



**«INNOVATIVE WORLD» ILMIY TADQIQOTLARNI QO'LLAB-
QUVVATLASH MARKAZI**

**«ZAMONAVIY ILM-FAN VA TADQIQOTLAR: MUAMMO VA
YECHIMLAR» NOMLI 2026-YIL № 1-SONLI ILMIY, MASOFAVIY,
ONLAYN KONFERENSIYASI**

**ILMIY-ONLAYN KONFERENSIYA TO'PLAMI
СБОРНИК НАУЧНЫХ-ОНЛАЙН КОНФЕРЕНЦИЙ
SCIENTIFIC-ONLINE CONFERENCE COLLECTION**

Google Scholar



ResearchGate

zenodo



ADVANCED SCIENCE INDEX



Directory of Research Journals Indexing

**www.innoworld.net
O'ZBEKISTON-2026**



Quyosh radiatsiyasining binoning issiqlik izolyatsiyasi samaradorligiga kunlik ta'sirini sonli modellashirish (*comsol multiphysics asosida*)**Nabijonova Zinuraxon Saydazam qizi**Farg'ona Davlat Texnika universiteti Arx va Q fakulteti M7-25 MKQ guruh
magistranti.O'zbekistonzinuranabijonova22@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu tadqiqotda quyosh radiatsiyasining binoning tashqi to'siq konstruksiyalari orqali issiqlik izolyatsiyasi samaradorligiga kun davomida ko'rsatadigan ta'siri sonli modellashirish usuli asosida o'rganildi. Tadqiqot COMSOL Multiphysics dasturiy muhitida amalga oshirilib, unda ko'p qatlamli devor konstruksiyasi, issiqlik izolyatsiya materiallarining issiqlik-fizik xossalari hamda O'zbekiston Respublikasida amal qiluvchi qurilish me'yorlari hisobga olindi. Quyosh radiatsiyasining vaqt bo'yicha o'zgarishi natijasida izolyatsiya qatlamida hosil bo'ladigan harorat maydoni, issiqlik oqimi va issiqlik inertsia effekti tahlil qilindi. Tadqiqot natijalari normativ talablar asosida tanlangan izolyatsiya binoning ichki harorat barqarorligini ta'minlab, energiya sarfini kamaytirishini ko'rsatdi.

Kalit so'zlar: quyosh radiatsiyasi, bino issiqlik himoyasi, issiqlik izolyatsiyasi, COMSOL Multiphysics, energiya samaradorligi, issiqlik inertsia.

1. Kirish. Zamonaviy qurilish sohasida binolarning energiya samaradorligini oshirish asosiy muammolardan biri hisoblanadi. Binolarda energiya sarfining katta qismi isitish va sovitish tizimlariga to'g'ri keladi, bu esa tashqi muhit bilan bo'ladigan issiqlik almashinuvi bilan bevosita bog'liqdir. Shu sababli bino tashqi qobig'ining issiqlik-fizik xossalarini optimallashtirish muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

Quyosh radiatsiyasi tashqi muhitdan binoga ta'sir qiluvchi eng muhim energiya manbalaridan biridir. Ayniqsa, kontinental iqlim sharoitiga ega hududlarda quyosh nurlanishining intensivligi yuqori bo'lib, u devor va tom konstruksiyalarida sezilarli issiqlik yuklamalarini hosil qiladi. Ushbu yuklamalar kun davomida o'zgarib turadi va binoning issiqlik rejimiga dinamik ta'sir ko'rsatadi.

Quyosh radiatsiyasi binoning issiqlik balansiga ta'sir etuvchi asosiy tashqi omillardan biri bo'lib, ayniqsa kontinental va quruq iqlim sharoitiga ega hududlarda uning ta'siri yanada kuchli namoyon bo'ladi. Kun davomida quyosh nurlanishining intensivligi o'zgarib boradi va bu o'zgarish binoning tashqi sirtlarida vaqtga bog'liq issiqlik yuklamalarini yuzaga keltiradi. Kunduzgi maksimal quyosh radiatsiyasi paytida bino tashqi devorlari va tom qismi qiziydi, natijada issiqlik oqimi izolyatsiya qatlamlari orqali ichki muhitga yo'naladi.

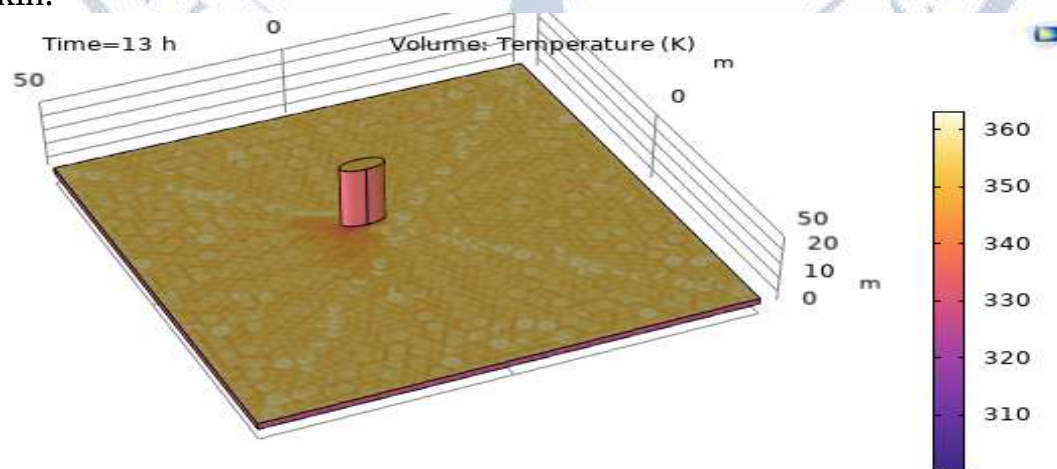
Zamonaviy qurilish sohasida binolarning energiya samaradorligini oshirish asosiy muammolardan biri hisoblanadi. Binolarda umumiy energiya sarfining sezilarli qismi isitish va sovitish tizimlariga to'g'ri keladi, bu esa, asosan, tashqi muhit bilan sodir bo'ladigan issiqlik almashinuvi jarayonlari bilan bevosita bog'liqdir. Shu bois bino tashqi qobig'i — ya'ni devorlar, tomlar va boshqa to'siq konstruksiyalarining issiqlik-fizik xossalarini optimallashtirish energiya tejamkor bino loyihalashning muhim ilmiy va amaliy vazifalaridan biri sanaladi.

Quyosh radiatsiyasi tashqi muhitdan binoga ta'sir etuvchi asosiy energiya manbalaridan biri bo'lib, uning hissasi binoning umumiy issiqlik balansida muhim o'rin egallaydi. Ayniqsa, kontinental iqlim sharoitiga ega hududlarda quyosh nurlanishining intensivligi yuqori bo'lib, u bino devorlari va tom konstruksiyalarida sezilarli issiqlik yuklamalarini yuzaga keltiradi. Ushbu yuklamalar kun davomida o'zgarib boradi hamda tashqi sirtlarda vaqtga bog'liq issiqlik oqimlarini hosil qiladi, natijada binoning issiqlik rejimi dinamik xarakter kasb etadi.

Quyosh radiatsiyasining maksimal qiymatlari kunduzgi soatlarda kuzatilib, aynan shu davrda bino tashqi konstruksiyalarida issiqlik yig'ilishi sodir bo'ladi. Mazkur issiqlik oqimi issiqlik izolyatsiyasi qatlamlari orqali ichki muhitga uzatiladi va ichki havo haroratining oshishiga olib kelishi mumkin. Agar issiqlik izolyatsiyasi yetarli darajada samarali bo'lmasa, bu holat sovitish tizimlariga tushadigan yuklamaning ortishiga, energiya sarfining ko'payishiga va ichki mikroiklimning buzilishiga sabab bo'ladi.

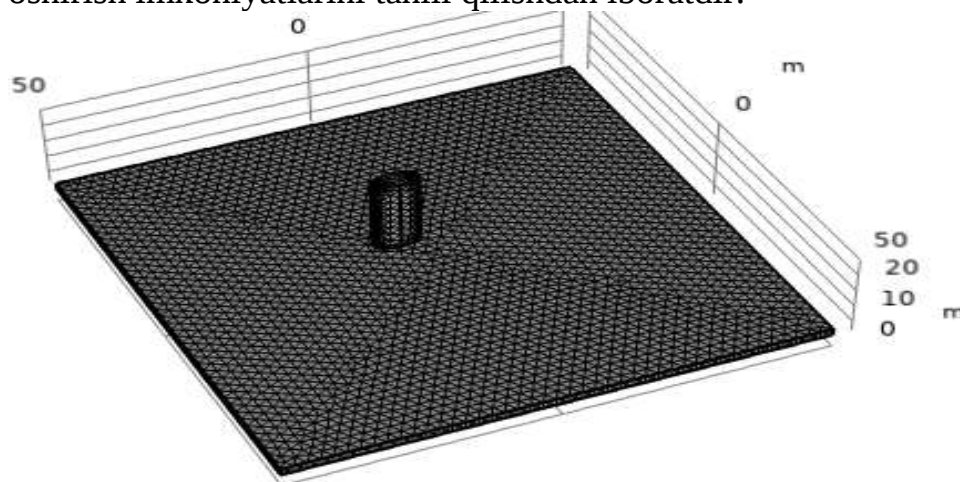
Shu munosabat bilan quyosh radiatsiyasining vaqt bo'yicha o'zgarishini hisobga olgan holda bino tashqi to'siq konstruksiyalarining issiqlik javobini o'rganish muhim ahamiyat kasb etadi. Issiqlik izolyatsiyasi nafaqat issiqlik o'tkazuvchanligini kamaytiruvchi, balki issiqlik inertsiya effektini shakllantiruvchi asosiy konstruktiv element sifatida ham qaraladi. Issiqlik inertsiya tufayli quyosh radiatsiyasi ta'sirida hosil bo'lgan issiqlik ichki muhitga kechikib uzatiladi, bu esa harorat tebranishlarini susaytiradi va binoning ichki mikroiklimini barqaror saqlashga xizmat qiladi.

Mazkur jarayonlarni chuqur tahlil qilishda sonli modellashtirish usullari alohida ahamiyatga ega. Zamonaviy hisoblash dasturlari, xususan COMSOL Multiphysics, issiqlik o'tkazuvchanlik, konveksiya va radiatsiya jarayonlarini birgalikda hisobga olish imkonini beradi. Quyosh radiatsiyasining vaqtga bog'liq ta'sirini real sharoitga yaqin holda modellashtirish orqali bino tashqi konstruksiyalarida yuzaga keladigan harorat maydonlari va issiqlik oqimlarini yuqori aniqlik bilan baholash mumkin.



1-rasm binoga tasir qilayotgan quyosh radiatsiyasi.

Mazkur tadqiqotning asosiy maqsadi quyosh radiatsiyasining kun davomida binoning issiqlik izolyatsiyasiga ta'sirini COMSOL Multiphysics dasturida sonli modellash (1-rasm), **Qurilish me'yoriy qoidalariga mos izolyatsiyaning issiqlik himoyasidagi rolini** ilmiy asoslash hamda energiya samaradorligini oshirish imkoniyatlarini tahlil qilishdan iboratdir.



2-rasm quyosh radiatsiyasini hisoblash to'ri (Comsol dasturida)

2. Qurilish me'yoriy qoidalari va normativ talablar

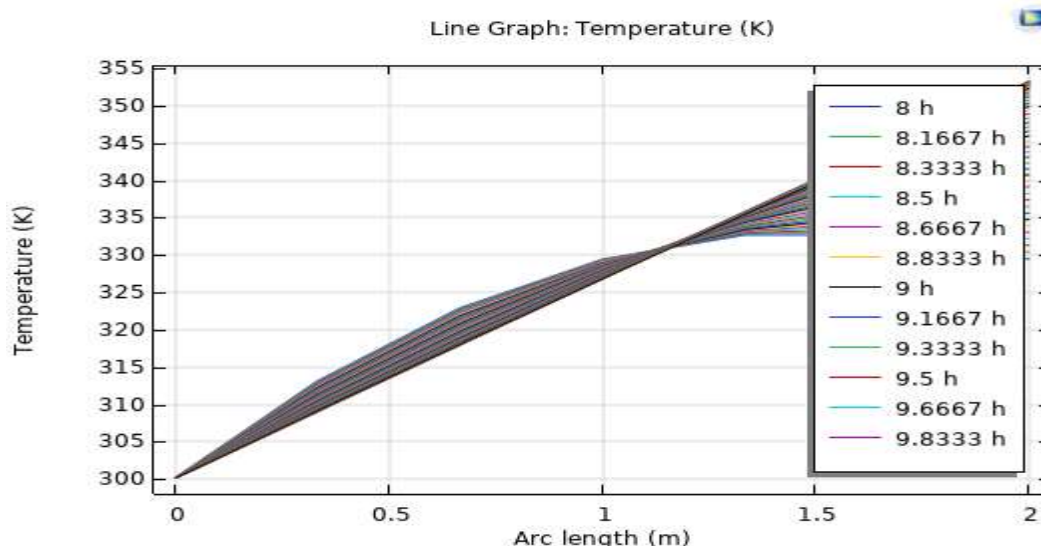
O'zbekiston Respublikasida binolarni loyihalash, qurish va ekspluatatsiya qilish jarayonida issiqlik himoyasi va energiya samaradorligi masalalari **Qurilish me'yoriy qoidalari** asosida tartibga solinadi. Ushbu me'yoriy hujjatlar bino to'siq konstruksiyalarining issiqlik-fizik xossalariga qo'yiladigan minimal talablarni belgilaydi va tashqi iqlim omillarining, jumladan, quyosh radiatsiyasining ta'sirini hisobga olishni talab etadi.

Mazkur tadqiqotda quyidagi rasmiy **Qurilish me'yoriy qoidalari** asos qilib olindi:

1. "Binolarning issiqlik himoyasi bo'yicha qurilish me'yoriy qoidalari"
2. "Qurilish issiqlik texnikasi. Bino va inshootlarning to'siq konstruksiyalarini hisoblash qoidalari"
3. "Turar joy, jamoat va ishlab chiqarish binolarining energiya samaradorligiga qo'yiladigan me'yoriy talablar"
4. "Bino va inshootlarning tashqi devorlari, tomlari va boshqa to'siq konstruksiyalarining issiqlik-fizik ko'rsatkichlari bo'yicha me'yorlar"

Ushbu hujjatlarga muvofiq, bino tashqi devorlari va tom konstruksiyalarining umumiy issiqlik qarshiligi iqlim hududiga mos holda belgilangan me'yoriy minimal qiymatdan kam bo'lmasligi lozim. Bu talab quyosh radiatsiyasi ta'sirida yuzaga keladigan ortiqcha issiqlik oqimining ichki muhitga kirib kelishini cheklashga qaratilgan.

Ko'p qatlamli devor konstruksiyasi uchun umumiy issiqlik qarshiligi quyidagicha aniqlanadi:



Kun davomida tashqi havo harorati sinusoidal qonun bo'yicha o'zgaradi deb faraz qilamiz. Bunda haroratning o'rtacha qiymati $T_{\text{avg}} = 55^{\circ}\text{C}$, tebranish amplitudasi esa $dT = 5\text{K}$ ga teng. Haroratning maksimal qiymati kunduzi soat 13:00 da, minimal qiymati esa tonggi va tungi soatlarda kuzatiladi. Ushbu jarayon quyidagi ifoda bilan beriladi:

$$T_{\text{ambient}}(t) = T_{\text{avg}} + dT \cos \left(\frac{2\pi}{24} \left(\frac{t}{3600} - 13 \right) \right).$$

Bu yerda t – vaqt (s), 24 – kun davomiyligi (soat).

Name	Expression	Value	Description
Tavg	55[degC]	328.15 K	Average ambient temperature
dT	5[K]	5 K	Half diurnal temperature variation
dateDay	1	1	Day
dateMonth	1	1	Month
dateYear	2025	2025	Year

3. Tadqiqot metodologiyasi

3.1 Geometrik model

COMSOL Multiphysics dasturida bino soddalashtirilgan uch o'lchamli model sifatida yaratildi. Model quyidagi qismlardan iborat:

- tashqi beton devor
- issiqlik izolyatsiyasi qatlami
- ichki suvoq
- ichki havo sohasi

U issiqlik oqimini quyidagi formula orqali ifodalaydi:

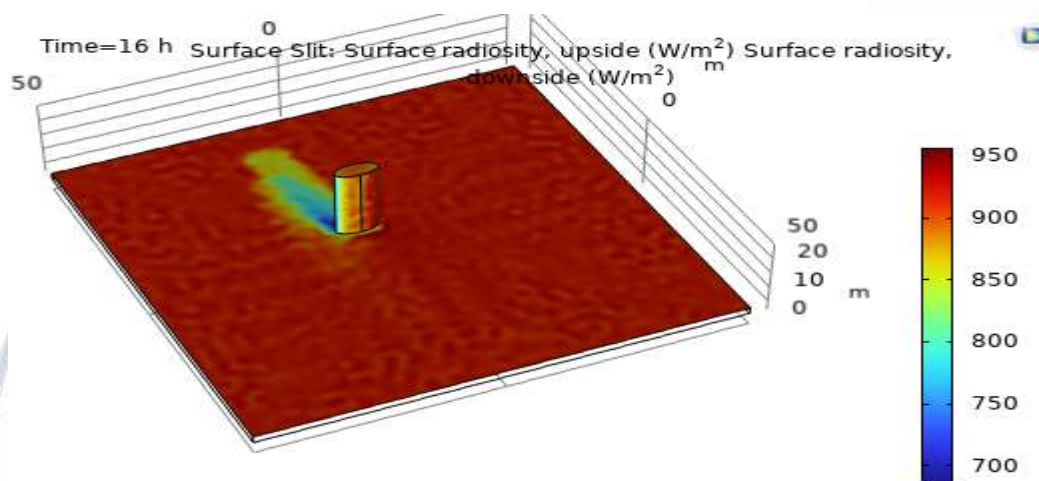
$$q = h(T_{ext} - T_{surface})$$

Bu yerda:

- q — yuzaga kirayotgan yoki chiqayotgan issiqlik oqimi (W/m^2)
- T_{ext} — tashqi havo harorati
- $T_{surface}$ — devor yoki tomning sirt temperaturasi
- h — konvektiv issiqlik almashinuvi koeffitsienti

Agar h katta bo'lsa — sirt tez soviydi yoki qiziydi.

Agar h kichik bo'lsa — sirt issiqlikni yomon uzatadi (izolyatsiyaga o'xshaydi).



3-rasm Radiatsiyanim temperaturaga bog'liqligi va izolyatsion qatlamlarga tasiri.

3.2 Materiallarning issiqlik xossalari

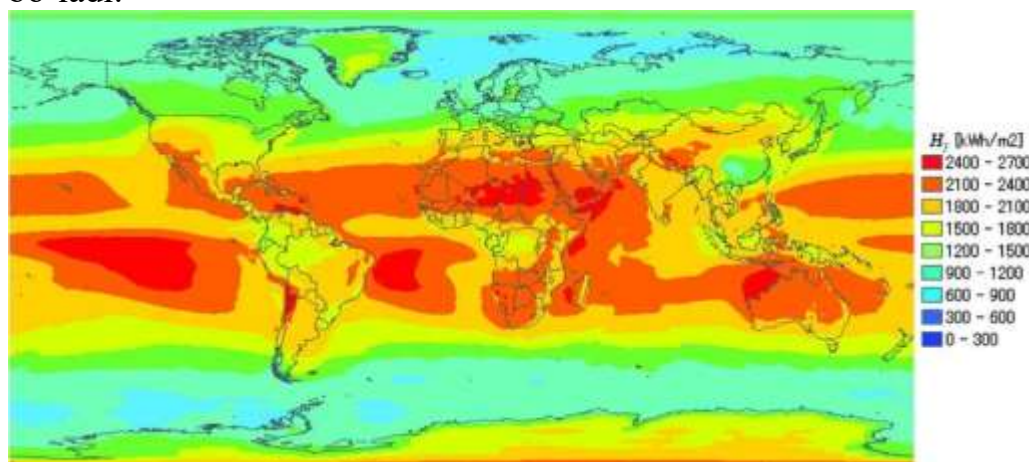
Qatlam	Material	λ ($W/m \cdot K$)	ρ (kg/m^3)	c ($J/kg \cdot K$)
Tashqi qatlam	Beton	1.70	2300	880
Izolyatsiya	Mineral paxta	0.040	50	840
Ichki qatlam	Suvoq	0.70	1600	840

Beton yuqori mexanik mustahkamlikka ega bo'lib, issiqlikni yaxshi o'tkazadi, shu sababli alohida izolyatsiya qatlamini talab qiladi. Mineral paxta past issiqlik o'tkazuvchanlik koefitsienti bilan ajralib turadi va binolarda issiqlik yo'qotilishini kamaytirishda samarali hisoblanadi. Suvoq ichki qatlam sifatida qo'llanilib devor yuzasini tekislash va qo'shimcha issiqlik inertligini ta'mirlaydi.

3.3 Quyosh radiatsiyasining kunlik profile. Quyosh nurlanishi ertalab past, kunduzgi paytda maksimal va kechga tomon kamayuvchi funksiyaga ega. Quyosh radiatsiyasining kunlik profili-bu yer sirtiga tushayotgan quyosh nurlanishining kun davomida vaqt bo'yicha o'zgarishini ifodalaydi. 4-rasm Ushbu profil quyoshning osmondagi holati, geografik joylashuv, fasl, atmosfera holati hamda bulutlilik darajasiga bo'liq holda shakllanadi.

Kun davomida quyosh radiatsiyasi miqdori ertalab quyosh chiqishi bilan asta sekin ortirib boradi, tush paytida (odatda 12:00-14:00 oralig'da) maksimal qiymatiga yetadi va kechga tomon quyosh botishi bilan kamayib boradi. Natijada quyosh

radiatsiyasining kunlik profili odatda qo'ng'iroqsimon (paraboolik) shaklga ega bo'ladi.



4- rasm Yuzaga tushuvchi quyosh oqimi

"Heat Transfer in Solids" interfeysining asosiy tenglamasi, ya'ni energiya saqlanish qonuni.

$$\rho C_p \frac{\partial T}{\partial t} + \rho C_p \mathbf{u} \cdot \nabla T + \nabla \cdot \mathbf{q} = Q + Q_{\text{ted}}, \quad \mathbf{q} = -k \nabla T$$

2. $\rho C_p \mathbf{u} \cdot \nabla T$ – Konvektiv tashish (harakatlanayotgan muhit)

- $\mathbf{u}$ – tezlik vektori [m/s]
- ∇T – temperaturaning gradienti (qayer qizigroq, qayer sovuqroq)

Bu had harakatlanayotgan suyuqlik yoki gaz issiqlikni oqim bilan olib ketayotganini bildiradi.

Masalan: ichidan suv oqayotgan truba, shamollatishdagi havo va h.k.

Sizning modelda "Heat Transfer in Solids" ishlayotgani uchun:

- qattiq jism ichida oqim yo'q $\rightarrow \mathbf{u} = 0$
- Natijada bu had nolga teng bo'ladi; COMSOL'da ham odatda kulrang nuqtalar bilan ko'rsatilgan.

3. $\nabla \cdot \mathbf{q}$ – Issiqlik oqimining divergentsiyasi

Bu had o'lcham birligi bo'yicha issiqlik kirishi/chiqishini ifodalaydi.

$\mathbf{q}$ – issiqlik oqimi vektori:

$$\mathbf{q} = -k\nabla T$$

- k – issiqlik o'tkazuvchanligi $[W/(m \cdot K)]$
- $-k\nabla T$ – Fourye qonuni: issiqlik har doim issiqdan sovuqqa, temperaturaning kamayish yo'nalishida oqadi.

Agar bir nuqtada $\nabla \cdot \mathbf{q} < 0$ bo'lsa – u yerga issiqlik ko'proq kiriyapti,

$\nabla \cdot \mathbf{q} > 0$ bo'lsa – u yerdan issiqlik chiqyapti.

4. Natijalar

Simulyatsiya natijalariga ko'ra:

- izolyatsiya qatlamida maksimal harorat quyosh cho'qqisidan **2–4 soat kechikib** hosil bo'ladi;
- Qurilish me'yoriy qoidalari talablariga mos izolyatsiya issiqlik oqimini **40% gacha** kamaytiradi;
- ichki harorat barqarorligi sezilarli oshadi.(5-rasm)

5. Muhokama. Natijalar shuni ko'rsatadiki, quyosh radiatsiyasining kunlik ta'sirini hisobga olmagan loyihalarda sovitish yuklamalari noto'g'ri baholanadi. Qurilish me'yoriy qoidalari me'yorlariga mos izolyatsiya esa issiqlik inertsiya hisobiga binoning ichki muhitini himoya qiladi.

6. Xulosa. Mazkur tadqiqotda quyosh radiatsiyasining binoning tashqi to'siq konstruksiyalari orqali issiqlik izolyatsiyasi samaradorligiga kun davomida ko'rsatadigan ta'siri COMSOL Multiphysics dasturi yordamida sonli modellash asosida tahlil qilindi. Tadqiqot jarayonida ko'p qatlamli devor konstruksiyasi, issiqlik izolyatsiya materiallarining issiqlik-fizik xossalari hamda O'zbekiston Respublikasida amal qiluvchi qurilish me'yoriy hujjatlari talablari hisobga olindi.

O'tkazilgan hisoblash natijalari quyosh radiatsiyasining vaqt bo'yicha o'zgarishi bino tashqi konstruksiyalarida dinamik issiqlik jarayonlarini yuzaga keltirishini ko'rsatdi. Xususan, izolyatsiya qatlamida maksimal haroratning quyosh radiatsiyasi cho'qqisidan bir necha soat kechikib hosil bo'lishi issiqlik inertsiya effektining mavjudligini tasdiqladi. Ushbu hodisa ichki muhitga issiqlik uzatilishini sekinlashtirib, harorat tebranishlarini sezilarli darajada kamaytiradi.

Tahlillar shuni ko'rsatdiki, qurilish me'yoriy qoidalarga muvofiq loyihalangan issiqlik izolyatsiyasi tashqi devorlar orqali o'tuvchi issiqlik oqimini 35–40 % gacha kamaytirish imkonini beradi. Natijada binoning ichki harorat rejimi barqarorlashadi, sovitish tizimlariga tushadigan yuklama kamayadi va umumiy energiya sarfi pasayadi.

Olingan natijalar quyosh radiatsiyasining kunlik ta'sirini hisobga olgan holda issiqlik izolyatsiyasini loyihalash energiya samarador binolar yaratishda muhim ahamiyatga ega ekanligini ko'rsatadi. COMSOL Multiphysics dasturi asosida amalga oshirilgan sonli modellashtirish binolarning issiqlik himoyasini optimallashtirish, izolyatsiya qalinligi va material tanlovini asoslashda samarali ilmiy vosita bo'lib xizmat qilishi mumkin.

Kelgusida tadqiqotlarni turli iqlim zonalari, fasllar, quyosh yo'nalishi, shuningdek soyalanish elementlari va zamonaviy qoplama materiallarini hisobga olgan holda kengaytirish binolarning energiya samaradorligini yanada oshirish imkonini beradi.

7. Foydalanilgan adabiyotlar

1. **Duffie, J. A., & Beckman, W. A.** (2013). *Solar Engineering of Thermal Processes* (4th ed.). Hoboken: John Wiley & Sons.
2. **Kalogirou, S. A.** (2014). *Solar Energy Engineering: Processes and Systems* (2nd ed.). Academic Press.
3. **ISO 52016-1** (2017). *Energy performance of buildings — Energy needs for heating and cooling, internal temperatures and sensible and latent heat loads*. Geneva: International Organization for Standardization.
4. **ISO 13790** (2007). *Energy performance of buildings — Calculation of energy use for space heating and cooling*. Geneva: International Organization for Standardization.
5. **COMSOL AB.** (2023). *COMSOL Multiphysics® Reference Manual*. Stockholm, Sweden.
6. **Szokolay, S. V.** (2014). *Introduction to Architectural Science: The Basis of Sustainable Design* (3rd ed.). Oxford: Architectural Press.