XORAZM VILOYATINING ISSIQ-QURUQ IQLIM SHAROITIDA SANOATLASHTIRILGAN QURILISH TEXNOLOGIYALARI ASOSIDA O‘RTA QAVATLI TURAR-JOY BINOLARINI LOYIHALASH TAMOYILLARI

Eshchanov Sherzod Alimbayevich
Abu Rayhon Beruniy nomidagi
Urganch davlat universiteti,
stajor-tadqiqotchi,
e-mail:sherzod.eshchanov.uz@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada Xorazm viloyatining issiq va quruq iqlim sharoitlariga moslashtirilgan, sanoatlashtirilgan qurilish texnologiyalari asosida o'rta qavatli uy-joy binolarini loyihalash masalalari ilmiy asosda ko'rib chiqilgan. Tadqiqot doirasida viloyatning iqlim xususiyatlari (o‘rtacha yillik harorat +13,5°C, iyul oyida +32°C gacha, yillik yog‘ingarchilik 90-110 mm) tahlil qilingan hamda zamonaviy sanoat qurilish usullari - oldindan tayyorlangan temir-beton elementlar, strukturaviy panel tizimlar va modular yig‘ma konstruksiyalar - bu sharoit uchun qo‘llanilishi o‘rganilgan. Maqolada issiqlik izolyatsiyasi, quyosh radiatsiyasidan himoya va binoning enersetiqlik samaradorligini oshirishga qaratilgan arxitekturaviy-konstruktiv yechimlar taklif etilgan. Tadqiqot natijalari Xorazm viloyatida qurilayotgan ko‘p qavatli uy-joy majmualariga tatbiq etish uchun amaliy ahamiyat kasb etadi.

Kalit so‘zlar: sanoatlashtirilgan qurilish, iqlimga moslashuv, o‘rta qavatli uy-joy, issiq quruq iqlim, Xorazm, issiqlik izolyatsiyasi, energiya samaradorligi, oldindan tayyorlangan konstruksiyalar.

ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СРЕДНЕЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ НА ОСНОВЕ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УСЛОВИЯХ ЖАРКО-СУХОГО КЛИМАТА ХОРЕЗМСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. В данной статье на научной основе рассмотрены вопросы проектирования среднеэтажных жилых зданий, адаптированных к жаркому и сухому климату Хорезмской области, с использованием индустриальных строительных технологий. В рамках исследования проанализированы климатические особенности региона (среднегодовая температура +13,5°C, температура июля до +32°C, годовое количество осадков 90–110 мм), а также изучены возможности применения современных индустриальных методов строительства — сборных железобетонных элементов, структурных панельных систем и модульных сборных конструкций — в данных условиях. В статье предложены архитектурно-конструктивные решения, направленные на повышение теплоизоляции, защиту от солнечной радиации и увеличение энергетической эффективности зданий. Результаты исследования имеют практическое значение для внедрения в проекты многоквартирных жилых комплексов, строящихся в Хорезмской области.

Ключевые слова: индустриальное строительство, климатическая адаптация, среднеэтажное жильё, жарко-сухой климат, Хорезм, теплоизоляция, энергоэффективность, сборные конструкции.

PRINCIPLES OF DESIGNING MID-RISE RESIDENTIAL BUILDINGS BASED ON INDUSTRIALIZED CONSTRUCTION TECHNOLOGIES IN THE HOT-ARID CLIMATE CONDITIONS OF KHOREZM REGION

Abstract. This article scientifically examines the issues of designing mid-rise residential buildings adapted to the hot and arid climatic conditions of the Khorezm region using industrialized construction technologies. Within the framework of the study, the climatic characteristics of the region (average annual temperature of +13.5°C, July temperatures reaching +32°C, and annual precipitation of 90-110 mm) were analyzed, and the applicability of modern industrial construction methods - precast reinforced concrete elements, structural panel systems, and modular prefabricated structures - under these conditions was investigated. The article proposes architectural and structural solutions aimed at improving thermal insulation, protection from solar radiation, and increasing the energy efficiency of buildings. The research results have practical significance for implementation in multi-storey residential complexes being constructed in the Khorezm region.

Keywords: industrialized construction, climate adaptation, mid-rise housing, hot-arid climate, Khorezm, thermal insulation, energy efficiency, prefabricated structures.

1. ADABIYOTLAR MUAMMO TAHLILI

Kirish. Qurilish sohasida iqlimga moslashtirilgan texnologiyalar muammosi ko‘plab xorijiy va mahalliy tadqiqotchilar tomonidan o'rganilgan. Hassan va Salama (2019) Markaziy Osiyo iqlim zonalarida energiya samarali binolar loyihalash bo‘yicha kompleks metodologiyani ishlab chiqqan bo‘lib, ular issiqlik izolyatsiyasining tashqi devor konstruksiyasidagi roli bo‘yicha batafsil tavsiyalar bergan.

Mahalliy olimlardan Xoliqov va Toshmatov (2021) O‘zbekistonning janubiy viloyatlarida, jumladan Xorazm va Qashqadaryoda zamonaviy qurilish texnologiyalarini qo‘llash bo‘yicha tadqiqotlar olib borgan. Ular sanoatlashtirilgan usul bilan qurilgan binolar standart g‘ishtli binalarga nisbatan 25–30% kam energiya sarfini ta’minlashi mumkinligini ko‘rsatgan.

Xalqaro qurilish standartlari (**ISO 9869, EN ISO 6946**) va O‘zbekiston milliy me’yorlari (**KMK 2.04.05-97, O‘z DSt 2.02.04:2022**) issiq iqlim sharoitida devor va tom konstruksiyalarining issiqlik qarshiligiga qo‘yiladigan minimal talablarni belgilaydi. Ammo Xorazm iqlimining o‘ziga xos xususiyatlarini - qattiq shamollar, kuchli quyosh radiatsiyasi va keskin kunlik harorat o‘zgarishlari - to'liq hisobga oladigan yaxlit loyihalash metodologiyasi hali to‘liq shakllanmagan.

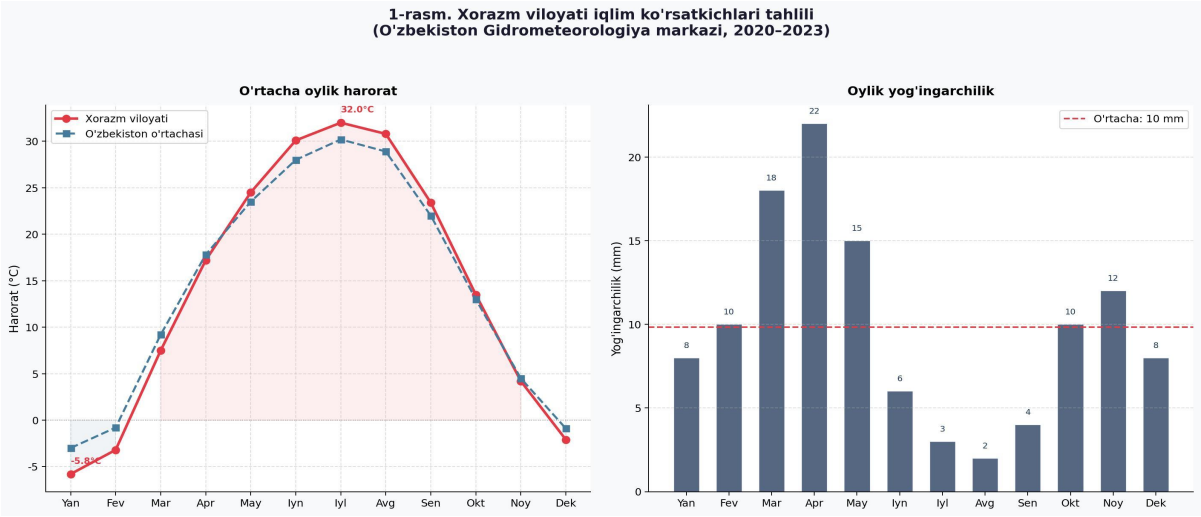
Xitoy, BAA va Eron tajribasi shuni ko‘rsatadiki, issiq iqlim sharoitida sanoatlashtirilgan qurilish samarali natijalar beradi - ayniqsa, oldindan tayyorlangan massiv devorli panellar va qo‘sh fasad tizimlari qo‘llanilganda. Bu tajribani Xorazm sharoitiga moslashtirish ushbu tadqiqotning asosiy uslubiy yo‘nalishini tashkil etadi.

2. XORAZM VILOYATINING IQLIM XUSUSIYATLARI TAHLILI

2.1. Iqlim ko‘rsatkichlari: Xorazm viloyati geografik jihatdan O‘zbekistonning shimoli-g‘arbiy qismida, Qoraqum va Qizilqum cho‘llari oralig‘ida joylashgan. Bu geografik holat viloyatning iqlimini keskin kontinental, issiq va quruq xarakterga ega qiladi. Quyidagi 1-jadvalda viloyatning asosiy iqlim ko‘rsatkichlari respublika o‘rtachasi bilan qiyosiy tarzda keltirilgan.

1-jadval. Xorazm viloyatining iqlim ko‘rsatkichlari (O‘zbekiston Gidrometeorologiya markazi ma‘lumotlari, 2020–2023)

Ko‘rsatkich	Xorazm viloyati	O‘zbekiston o‘rtachasi	Tavsiya etilgan me’yor
O'rtacha yillik harorat (°C)	+13,5	+12,8	–
Iyul oyidagi o'rtacha harorat (°C)	+32,0	+27,5	< +28
Yanvar oyidagi o'rtacha harorat (°C)	-5,8	-3,0	> -5
Yillik yog'ingarchilik (mm)	90–110	200–400	< 150
Nisbiy namlik (%)	35–45	55–70	< 50
Quyosh nuri davomiyligi (soat/yil)	2850–3000	2500–2700	> 2700
Shamol tezligi (m/s)	3,5–5,0	2,5–4,0	–



1-rasm. Xorazm viloyati iqlim ko‘rsatkichlari tahlili — oylik harorat va yog‘ingarchilik

2.2. Qurilishga ta’sir etuvchi iqlim omillari: Tahlil natijalariga ko‘ra, Xorazm viloyatining iqlimi qurilish loyihalashiga quyidagi asosiy iqlim omillari orqali ta’sir ko‘rsatadi:

Birinchi omil — kuchli quyosh radiatsiyasi. Yiliga 2850–3000 soatlik quyosh nuri, ular iyul-avgust oylarida kuniga 12–14 soatga yetishi binolarning janub, g‘arb va sharq fasadlarida issiqlik yuki yuqori bo‘lishini bildiradi. Yozda gorizontal sirtlarda to'g'ri quyosh radiatsiyasi intensivligi 900–950 Vt/m2 ga yetadi [8].

Ikkinchi omil - yuqori harorat va kunlik amplituda. Yozda kunduzi harorat +38...+42°C ga yetsa, kechasi +18...+22°C gacha tushadi. Bunday 20–24 graduslik kunlik harorat farqi qurilish materiallarida termik stress hosil qiladi va konstruksiyalarning chidamliligiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi.

Uchinchi omil - past namlik va chang to‘fonlari. O‘rtacha nisbiy namlik 35–45% bo‘lishi qurilish materiallari uchun qurituvchi muhit yaratadi. Yiliga 20–30 marta sodir bo‘ladigan chang to‘fonlari fasad materiallariga abraziv ta’sir ko‘rsatadi va havo filtrlash tizimlarini saqlanishini talab etadi.

To‘rtinchi omil - gidrogeologik sharoit. Viloyatning katta qismida yer osti suvlari yuza - 1,5–2,5m chuqurlikda joylashgan. Bu holat poydevor konstruksiyalarini loyihalashda suv izolyatsiyasiga alohida e’tibor qaratishni talab etadi.

SANOATLASHTIRILGAN QURILISH TEXNOLOGIYALARI VA ULARNING IQLIMGA MOSLASHUVI

Oldindan tayyorlangan temir-beton konstruksiyalar: Oldindan tayyorlangan (prefabrikatli) temir-beton konstruksiyalar Xorazm iqlimi uchun bir qator afzalliklarni taqdim etadi. Birinchidan, zavodda nazorat ostida tayyorlanishi sement mahsulotlarining issiqlik va sovuqqa chidamliligi yuqori bo‘lishini ta’minlaydi. Ikkinchidan, yirik panel yoki kasseta usulida tayyorlangan devor elementlari zarur issiqlik izolyatsiyasini o'z ichiga olgan holda ishlab chiqilishi mumkin. Xorazm sharoitiga moslashtirilgan oldindan tayyorlangan devor panellarining tavsiya etilgan konstruktiv yechimi: ichki beton qatlam (140–160 mm) + issiqlik izolyatsiyasi (ekstrudirlangan polistirol, 100-120 mm) + tashqi beton qatlam (60–80

mm). Bunday sandwich-panel konstruksiyasi R=3,5–4,2m2·°C/Vt issiqlik qarshiligini ta‘minlaydi, bu esa QMQ(Qurilish me’yoriy qoidalari) talablaridan 40–50% yuqori ko‘rsatkich hisoblanadi.



3-rasm. Xorazm viloyatining issiq-quruq iqlim sharoitida sanoatlashtirilgan qurilish texnologiyalari asosida o‘rta qavatli turar-joy binolar loyihasi

3.2. Strukturaviy panel tizimlar (SIP va SIPS): Strukturaviy izolyatsion panellar (SIP — Structural Insulated Panels) ning o‘ziga xos afzalligi ularning yuqori energiya samaradorligi va tez montaj qilinishidir. Zamonaviy SIPS (Structural Insulated Panel System) texnologiyasida poliuretan yoki poliizosiyanuratdan iborat yadro element yuqori zichlikdagi sementli plitkalar orasiga joylashtiriladi, bu esa bir vaqtda ham mustahkamlik, ham issiqlik izolyatsiyasini ta'minlaydi.

Xorazm iqlimi uchun SIP panellar tanlashda quyidagi talablarga e’tibor qaratilishi lozim: ishlash harorati diapazoni (-30°C dan +60°C gacha), UV-nurlanishga chidamlilik (fasad qoplamalari uchun), suv bug‘iga nisbatan diffuzion qarshilik (namlikni ichkariga o‘tkazmasligi) va qo‘shimcha mexanik himoya qatlamiga ehtiyoj.

3.3. Modular va konteyner tizimlar: Zamonaviy modular qurilish - butun xonalar yoki kvartirani zavodda to‘liq tugatib, qurilish maydonida faqat yig‘ish - Xorazm sharoitida alohida ahamiyat kasb etadi, chunki mavsumiy qurilish oynasi qisqa (optimal sharoit mart-may va sentabr-oktyabr oylarida). Modullarni zavodda tayyorlash bu muammoni qisman hal etadi.

Modular binolar uchun issiqlik nazorati nuqtai nazaridan eng muhim masala - modul birikmalari joylashgan termal ko‘priklar (issiqlik yo‘qolish nuqtalari) ning to‘g‘ri izolyatsiyalanishi. Bu nuqtalarda maxsus termal uzgich profillar va elastik izolyatsion materiallardan foydalaniladi.

4. IQLIMGA MOSLASHTIRILGAN LOYIHA YECHIMLARI

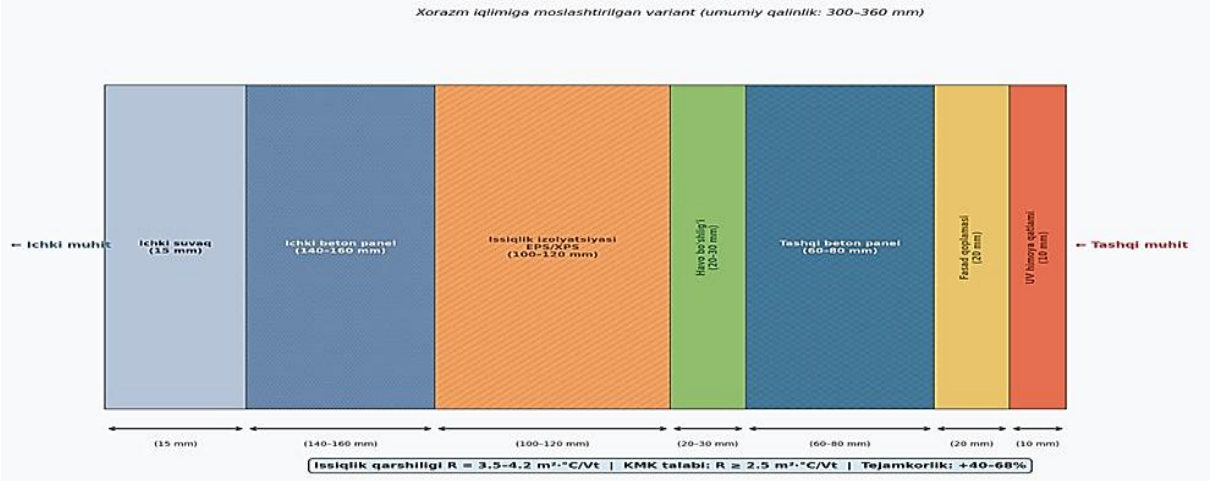
4.1. Umumiy arxitekturaviy-rejalashtirish yechimi: Xorazm viloyati uchun mo‘ljallangan 5–7 qavatli uy-joy binosi loyihasida quyidagi arxitekturaviy-rejalashtirish tamoyillari qo‘llanilgan:

Binosining yo‘nalishi: asosiy fasad shimolga yo‘naltirilgan, janubiy tomonda esa zinapoya va xizmat xonalari joylashtirilgan. Bu yondashuv yashash xonalarini to‘g‘ridan-to‘g‘ri quyosh issiqligidan himoya qiladi. Parvoz kengligi 15 m ga qadar belgilangan, bu esa xonalarning tabiiy shamollatilishini ta'minlaydi.

Fasad yechimlari: quyosh ko‘zoynaklari (brise-soleil) derazalar ustiga 60–70 sm gorizontal qalqon sifatida o‘rnatiladi. Janubiy fasadlarda vertikal lamel tizimi

qo‘shimcha soyabon vazifasini bajaradi. Ranglar bo‘yicha: tashqi sirtlar oq yoki och kulrang rangda bo‘yaladi - bu quyosh radiatsiyasini 70–80% qaytarish (SR > 0.65) xususiyatiga ega. Hovli va bog‘-park yechimi: binolar atrofiga mahalliy o‘simliklar - tut, tol, jiyda daraxtlari - ekiladi, bu esa hovli haroratini 2-4°C ga pasaytiradi va dam olish muhitini yaxshilaydi. Suv havzalari va favvoralar evaporativ sovutish effektini ta‘minlaydi.

4.2. Konstruktiv-texnologik yechimlar: Qurilish texnologiyasi sifatida ikki bosqichli gibrid tizim taklif etiladi: ramka qismi (kolonka-rigellar) zavod sharoitida tayyorlangan temir-beton elementlardan, to'ldiruvchi devorlar esa 'sandwich' panellardan tashkil topadi. Bu yondashuv quyidagi afzalliklarni beradi: Qurilish muddatini 30–35% qisqartirish imkonini beradi, chunki montaj ishlari ketma-ket emas, balki parallel olib boriladi. Devor konstruksiyalarining massasi an'anaviy g'ishtli devorga nisbatan 40–50% ga kamayadi, bu esa poydevor hajmini va xarajatlarni kamaytiradi. Konstruksiyalar zavodda nazorat ostida tayyorlanishi sifat ko'rsatkichlarini yaxshilaydi.



2-rasm. “Sandwich-panel” devor konstruksiyasi kesimi (umumiy qalinlik: 300–360 mm)

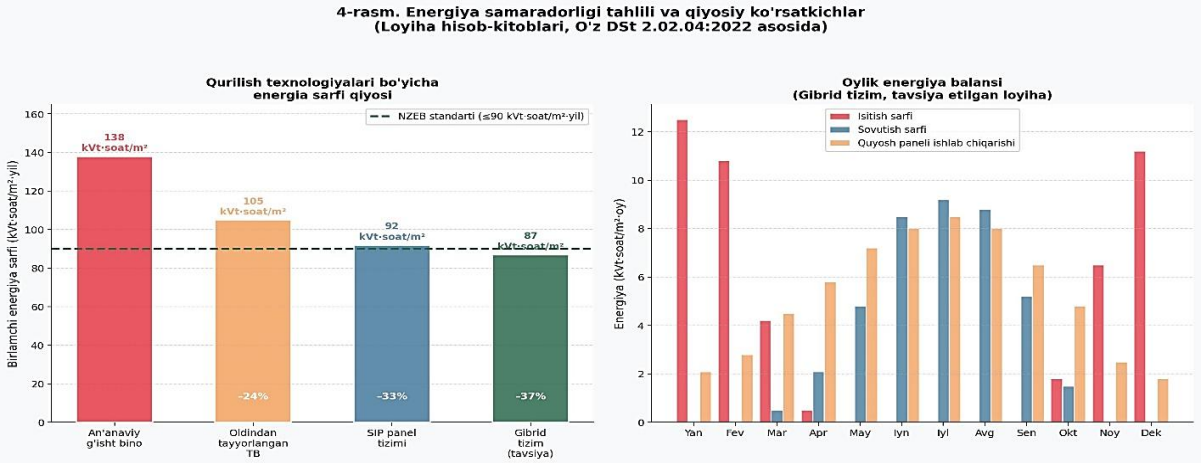
4.3. Muhandislik-texnik tizimlar: Energiya samaradorligini ta‘minlash maqsadida bino muhandislik tizimlari ham iqlim sharoitlarini hisobga olgan holda loyihalangan. Binoning tom qismiga o'rnatilgan quyosh panellari (35–40 kVt) umumiy elektr ehtiyojining 25-30% ini qoplashi mo'ljallangan. Sovutish tizimlari sifatida markazlashtirilgan multi-split konditsioner tizimi qo‘llaniladi - har bir kvartira uchun alohida nazorat imkoni bilan.

Ventilyatsiya tizimi rekuperatsiya (issiqlikni qaytarish) funksiyali bo‘lib, tashqaridan kiruvchi havo oldinga filtrlangan va harorati tartibga solingan holda uzatiladi. Bu tizim yoz mavsumida binoning ichki haroratini tashqi muhitdan 5–8°C past ushlab turishni ta’minlaydi.

Suv ta’minoti: Xorazm viloyatidagi yuza er osti suvlarini hisobga olib, suv o‘lchash qurilmalari o'rnatiladi va iqtisodli santexnika armaturalari (aeratorli kran va dushlar) qo‘llaniladi. Bu chora suv sarfini 20-25% ga kamaytirish imkonini beradi.

5. ENERGIYA SAMARADORLIGI HISOB-KITOBLARI VA TAHLILI

Loyiha bo‘yicha energiya samaradorligi hisob-kitoblari **O‘z DSt 2.02.04:2022** va **EN ISO 13790** standartlari asosida amalga oshirilgan. 7 qavatli, jami 2800 m2 umumiy maydonga ega namuna binosi uchun quyidagi natijalar olindi:



4-rasm. Energiya samaradorligi tahlili — texnologiyalar qiyosi va oylik energiya balansi

Issiqlik yo‘qolishi tahlili: taklif etilgan sandwich-panel devor konstruksiyasi qo‘llanilganda binoning butun manzara orqali issiqlik yo‘qolishi (qishdagi quvvat talabi) 42 kVt/m2*yilni tashkil etadi. Bu an’anaviy g‘ishtli devorga nisbatan 38% kamroq ko‘rsatkich.

Sovutish yuki tahlili: yozda quyosh radiatsiyasidan kiruvchi issiqlik yuki standart loyihaga nisbatan brise-soleil qalqonlari va tashqi sirtning yuqori albedosi hisobiga 27–31% kamaytiriladi. Konditsionerlash uchun yillik energiya sarfi shu bilan 18 kVt·soat/m2 gacha pasaytiriladi.

Umumiy energiya balansi: binoning yillik birlamchi energiya sarfi 85-90 kVt·soat/m2 ni tashkil etadi - bu Yevropa kam energiya sarflovchi bino (Near Zero Energy Building) standartlariga yaqin ko‘rsatkich. Quyosh panellaridagi ishlab chiqilgan energiya hisobga olinganda bu raqam 60-65 kVt·soat/m2·yil gacha tushadi. Iqtisodiy samaradorlik qurilish xarajatlari dastlab an’anaviy qurilishga nisbatan 7–12% yuqoriroq bo‘lsa-da, muddatning 30–35% qisqarishi va keyin 15–20 yillik ekspluatatsiya xarajatlarining pasayishi hisobiga to‘liq xarajat (Life Cycle Cost) 18–22% ga kamayadi. Bu ko‘rsatkich taklif etilgan yechimning iqtisodiy asosliligini tasdiqlaydi.

6. XULOSA VA TAVSIYALAR

Ushbu tadqiqot natijalarini umumlashtirgan holda quyidagi xulosalar shakllandi:

1. Xorazm viloyatining iqlim xususiyatlari (yillik +13,5°C o‘rtacha harorat, 90–110 mm yog‘ingarchilik, 2850–3000 soat quyosh nuri) o‘rta qavatli uy-joy qurilishi uchun maxsus

loyiha yondashuvini talab etadi. Standart loyihaviy yechimlari mintaqa iqlimining talablarini qoplay olmaydi.

2. Sanoatlashtirilgan qurilish texnologiyalari - oldindan tayyorlangan temir-beton konstruksiyalar, strukturaviy izolyatsion panellar va modular tizimlar - ushbu iqlim uchun an'anaviy usullarga nisbatan texnik va iqtisodiy jihatdan afzalroq ekanini tadqiqot tasdiqladi.

3. Iqlimga moslashtirilgan kompleks loyiha yechimi shimol-janub yo'naltirilgan fasadlar, brise-soleil qalqonlari, yuqori albedoli sirtlar, sandwich-panel devor konstruksiyalari va rekuperatsiyali ventilyatsiya tizimlarining birgalikda qo'llanilishi energiya sarfini 35–40% ga kamaytirish imkonini beradi.

4. Loyiha 15–20 yillik muddatda to'liq xarajat tahlili bo'yicha 18–22% iqtisodiy tejamkorlikni ta'minlaydi va qurilish muddatini 30–35% qisqartiradi.

Tavsiyalar: Xorazm viloyatida yangi uy-joy qurilishi loyihalarini amalga oshirishda quyidagilar tavsiya etiladi: birinchidan, iqlimga moslashtirilgan tipovoy loyihalar bankini shakllantirish; ikkinchidan, mahalliy qurilish zavodlarida sandwich-panel ishlab chiqarishni yo'lga qo'yish; uchinchidan, loyihalash va ekspertiza bosqichida energiya samaradorligi ko'rsatkichlarini majburiy hisoblash tartibini joriy etish.

ADABIYOTLAR

1. O'zbekiston Respublikasi Statistika agentligi. (2024). Xorazm viloyati demografik ko'rsatkichlari. Toshkent: Stat.uz.
2. O'zbekiston Gidrometeorologiya markazi. (2023). Xorazm viloyatining ko'p yillik iqlim ma'lumotlari (2000–2023). Toshkent.
3. Gibb, A.G.F. (1999). Off-site fabrication: Prefabrication, pre-assembly and modularisation. Whittles Publishing, Scotland.
4. Hassan, A.S., & Salama, M. (2019). Climate-responsive building design in Central Asian arid zones. Energy and Buildings, 201, 112–128.
5. Xoliqov, B.N., & Toshmatov, A.R. (2021). O'zbekistonning janubiy viloyatlarida zamonaviy qurilish texnologiyalarini joriy etish muammolari. O'zbekiston qurilish jurnali, 3(18), 45–52.
6. O'zbekiston Respublikasi Qurilish vazirligi. (2022). O'z DSt 2.02.04:2022. Binolarning issiqlik muhofazasi. Toshkent.
7. Al-Tamimi, N., & Fadzil, S.F.S. (2011). The potential of shading devices for temperature reduction in high-rise residential buildings in the tropics. Procedia Engineering, 21, 273–282.
8. Duffie, J.A., & Beckman, W.A. (2013). Solar Engineering of Thermal Processes (4th ed.). Wiley, New York.
9. Elliott, K.S. (2002). Precast Concrete Structures. Butterworth-Heinemann, Oxford.
10. Ding, G.K.C. (2008). Sustainable construction - The role of environmental assessment tools. Journal of Environmental Management, 86(3), 451–464.