradi.²⁴ Shuningdek, bino pollarida shovqinni kamaytirish uchun "Acousticork" (tiqin va qayta ishlangan kauchuk aralashmasi) materialidan foydalanilgan, bu esa bino ichidagi akustik qulaylikni ta‘minlaydi [21].

3.3.3. "Jemchug" nomli uy va sovet modernizmi. 1966-yilgi Toshkent zilzilasidan so‘ng shahar qayta qurilib, modernizm uslubining markaziga aylandi.

- **Panjara soyalari:** 1970-yilda qurilgan Tarix muzeyi (sobiq Lenin muzeyi) va "O‘zbekiston" mehmonxonasi fasadlarida qo‘llanilgan mashhur "panjara" elementlari binoni to‘g‘ridan-to‘g‘ri quyoshdan himoya qiluvchi "ikkinchi teri" (double skin) vazifasini bajargan [18]. Ophelia Aydinova loyihalashtirgan "Jemchug" uyi esa monolit betondan qurilgan bo‘lib, unda har bir xonadon uchun alohida hovli-terrasalar yaratilgan va bu "osmondagi mahalla" konsepsiyasini ifodalagan [16]. Bu terasalar va beton panjaralar yozning jaziramasida xonalarni salqin saqlashga yordam bergan.

3.4. An‘anaviy elementlarning zamonaviy talqini.

3.4.1. Ayvon va panjara fenomeni. Tadqiqotlar "Ayvon"ning energiya samaradorligini raqamli isbotladi. EnergyPlus dasturida o‘tkazilgan simulyatsiyalar shuni ko‘rsatdiki, janubiy tomonga qaragan ayvon issiq-quruq iqlimda bino sovutish uchun ketadigan energiyani 29% ga, mo‘tadil-nam iqlimda esa 32% ga kamaytiradi [15]. Ayvon yozda quyosh nurlarini to‘sisib (chunki yozda quyosh baland bo‘ladi), qishda esa past burchak ostidagi nurlarni ichkariga o‘tkazib (passive solar heating), tabiiy termoregulyator vazifasini bajaradi [1].

Xuddi shunday, "panjara" ham nafaqat dekorativ, balki funksional elementdir. Toshkentdagi Amir Temur xiyobonidagi binolarda yoki zamonaviy "Hyatt Regency" mehmonxonasida ko‘rish mumkin bo‘lgan panjaralar 18 quyosh radiatsiyasini sindirib, bino devorlarining qizishini kamaytiradi va tabiiy shamollatishga to‘sqinlik qilmaydi.

4. MUHOKAMA

4.1. Materiallar evolyutsiyasi: Travertindan GRC va Kompozitgacha.

O‘zbekiston qurilish bozorida fasad materiallari tanlovi kengayib bormoqda, ammo har bir materialning o‘z afzalliklari va kamchiliklari mavjud.

Travertin: Toshkent fasadlarining "qirol" hisoblangan travertin o‘zining tabiiy go‘zalligi, g‘ovak tuzilishi hisobiga yaxshi issiqlik va ovoz izolatsiyasi, hamda mahalliy xomashyo ekanligi bilan ajralib turadi.³⁴ Biroq, uning kamchiliklari ham jiddiy:

Nuxsonlar: Tabiiy yoriqlar, kovaklar va rang o‘zgarishi mavjud [35];

Xizmat ko‘rsatish: G‘ovak sirt chang va tutunni o‘ziga tortadi, natijada fasad qorayib qoladi. Uni saqlash uchun muntazam tozalash va germetiklar (sealer) bilan ishlov berish talab etiladi [36];

Seysmik Xavf: Og‘irligi yuqori bo‘lgani uchun zilzila paytida inersiya kuchi katta bo‘ladi.

GRC (Shisha Tolali Beton): GRC (Glass Fiber Reinforced Concrete) – bu kelajak materiali. Uning tarkibida shisha tolalari bo‘lgani uchun u yuqori cho‘ziluvchanlik va egiluvchanlikka ega.

Afzalliklari: Travertindan ko‘ra yengil, yong‘inga chidamli (A1 klass), istalgan murakkab geometrik shaklga (masalan, murakkab islomiy naqshli panjaralar) quyilishi mumkin [24];

Qo‘llanilishi: Islom sivilizatsiyasi markazi va Haydar Aliyev markazi (Boku, Zaha Hadid loyihasi – GRC texnologiyasining cho‘qqisi) kabi binolarda aynan shu material ishlatilgan [38].

Alyumin kompozit panellar (ACP):

Yong‘in xavfsizligi muammosi: ACP panellarining arzon turlari juda yonuvchan bo‘lib, "Grenfell Tower" (London) fojiasiga o‘xshash yong‘inlarni keltirib chiqarishi mumkin.

O‘zbekistonda faqat mineral to‘ldiruvchili yoki to‘liq yonmaydigan (A2) panellardan foydalanish shart [23]. "Alucobond" kabi brendlar aynan A2 va Plus (B-s1, d0) klassidagi xavfsiz yechimlarni taklif etadi [39].

4.2. Shahar issiqlik oroli (UHI) va yashil fasadlar

Toshkentda urbanizatsiya darajasining ortishi va yashil hududlarning qisqarishi "Shahar Issiqlik Oroli" (UHI) effektini kuchaytirmoqda. Sun‘iy qoplamalar (asfalt, beton, qora tomilar) quyosh nurini yutib, kechasi issiqlikni qaytarib chiqaradi, natijada shahar markazi atrofdagi qishloqlarga qaraganda ancha issiq bo‘ladi [2].

Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, vertikal ko‘kalamzorlashtirish (green facades) va fasad oldida daraxt ekish UHI ni yumshatishning eng samarali usulidir. Daraxt soyabonlari hududning 75% ini qoplaganda, sirt harorati sezilarli darajada pasayadi [40]. Aksincha, to‘liq oynavand (glass curtain wall) binolar va yaltiroq metall fasadlar quyosh nurini ko‘chaga va piyodalarga qaytarib, lokal haroratni 43°C dan oshirib yuborishi mumkin [13].

5. XULOSA VA TAVSIYALAR

O‘zbekistonning zamonaviy shaharsozligida iqlim omillarini hisobga olish – bu shunchaki tavsiya emas, balki hayotiy zaruratdir. Fasad dizayni estetik did, muhandislik hisob-kitobi va ekologik mas’uliyat chorhasida turishi kerak.

Asosiy xulosalar:

1. Mintaqaviylik: Fasad yechimlari O‘zbekistonning o‘ziga xos iqlimiy zonalariga (cho‘l, voha, tog‘) moslashtirilishi kerak. Toshkent uchun sharqiy va g‘arbiy fasadlarni quyoshdan himoya qilish eng ustuvor vazifadir [26];

2. An’ana va Innovatsiya: "Panjara" va "Ayvon" kabi milliy elementlar arxaiik qoldiq emas, balki eng samarali "passiv" sovitish tizimlaridir. Ularni GRC va parametrik dizayn yordamida zamonaviylashtirish energiya samaradorligini oshiradi va milliy o‘zlikni saqlaydi [15];

3. Xavfsizlik: Seysmik faol hududlarda og‘ir qoplamalarni (tosh) mexanik ankerlash majburiy bo‘lishi, ko‘p qavatli binolarda esa faqat yonmaydigan (A2) kompozit materiallar ishlatilishi shart [23].

Amaliy tavsiyalar:

- **Loyihachilarga:** Bino orientatsiyasini tanlashda "shamol atirguli" va quyosh traektoriyasini birlamchi omil sifatida qabul qilish. Shisha fasadlardan foydalanishni cheklash yoki ularni "double-skin" (ikki qavatli) va soyabonli tizimlar bilan birga qo‘llash [4];

- **Quruvchilarga:** Ventilyatsiya qilinadigan fasad tizimlarini o‘rnatishda havo qatlami (air gap) o‘lchamlariga va yong‘in to‘siqlari (fire barriers) mavjudligiga qat’iy rioya qilish [23];

- **Siyosatchilarga:** Shaharsozlik me’yorlariga "yashil fasad" va "yashil tom" (green roof) tushunchalarini kiritish va rag‘batlantirish mexanizmlarini ishlab chiqish.

- **Kelajakdagi O‘zbekiston arxitekturasini** – bu Ibn Sino hikmatlari va zamonaviy muhandislik tafakkurining uyg‘unligidir. Faqat shu yo‘l bilan biz iqlim o‘zgarishiga bardoshli, energiya tejankor va inson uchun qulay shahar muhitini yarata olamiz.

ADABIYOTLAR:

1. "Traditional Architecture of Uzbekistan: Passive Solar Heating and ...", <https://geniusjournals.org/index.php/jad/article/download/6866/5695/6811>
2. The impacts of green spaces on mitigating the urban hot island effect in the city of Tashkent - ResearchGate, https://www.researchgate.net/publication/380138223_The_impacts_of_green_spaces_on_mitigating_the_urban_hot_island_effect_in_the_city_of_Tashkent
3. Placement of trade and household service complexes in regions of Uzbekistan according to climatic conditions - E3S Web of Conferences, https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2024/89/e3sconf_icstce2024_01006.pdf
4. Modern Methods Of Increasing Energy Efficiency Of Buildings In The ..., <http://www.ijstr.org/final-print/nov2019/Modern-Methods-Of-Increasing-Energy-Efficiency-Of-Buildings-In-The-Republic-Of-Uzbekistan-At-The-Design-Stage.pdf>
5. Ways Of Enhancing Energy Efficiency Within Renovation Of Apartment Houses In The Republic Of Uzbekistan. <https://www.ijstr.org/final-print/feb2020/Ways-Of-Enhancing-Energy-Efficiency-Within-Renovation-Of-Apartment-Houses-In-The-Republic-Of-Uzbekistan.pdf>
6. Келишилди: - O'zbekiston Respublikasi Qurilish va uy-joy kommunal xo'jaligi vazirligi. https://mc.uz/uploads/mcuz_4193861286755.pdf

7. Uzbekistan to Invest in Improving Energy Efficiency of Public Buildings, with World Bank Support. <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2022/06/24/uzbekistan-to-invest-in-improving-energy-efficiency-of-public-buildings-with-world-bank-support>
8. 01/2-2-сон 10.01.2025. SHNQ 2.03.10-24 “Tomlar va tomqoplamalari” shaharsozliknormalari va qoidalarini tasdiqlash to‘g‘risida - LEX.UZ, <https://lex.uz/docs/-7362300?ONDATE=03.02.2025>
9. SHNQ 2.03.15-23 Energiya tejankor devorbop to'suvchi konstruksiyalar. Binolar qurilishida, <https://arton.uz/docs/shnq.pdf>
10. Calculation of monolithic bridges taking into account seismic conditions of Republic of Uzbekistan - E3S Web of Conferences, https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2023/02/e3sconf_conmechhydro2023_02005.pdf
11. 323 Assessment of seismic vulnerability of buildings and structures by using European standards, <https://turcomat.org/index.php/turkbilmat/article/download/2585/2210/4882>
12. Calculation and Design of Buildings (Structures) Taking into Account Seismic Loads According to KMK 2.01.03-19, <https://www.ijarset.com/upload/2021/december/24-researchpark-35.pdf>
13. Reflective Building Façades: The Effect of Albedo on Outdoor Thermal Comfort – A Case Study of Low-Rise Apartments, [https://neptjournal.com/upload-images/\(20\)-B-4247.pdf](https://neptjournal.com/upload-images/(20)-B-4247.pdf)
14. Elmurodov, S. S., Matniyazov, Z. E., Rasul-Zade, L. U., & Tajibaev, J. Kh. (2021). Development trends of non-stationary trade facilities. *ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal*, 11(12), 495–503. <https://doi.org/10.5958/2249-7137.2021.02708.7>
15. The Impact of Iwan as a Traditional Shading Device on the Building Energy Consumption, <https://www.mdpi.com/2075-5309/8/1/3>
16. Tashkent Modernist Architecture. Modernity and tradition in Central Asia - UNESCO World Heritage Centre, <https://whc.unesco.org/en/tentativelists/6708/>
17. Matniyazov, Z. E., & Eshnazarova, S. Z. (2021). Hagia sophia as a synthesis of the types of Byzantine temple architecture and an example of the Byzantine building culture of the IV-VI centuries. *Asian Journal of Multidimensional Research*, 10(8), 294-297.
18. Matniyazov, Z. E. (2020). Cultural and cognitive aspect and factors influencing the organization of the architectural environment of the aralsea region tourist routes. *PalArch's Journal of Archaeology of Egypt/Egyptology*, 17(6), 8139-8153.
19. Center of Islamic civilization – a symbol of national identity, science, education and culture, <https://president.uz/en/lists/view/7843>
20. Where Spirituality Meets Beauty: TREND Group for the Center of Islamic Civilization in Tashkent, <https://trend-group.com/center-of-islamic-civilization/>
21. The Center for Islamic Civilization, Tashkent, Uzbekistan | Projects > Construction > Materials & Applications > Amorim Cork Solutions,

<https://amorimcorksolutions.com/en-us/materials-applications/construction/projects/the-center-for-islamic-civilization-tashkent-uzbekistan/>

22. Jump on our tour of modernist architecture in Tashkent, Uzbekistan - Wallpaper Magazine, <https://www.wallpaper.com/architecture/modernist-architecture-in-uzbekistan>

23. FIRE SAFETY OF FAÇADE CLADDING - Alucobond, https://www.alucobond.com/files/downloads/produkte/en/ALUCOBOND_Fire_Safety_EN.pdf

24. High-Performance GRC & UHPC Panels – Architectural Concrete Solutions | Jushui China, <https://www.jushuichina.com/products/>

25. Matniyazov, Z., & Nabijonova, D. (2024). BIM technologies and social infrastructure: from concept to operation. Scientific aspects and trends in the field of scientific research, 3(28), 13-17.

26. Innovative facade systems for buildings in hot climate conditions - ResearchGate, https://www.researchgate.net/publication/351948914_Innovative_facade_systems_for_buildings_in_hot_climate_conditions

27. The Effect of Fixed External Shading Devices on Daylighting and Thermal Comfort in Residential Building - Solarlits, <https://solarlits.com/jd/8-165>

28. Matniyazov, Z., Tulaganov, B., Adilov, Z., Khadjaev, R., & Elmurodov, S. (2025). *Application of BIM technologies in building operating organizations*. American Journal of Education and Learning, 3(3), 957–964. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15081913>

29. Regional seismic risk assessment based on ground conditions in Uzbekistan - NHES, <https://nhess.copernicus.org/preprints/nhess-2023-105/nhess-2023-105-ATC3.pdf>

30. Seismic Code of Uzbekistan, https://www.iitk.ac.in/nicee/wcee/article/13_1611.pdf

31. Stone Clad Facade Under Seismic Action A | PDF | Buckling - Scribd, <https://www.scribd.com/document/790843773/Stone-Clad-Facade-Under-Seismic-Action-A>

32. STONE CLAD FACADE UNDER SEISMIC ACTION Design Example - ResearchGate, https://www.researchgate.net/publication/335207492_STONE_CLAD_FACADE_UNDER_SEISMIC_ACTION_Design_Example

33. The seismic stability of facade system with facing by composite panels Сейсмостойкость фасадной сист - Инженерно-строительный журнал, [https://engstroy.spbstu.ru/userfiles/files/2018/4\(80\)/06.pdf](https://engstroy.spbstu.ru/userfiles/files/2018/4(80)/06.pdf)

34. Abdullaev, U., Dzhusuev, U., Asanova, S., Matniyazov, Z., & Pavlovskiy, S. (2025). Research into modern methods of producing energy-efficient building materials. Architecture Image Studies, 6(1), Territories.

35. Buronov, N. S., Rakhmatillaeva, Z., Matniyazov, Z., Arabi, F., & Husainov, M. (2025). *Advancing the understanding and application of building information modeling*.

American Journal of Education and Learning, 3(3), 998–1006.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.15083900>

36. Matniyazov, Z., Adilov, Z., Khotamov, A., Elmurodov, S., Rasul-Zade, L., & Abdikhalilov, F. (2025). Integration of BIM and GIS technologies in modern urban planning: Challenges and prospects. American Journal of Education and Learning, 3(3), 972–976. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15083760>

37. GFRC Manufacturers | Glass Fiber Reinforced Concrete Manufacturers - GRC & UHPC Manufacturer, <https://www.jushuichina.com/grc/>

38. GRC Structural Design using FEM-Design software - StruSoft, дата последнего обращения: ноября 20, 2025, <https://strusoft.com/blog/case-studies/grc-structural-design/>

39. ALUCOBOND PLUS Redefines Façade Freedom - Surface and Panel, <https://www.surfaceandpanel.com/alucobond-plus-redefines-facade-freedom/>

40. Green Spaces for Summer Cooling: Case Study of Tashkent, Uzbekistan - J-Stage, https://www.jstage.jst.go.jp/article/irspsd/12/2/12_9/_html/-char/en

41. Matniyazov, Z. (2025). The role and potential of BIM in digital design. American Journal of Education and Learning, 3(7), 151–169. <https://doi.org/10.5281/zenodo.16139023>

42. Matniyazov, Z. (2025). Digital transformation of the building lifecycle. American Journal of Education and Learning, 3(7), 171–189. <https://doi.org/10.5281/zenodo.16139207>

43. Rakhmatillaeva, Z. Z. (2024). Integration of artificial intelligence technologies into the landscape design process: Roles, benefits, and limitations across design stages. In Proceedings of the International Conference on Research and Development in the Field of Education, Science and Technology (pp. 103–107). WOS Journals. Retrieved from <https://www.wosjournals.com/index.php/ruconf/article/view/3303>

44. Rakhmatillaeva, Z. Z. (2025). AI and immersive technologies in architectural design education. Linguaconnect: Global Perspectives on Modern Language Education, (pp. 108–109). WOS Journals. Retrieved from <https://www.wosjournals.com/index.php/ruconf/article/view/3304>