ISSIQ IQLIM SHAROITIDA ENERGIYA TEJAMKOR TURAR JOY BINOLARINI LOYIHALASHNING ME'MORIY YECHIMLARI

Djumaniyazova Yulduz
Berdaq nomidagi Qoraqalpoq davlat universiteti, bino va inshoatlar arxitekturasi magistranti

Annotatsiya

Maqolada issiq iqlim sharoitida energiya tejamkor turar joy binolarini loyihalash masalalari taqdim etilgan o'quv-uslubiy manbalar asosida tahlil qilinadi. Hajmiy-rejaviy yechim, bino qobig'ining issiqlik himoyasi, insolyatsiya, tashqi quyoshdan himoya, tabiiy yoritish, havo almashinuvi va quyosh fotoelektrik tizimlarini birgalikda qo'llash tamoyillari ko'rib chiqiladi. Manbalardagi ma'lumotlar asosida ixcham reja, soyali ayvon yoki hovli, fasad yo'nalishiga mos quyoshdan himoya va tomda fotoelektrik panellar uchun joy ajratishni birlashtiruvchi konseptual loyiha taklif etiladi. Real obyekt bo'yicha o'lchov yoki simulyatsiya bajarilmaganligi sababli, tasdiqlanmagan energiya tejash ko'rsatkichlari keltirilmay.

Аннотация

В статье на основе предоставленных учебно-методических материалов рассматриваются архитектурные решения для энергоэффективных жилых зданий в жарком климате. Анализируются объемно-планировочная структура, тепловая защита ограждающих конструкций, инсоляция, солнцезащита, естественное освещение, воздухообмен и фотоэлектрические системы. Предложена концептуальная модель дома с компактной планировкой, затененной верандой или внутренним двором и возможностью размещения солнечных панелей. Натурные измерения и энергетическое моделирование не проводились.

Abstract

Based on the supplied educational materials, this paper reviews architectural strategies for energy-efficient residential buildings in hot climates. It considers compact planning, thermal protection of the building envelope, solar exposure and shading, daylight, ventilation, and photovoltaic systems as interrelated design factors. A conceptual dwelling model with a shaded veranda or courtyard and

provision for rooftop solar panels is proposed. No field measurements or energy simulation were performed.

Kalit so‘zlar: *energiya samaradorligi, issiq iqlim, turar joy binosi, issiqlik himoyasi, insolyatsiya, quyoshdan himoya, tabiiy yoritish, shamollatish, fotoelektrik panellar.*

Ключевые слова: *энергоэффективность, жаркий климат, жилое здание, тепловая защита, инсоляция, солнцезащита, естественное освещение, вентиляция, фотоэлектрические панели.*

Keywords: *energy efficiency, hot climate, residential building, thermal protection, solar exposure, shading, daylight, ventilation, photovoltaic panels.*

KIRISH

Issiq iqlim sharoitida turar joy binolarining energiya samaradorligini ta’minlash arxitektura, qurilish fizikasi va muhandislik tizimlarini o‘zaro bog‘liq holda ko‘rib chiqishni talab qiladi. Binoning ichki mikroiqlimi faqat sovitish uskunalari bilan emas, balki uchastkani tanlash, hajmiy-rejaviy yechim, tashqi to‘siq konstruksiyalari, insolyatsiya, tabiiy yoritish va havo almashinuvi orqali ham shakllanadi. “Binolar energiya samaradorligini oshirish va hududlarda yashil qurilishni joriy etish” ma’ruza kursida arxitektura fizikasi issiqlik, yorug‘lik va akustik jarayonlarni hamda ularning inson va bino holatiga ta’sirini o‘rganuvchi yo‘nalish sifatida izohlanadi.

O‘zbekistonning issiq yozli hududlarida loyihalashda yozgi quyosh radiatsiyasi va yuqori tashqi haroratni hisobga olish bilan birga, yilning sovuq davridagi issiqlik yo‘qotishlari, namlik rejimi va tabiiy yoritish talablarini ham unutmaslik kerak. Faqat yozgi issiqlikdan himoyalanishga qaratilgan yechim qishda quyosh issiqligidan foydalanish yoki tabiiy yorug‘likni yetarli darajada olish imkoniyatini kamaytirmasligi lozim.

Ushbu maqolaning maqsadi — taqdim etilgan o‘quv-uslubiy manbalardagi bino fizikasi, issiqlik himoyasi, insolyatsiya, tabiiy yoritish, energiya faol binolar va quyosh fotoelektrik tizimlariga oid ma’lumotlarni umumlashtirish hamda ular asosida issiq iqlim uchun turar joy binosining konseptual me’moriy modelini taklif qilish. Mualliflik takliflari alohida ajratiladi; qurilgan obyekt bo‘yicha o‘lchov yoki simulyatsiya bajarilmaganligi sababli hisoblanmagan energiya tejash foizlari natija sifatida keltirilmay.

TADQIQOT MATERIALLARI VA USULLARI

Maqola uchun asosiy manba sifatida “Binolar energiya samaradorligini oshirish va hududlarda yashil qurilishni joriy etish moduli” ma’ruza kursi olindi.

Unda iqlimiy ma’lumotlar, issiqlik uzatish, tashqi himoya konstruksiyalar, namlik, havo almashinuvi, tabiiy yoritish, insolyatsiya, quyoshdan himoya, energiya faol binolar va issiqlik himoyasini loyihalash mavzulari jamlangan. Qo‘shimcha ravishda “Quyosh panellarini o‘rnatishda sifat nazorati” qo‘llanmasidagi tayanch konstruksiyalar, quyosh nurlanishi burchagi, panel yo‘nalishi va mahkamlash masalalariga oid materiallar ko‘rib chiqildi.

Tadqiqot usullari: manbalardagi asosiy tamoyillarni mazmuniy tahlil qilish; me’moriy va muhandislik yechimlarini sabab–natija aloqalari bo‘yicha tizimlashtirish; taklif etilayotgan turar joy modeli uchun loyihaviy ssenariy tuzish; modelni kelgusida baholash uchun tekshiriladigan ko‘rsatkichlarni belgilash. Bu ishda alohida bino bo‘yicha dala o‘lchovlari, dinamik energiya simulyatsiyasi yoki iqtisodiy samaradorlik hisoblari bajarilmagan.

1. ISSIQ IQLIM SHAROITIDA BINONING ENERGIYA SAMARADORLIGI

Arxitektura fizikasi nuqtayi nazaridan issiqlik binoga issiqlik o‘tkazuvchanlik, konveksiya va nurlanish orqali uzatiladi. Shu sababli loyihaviy yechimlar faqat devor materialini tanlash bilan cheklanmasligi kerak: tom va fasadlarning quyoshga nisbatan joylashuvi, oynalash maydoni, soyalanish, havo sizishi va shamollatish rejimi birgalikda ko‘rib chiqiladi.

Ma’ruza kursida energiya samarador bino yoki passiv uy tushunchasi isitish, shamollatish va konditsiyalash ehtiyojini kamaytirish, yuqori issiqlik himoyasi, havo almashinuvi va qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish bilan bog‘lanadi. Kursda passiv uylar uchun keltirilgan ayrim miqdoriy mezonlar muayyan standart konsepsiyasiga taalluqli bo‘lib, ularni O‘zbekistonning har qanday turar joyiga avtomatik tatbiq etish to‘g‘ri emas. Aniq loyiha uchun tegishli amaldagi me’yorlar va hisoblash shartlari tekshirilishi kerak.

Binoning energiya samaradorligi bir nechta o‘zaro bog‘liq maqsadni qamrab oladi: ichki harorat va namlikning maqbul bo‘lishi, yetarli toza havo, tabiiy yorug‘lik, tashqi shovqin va changdan himoya, konstruksiyalarning uzoq muddat xizmat qilishi hamda energiya sarfining asoslangan darajada bo‘lishi. Shuning uchun energiya tejash choralari sanitariya-gigiyena va foydalanish qulayligi hisobiga amalga oshirilmasligi lozim.

2. HAJMIY-REJAVIY YECHIM VA BINONI JOYLASHTIRISH

Manbada energiya samarador binoni loyihalashning dastlabki bosqichlaridan biri sifatida ratsional hajmiy-rejaviy yechimni tanlash ko‘rsatiladi. Binoning kompaktligini oshirish, tashqi to‘siq konstruksiyalari yuzasi va burchaklar sonini kamaytirish issiqlik almashinuvi yuzalarini qisqartirishga xizmat qiladi. Biroq

haddan tashqari chuqur reja xonalarning tabiiy yoritilishi va shamollatilishini yomonlashtirishi mumkin; shu sababli kompaktlik yoritish va havo almashinuvi bilan birgalikda baholanadi.

Uchastkani rejalashtirishda quyosh yo‘li, ustun shamollar, qo‘shni binolar soyasi va tashqi shovqin manbalari aniqlanadi. Katta oynali sharqiy va g‘arbiy fasadlar yozgi past burchakdagi quyosh nurlari ta’sirida qizishi mumkin, shuning uchun ularda oynalash maydoni va quyoshdan himoya vositalari ehtiyotkorlik bilan tanlanadi. Binoning bo‘ylama o‘qini meridional yoki unga yaqin yo‘nalishda joylashtirish ayrim sharoitlarda fasadlarning quyosh ta’sirini boshqarishga yordam berishi mumkin, ammo yakuniy qaror aniq uchastka va iqlimiy ma’lumotlarga asoslanishi lozim.

Mualliflik loyihaviy taklifi: turar joyni ixcham, ortiqcha chiqib turgan hajmlari kam, soyali ayvon yoki ichki hovli bilan bog‘langan shaklda rejalashtirish. Hovli ochiq havoda dam olish uchun soyali oraliq makon yaratadi; ayvon esa quyosh va yomg‘irdan himoyalangan o‘tish zonasiga aylanadi. Hovli va ayvonning joylashuvi shamollatish yo‘nalishi, tabiiy yoritish va xonalar maxfiyligini hisobga olgan holda aniqlanadi.

3. TASHQI TO‘SIQ KONSTRUKSIYALARI VA ISSIQLIK HIMOYASI

Tashqi devor, tom, pol, deraza va eshiklar binoning issiqlik qobig‘ini tashkil etadi. Ma’ruza kursida issiqlik himoyasini loyihalash ketma-ketligi ratsional hajmiy-rejaviy yechimni tanlash, tashqi to‘siq konstruksiyalar uchun me’yoriy issiqlik uzatishga qarshiliklarni belgilash, konstruktiv yechimlarni tanlash va ularning talablarga muvofiqligini tekshirish sifatida berilgan. Bu ketma-ketlik konseptual loyihadan ishchi loyiha bosqichiga o‘tishda qo‘llanishi mumkin.

Issiq yozli hududda tomning quyosh radiatsiyasini qabul qilishi muhim omil bo‘lgani uchun tom konstruksiyasining issiqlik-texnik xususiyatlari alohida hisoblanishi zarur. Tom va tashqi devorlarda izolyatsiya qatlamining uzluksizligi, tutashuv joylaridagi issiqlik ko‘priklari, deraza romlarining o‘rnatilishi va havo sizishi nazorat qilinadi. Izolyatsiya turi va qalinligini taxminiy qiymat bilan belgilash o‘rniga, amaldagi me’yoriy talablar, materiallarning hisobiy xususiyatlari va namlik rejimi bo‘yicha hisoblash kerak.

Namlik issiqlik himoyasiga bevosita ta’sir qiladi. Manbada namlikning konstruksiyada to‘planishi issiqlik o‘tkazuvchanlikning ortishi, mog‘or paydo bo‘lishi, metall qismlarning korroziyasi va materiallarning tez eskirishi bilan bog‘liqligi qayd etiladi. Shuning uchun qatlamlarning joylashuvi, suvdan himoya, bug‘ diffuziyasi va kondensatsiya xavfi konstruktiv yechimning bir qismi sifatida tekshirilishi lozim.

Mualliflik taklifi: tom va tashqi devor uchun uzluksiz issiqlik konturini ko‘zda tutish, deraza-eshik tutashuvlarini alohida tugun sifatida ishlab chiqish, tom qoplamasining quyoshni qaytarish xususiyatini ekspluatatsiya sharoitlari bilan birga baholash. Bunday qarorlar material tanlash, yong‘in xavfsizligi, namlik, mustahkamlik va xizmat ko‘rsatish talablariga muvofiq loyihada tasdiqlanishi kerak.

4. INSOLYATSIYA, QUYOSHDAN HIMOYA VA TABIIY YORITISH

Quyosh nuri turar joyda tabiiy yoritish, insolyatsiya va issiqlik yutuqlarining manbaidir. Demak, loyihalash vazifasi quyoshni butunlay to‘sish emas, balki mavsum va fasad yo‘nalishiga qarab boshqarishdir. Ma’ruza kursining insolyatsiya va quyoshdan himoya bo‘limi quyosh nuri va tabiiy yorug‘likning inson salomatligi, psixologik holati va faoliyati uchun ahamiyatini ta’kidlaydi.

Janubiy fasadda gorizontal soyabonlar balandroq burchakdan tushadigan yozgi quyoshni cheklashi mumkin; sharqiy va g‘arbiy fasadlarda esa past burchakli nurlarni ushlash uchun vertikal ekranlar, tashqi jalyuzilar yoki sozlanadigan panjaralar talab etilishi mumkin. Himoya elementi oynaning tashqi tomonida joylashtirilsa, quyosh issiqligini xonaga kirishidan avval kamaytirish imkonini beradi. Biroq soyabonning o‘lchami quyosh yo‘li va fasad geometriyasi bo‘yicha hisoblanishi, qishda foydali quyosh tushishi va xona ichidagi tabiiy yoritishni ortiqcha cheklamasligi kerak.

Tabiiy yoritish energiya samaradorligining ham bir qismidir: kunduzgi yorug‘lik yetarli bo‘lsa, sun’iy yoritishga bo‘lgan ehtiyoj kamayishi mumkin. Shu bilan birga, derazalar maydonini ortiqcha kattalashtirish yozda issiqlik yutuqlarini, qishda esa issiqlik yo‘qotishlarini oshirishi mumkin. Shuning uchun deraza maydoni, oynaning xususiyatlari, xonaning chuqurligi, ichki sirtlarning yorug‘lik qaytarishi va tashqi soyalanish birgalikda baholanadi.

Mualliflik taklifi: har bir fasad uchun alohida quyoshdan himoya sxemasini ishlab chiqish. Bir xil soyabonni barcha fasadlarga takroran qo‘llash o‘rniga, janubiy fasadda gorizontal, sharqiy va g‘arbiy fasadlarda esa vertikal yoki sozlanadigan himoya elementlarini ko‘rib chiqish. Yakuniy geometriya quyosh yo‘li diagrammasi va tabiiy yoritish tekshiruvi bilan tasdiqlanadi.

5. SHAMOLLATISH, HAVO ALMASHINUVI VA ICHKI MIKROIQLIM

Binoning havo o‘tkazmasligini yaxshilash nazoratsiz havo sizishi va issiqlik almashinuvini kamaytirishi mumkin, biroq bu toza havo ta’minotini bekor qilmaydi. Ma’ruza kursida tashqi to‘siqlarning ortiqcha germetikligi havo so‘ruvchi kanallarning ishlashiga va xonaga toza havo kirishiga ta’sir qilishi mumkinligi

ko‘rsatiladi. Shu bois issiqlik himoyasi va shamollatish loyihasi bir-biridan ajratilmasligi kerak.

Tabiiy shamollatish uchun qarama-qarshi fasadlarda ochiladigan derazalar, ichki rejaning havo oqimiga mos tashkil etilishi va kerak bo‘lsa yuqori sathdagi chiqarish ochilmalari ko‘rib chiqilishi mumkin. Biroq tashqi havo harorati yuqori, changli yoki sifati yomon bo‘lgan vaqtda derazalarni ochish har doim ham foydali emas. Shamollatish rejimi tashqi harorat, havo sifati, xavfsizlik, shovqin va foydalanuvchi ehtiyojiga mos boshqarilishi kerak.

Mualliflik taklifi: tabiiy shamollatish imkoniyatini yaratish bilan birga, zarur hollarda mexanik shamollatish va sovitish tizimlari uchun texnik joy va qulay xizmat ko‘rsatish yo‘llarini loyihada oldindan ko‘zda tutish. Tizim tanlovi ichki havo sifati, energiya sarfi, shovqin va mahalliy me’yorlar asosida belgilanadi.

6. QAYTA TIKLANUVCHI ENERGIYA VA QUYOSH FOTOELEKTRIK TIZIMLARI

Quyosh fotoelektrik panellari binoning elektr energiyasiga bo‘lgan ehtiyojining bir qismini qoplash imkonini beradi, biroq ular bino qobig‘ining issiqlik himoyasi yoki passiv loyihalash choralarining o‘rnini bosa olmaydi. Avval energiya talabini kamaytirish, so‘ngra qolgan ehtiyojning bir qismini qayta tiklanuvchi manba orqali qoplash yondashuvi maqsadga muvofiq.

“Quyosh panellarini o‘rnatishda sifat nazorati” qo‘llanmasida tayanch metall konstruksiyaning barqarorligi, anker va mahkamlash elementlari, quyosh nurlanishi burchagini aniqlash hamda panel stendining yo‘nalishini sozlash masalalari yoritilgan. Bu jihatlar turar joy loyihasida panellarni tomga joylashtirishda muhim: tomning ko‘tarish qobiliyati, shamol ta’siri, soyalash, texnik xizmat ko‘rsatish uchun xavfsiz kirish va suv o‘tkazmaslik masalalari oldindan hal qilinishi kerak.

Ma’ruza kursida quyosh suv isitish qurilmalari va fotoelektrik stansiyalar uchun alohida me’yoriy hujjatlar sanab o‘tilgan. Ushbu hujjatlarning amaldagi tahriri va loyiha hududiga tatbiq etilishi ishchi loyihani ishlab chiqish vaqtida tekshirilishi zarur. Ushbu maqolada panel quvvati yoki yillik ishlab chiqarish miqdori hisoblanmagan, chunki tom geometriyasi, soyalash, panel parametrlari va mahalliy quyosh radiatsiyasi bo‘yicha yetarli boshlang‘ich ma’lumot mavjud emas.

7. MUALLIFLIK KONSEPSIYASI VA UNI BAHOLASH METODIKASI

Yuqoridagi tahlil asosida O‘zbekistonning issiq yozli hududlari uchun bir qavatli turar joyning konseptual me’moriy modeli taklif etiladi. Model qurilish uchun tayyor loyiha emas; u keyingi bosqichda uchastka, iqlimiy ma’lumotlar,

amaldagi qurilish me’yorlari, konstruktiv hisob va muhandislik yechimlari bilan aniqlashtirilishi kerak.

Taklif qilinayotgan modelning asosiy elementlari va ularni keyinchalik tekshirish mezonlari 1-jadvalda jamlangan.

Loyihaviy element	Taklif	Tekshirish mezoni
Hajmiy-rejaviy yechim	Ixcham reja; soyali ayvon yoki ichki hovli; xonalarni yorug‘lik va shamollatishga mos joylashtirish	Tashqi qobiq yuzasi, quyosh tushishi, xona chuqurligi, havo oqimi
Fasad yo‘nalishi	Uchastka va quyosh yo‘li tahlili; sharq-g‘arbdagi oynalashni nazorat qilish	Fasad bo‘yicha quyosh yutuqlari va qizib ketish xavfi
Tashqi qobiq	Hisoblangan issiqlik izolyatsiyasi; uzluksiz issiqlik konturi; namlikni tekshirish	Issiqlik uzatishga qarshilik, issiqlik ko‘priklari, namlik rejimi
Quyoshdan himoya	Janubda gorizontal, sharq-g‘arbda vertikal yoki sozlanadigan elementlar	Soyalanish va tabiiy yoritish muvozanati
Shamollatish	Qarama-qarshi ochilmalar va zarur bo‘lsa mexanik shamollatish	Havo almashinuvi, ichki havo sifati, shovqin va energiya sarfi
Quyosh panellari	Tomda soyadan xoli va xizmat ko‘rsatishga qulay joy ajratish	Tom mustahkamligi, panel yo‘nalishi, soyalash va elektr hisoblari

1-jadval. Konseptual loyiha elementlari va ularni keyinchalik baholash mezonlari.

Loyihaning samaradorligini aniqlash uchun bazaviy variant va taklif etilgan variant bir xil ob-havo fayli, taqqoslanadigan bino geometriyasi hamda bir xil foydalanish jadvali asosida hisoblanishi kerak. Asosiy ko‘rsatkichlar: yillik isitish va sovitish energiyasi, ichki haroratning soatlik o‘zgarishi, qulaylik shartlaridan tashqaridagi vaqt, tabiiy yoritish, havo almashinuvi va fotoelektrik tizimning energiya ishlab chiqarishidir. Hisoblashda dastur, versiya, ob-havo fayli, material xususiyatlari va foydalanish farazlari ko‘rsatilishi zarur.

8. MUHOKAMA

Manbalar tahlili me’moriy energiya samaradorligini alohida material yoki uskunaning xususiyati sifatida emas, balki loyihalash qarorlarining o‘zaro ta’siri sifatida ko‘rish zarurligini ko‘rsatadi. Masalan, katta deraza tabiiy yoritishni yaxshilashi mumkin, ammo tashqi soyalanish va oynaning issiqlik-texnik xususiyatlari hisobga olinmasa, yozgi sovitish ehtiyojini oshirishi ehtimoli bor. Xuddi shuningdek, tashqi qobiqni germetik qilish energiya almashinuvini

kamaytirishi mumkin, lekin rejalashtirilgan toza havo almashinuvisiz ichki mikroiqlim talablari bajarilmasligi mumkin.

Mualliflik konsepsiyasining farqli jihati — hajmiy-rejaviy yechim, soyalanish, issiqlik himoyasi, shamollatish va fotoelektrik tizimni bir loyiha ketma-ketligida ko‘rib chiqishdir. Dastlab bino shakli va yo‘nalishi tanlanadi; keyin qobiqning issiqlik-texnik xususiyatlari, quyoshdan himoya va havo almashinuvi aniqlanadi; shundan so‘ng qolgan energiya ehtiyojini qoplash uchun qayta tiklanuvchi energiya imkoniyati baholanadi.

Keyingi ilmiy bosqichda bazaviy va taklif etilgan variantlar bir xil foydalanish jadvali hamda bir xil mahalliy ob-havo fayli asosida solishtirilishi kerak. Baholash ko‘rsatkichlari yillik sovitish va isitish energiyasi, xona haroratining vaqt bo‘yicha o‘zgarishi, qulaylik chegarasidan tashqaridagi soatlar, tabiiy yoritish, shamollatish va quyosh panellarining energiya ishlab chiqarishidan iborat bo‘lishi mumkin. Bunday simulyatsiya yoki dala monitoringi bajarilmaguncha, aniq tejalish foizi haqida xulosa chiqarish asosli emas.

XULOSA

Issiq iqlim sharoitida energiya tejamkor turar joy binosini loyihalash uchastka va iqlimni tahlil qilishdan boshlanib, hajmiy-rejaviy yechim, tashqi qobiqning issiqlik himoyasi, insolyatsiya, tabiiy yoritish va boshqariladigan havo almashinuvi bilan davom etishi lozim. Bu choralar binoning sovitish va isitish ehtiyojini kamaytirishga yo‘naltiriladi, lekin ularning samarasi aniq geometriya, materiallar va foydalanish sharoitlari bo‘yicha tekshirilishi kerak.

Taqdim etilgan manbalarga tayangan holda ixcham reja, soyali ayvon yoki hovli, fasad yo‘nalishiga mos tashqi quyoshdan himoya, uzluksiz issiqlik konturi va tomda fotoelektrik panellar uchun texnik jihatdan asoslangan joy ajratishni birlashtiruvchi konseptual model taklif etildi. Mualliflik taklifi keyingi bosqichda mahalliy iqlimiy ma’lumotlar, amaldagi me’yorlar, energiya simulyatsiyasi va zarur bo‘lsa real obyekt monitoringi bilan tekshirilishi lozim. Shu tariqa energiya samaradorligi me’moriy shakl, ichki qulaylik va muhandislik ta’minotining yagona vazifasi sifatida qaraladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. **Binolar energiya samaradorligini oshirish va hududlarda yashil qurilishni joriy etish moduli.** Ma’ruza kursi. — O‘quv-uslubiy material.
2. **Quyosh panellarini o‘rnatishda sifat nazorati.** O‘quv-uslubiy qo‘llanma.

3. Olgyay V. *Design with Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism.* — Princeton University Press, 1963.

4. Givoni B. *Climate Considerations in Building and Urban Design.* — New York: John Wiley & Sons, 1998.

5. Lechner N. *Heating, Cooling, Lighting: Sustainable Design Methods for Architects*. 4th ed. — John Wiley & Sons, 2015.

6. International Organization for Standardization (ISO). *ISO 52016-1:2017. Energy Performance of Buildings — Energy Needs for Heating and Cooling, Internal Temperatures and Sensible and Latent Heat Loads — Part 1: Calculation Procedures*. — Geneva: ISO, 2017.

7. ASHRAE. *ANSI/ASHRAE Standard 55-2023: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. — American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2023.

8. Passive House Institute. *Criteria for Buildings: Passive House, EnerPHit and PHI Low Energy Building Standard.* Version 10c. — 2023.

9. O‘zbekiston Respublikasida amalda bo‘lgan bino va inshootlarning energiya samaradorligi, issiqlik himoyasi hamda quyosh energetikasi qurilmalarini loyihalashga oid qurilish me’yorlari va normativ hujjatlari.

10. O‘zbekiston Respublikasi hududlari bo‘yicha rasmiy iqlimiy ma’lumotlar va meteorologik kuzatuv materiallari.