PANEL NURLANISHLI ISITISH TIZIMIDA FAZAVIY O‘TUVCHI MATERIAL VA UNING TEXNIK IQTISODIY NATIJALARINI HISOBLASH.

Kamolov Jo‘rabek
Buxoro davlat universiteti, Buxoro sh., O‘zbekiston
E-mail: kamalovjurabek92@gmail.com
Hikmatov Ilhom
Buxoro davlat universiteti, Buxoro sh., O‘zbekiston
Rahimova Volida
Buxoro davlat tibbiyot instituti, Buxoro sh., O‘zbekiston
Samiyev Kamoliddin
Buxoro davlat universiteti, Buxoro sh., O‘zbekiston

Annotatsiya. Mazkur tadqiqotda O‘zbekiston iqlim sharoitida parabolik konsentrator bilan ishlovchi panel-nurlanishli isitish tizimining energiya tejamkorligi, issiqlik akkumlatsiyasi va nurlanish orqali issiqlik uzatish jarayonlari eksperimental o‘rganilgan. FO‘M joylashtirilgan hamda joylashtirilmagan ikki turdagi panel nurlanishli pollarning texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlari taqqoslab baholangan. Past haroratda ishlashi, elektr va yoqilg‘i resurslariga qaramlikni kamaytirishi hamda aholining isitish xarajatlarini qisqartirishi mumkinligi aniqlab berilgan. Shunday qilib, panel-nurlanishli isitish tizimlarini mahalliy sharoitga moslashtirish, ularning texnik-iqtisodiy samaradorligini hisoblash va amaliyotga tatbiq etish muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega bo‘lib, ichki mikroiqlimni barqaror saqlashi hamda o‘zini oqlash muddati hisoblangan.

Kalit so‘zlar: quyosh energiyasi, faza o‘zgartiruvchi material (paraffin), panel-nurlanishli isitish tizimi, issiq pol, energiya akkumulyatsiyasi, xarajatlarni qoplash muddati.

Аннотация. В данном исследовании экспериментально изучены энергосбережение, аккумуляция тепла и процессы теплопередачи излучением в панельно-лучистой системе отопления, работающей на основе параболического концентратора в климатических условиях Узбекистана. Проведена сравнительная оценка технико-экономических показателей двух типов панельных лучистых полов с использованием материал с фазовым переходом и без него. Установлено, что система может функционировать при низких температурах теплоносителя, снижать зависимость от электроэнергии и традиционных видов топлива, а также уменьшать расходы населения на отопление. Таким образом, адаптация панельно-лучистых систем отопления к местным условиям, расчет их технико-экономической эффективности и внедрение в практику имеют важное научное и прикладное значение,

ISSN 3030-3907

обеспечивая стабильный внутренний микроклимат и обоснованный срок окупаемости.

Ключевые слова: солнечная энергия, материал с фазовым переходом (парафин), панельно-лучистая система отопления, тёплый пол, аккумулирование энергии, срок окупаемости.

Abstract. This study experimentally investigates the energy efficiency, heat storage capability, and radiative heat transfer processes of a panel-radiant heating system operating with a parabolic concentrator under the climatic conditions of Uzbekistan. A comparative evaluation of the technical and economic performance of two types of panel-radiant floors one incorporating phase change material (PCM) and the other without PCM was conducted. The results indicate that the system can operate effectively at low supply temperatures, reduce dependence on electricity and conventional fuels, and lower household heating expenses. Therefore, adapting panel-radiant heating systems to local conditions, assessing their techno-economic efficiency, and implementing them in practice hold significant scientific and practical importance, ensuring a stable indoor microclimate and a justified payback period.

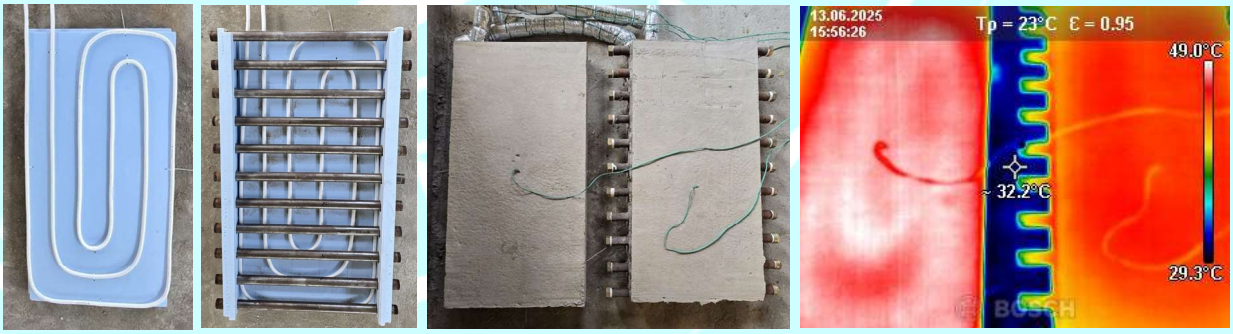
Keywords: solar energy, phase change material (paraffin), panel-radiant heating system, radiant floor, energy storage, payback period.

Kirish

Butun dunyoda energetika va ekologik muammolar tobora kuchayib borayotgan bir paytda, qurilish sektorida energiya samaradorligini oshirish hamda ekologik jihatdan qulay yondashuvlarni targ‘ib qilishni jadallashtirish zarurati ortib bormoqda [1-4]. Energetika inqirozi va iqlim o‘zgarishi XXI asrda insoniyat uchun jiddiy muammolarni keltirib chiqarmoqda. Yuqori energiya sarflaydigan binolarning katta qismi rivojlanayotgan qurilish sanoati bilan bog‘liq. Ta’kidlash joizki, binolarning umumiy energiya sarfining 50 foizdan ortig‘i isitish, shamollatish va havoni sovutish hissasiga to‘gri kelgan [5]. An’anaviy umumiy havo tizimlari o‘tgan asr davomida sezilarli darajada rivojlanib, turar-joy binolarida ham sanoat binolarida ham keng qo‘llanilishiga erishilgan [6-8]. Ichki issiqlik qulayligiga qo‘yiladigan talablar oshib borgan sari bu tizimlarning o‘ziga xos cheklovlari tobora yaqqolroq namoyon bo‘lmoqda. Odatda bunday tizimlar butun fazoni isitish yoki sovutish uchun katta hajmdagi havoni aylantiradi. Bu esa noqulay havo oqimlari va maqbul bo‘lmagan havo tezliklariga olib kelishi mumkin. Buning ustiga bu tizimlarda havoni taqsimlash uchun zarur bo‘lgan yuqori quvvatli ventilyatorlar muqarrar ravishda shovqin keltirib chiqaradi. Barcha havo tizimlariga xos bo‘lgan ushbu asosiy kamchiliklar muqobil texnologiyalarni izlashga turtki bo‘lmoqda [9-10]. Qolaversa shiddatli urbanizatsiya sharoitida binolar energiya sarfi masalasi tobora dolzarb tus olmoqda [11-12]. Jahon

ISSN 3030-3907

miqyosida urbanizatsiyaning tezlashuvi energiya iste'moli tuzilmasi va bino bilan bog‘liq uglerod chiqindilarini sezilarli ortganini ko‘rsatgan [13-14]. Hisob-kitoblarni o‘rganishga ko‘ra, panel nurlanishli isitish tizimiga kiruvchi 90 °C haroratda tizim yuzasining temperaturasi me'yordan oshib, qulaylik sharoitini buzadi. Panel nurlanishli isitish tizimiga kiruvchi 55 °C da esa yuzadagi temperatura nisbatan bir tekis taqsimlanib, talab etilgan qiymatdan (22-26) ℃ oshmaydi [15]. Quyosh energiyasi bilan integratsiyalashgan panel nurlanishli isitish tizimlari 70 - 80% gacha issiqlik samaradorligini ta'minlashi ilmiy jihatdan asoslangan bo‘lib, ular barqaror energiya ta'minotini yaratishda muhim ahamiyat kasb etadi [16]. Panel nurlanishli isitish tizimi ichidagi plastik quvur, konsentrator fokusidagi mis quvuri FO‘M joylashtirilgan quvurlarning issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyenti, solishtirma issiqlik sig‘imi isitish tizimlarining umumiy issiqlik samaradorligiga bevosita ta'sir qilib, panel nurlanishli isitish tizimlari ichida aniq namoyon bo‘ladi. COMSOL Multiphysics dasturida tuzilgan matematik modelda [15] hisoblangan hamda eksperemental olingan natijalar bir birini takrorlaydi 1-rasm.



a-rasm **b-rasm** **c-rasm**

1-rasm. FO‘M joylashtirilmagan va FO‘M joylashtirilgan panel nurlanishli isitish tizimli eksperemental amaliy tadqiqot ishini dastlabki (a), tayyor (b), va so‘nggi energiya berilgan holatdagi (c) ko‘rinishlari.

TADQIQOT OB'YEKTI TAVSIFI.

Tadqiqot ob'yekti 1-rasmda ko‘rsatilgandek tayyorlab bajarilgan. Bunda 60*120*5 smdan iborat 2 dona penopleks, ustiga 350 markalik beton qoplama qilingan bo‘lib birining ichiga 1-a rasmda ko‘rsatilgandek FO‘M joylashtirilmagan ikkinchisida esa joylashtirilgan. Konsentrator fokusida esa 2-b rasmdagidek mis trubadan yasalgan 2-c rasm yassi spiral qabul qilgich joylashtirilgan. Suvning massa sarfi 0.026 kg/s bo‘lgan tsirkulatsion nasos joylashtirilgan 2- a rasm.

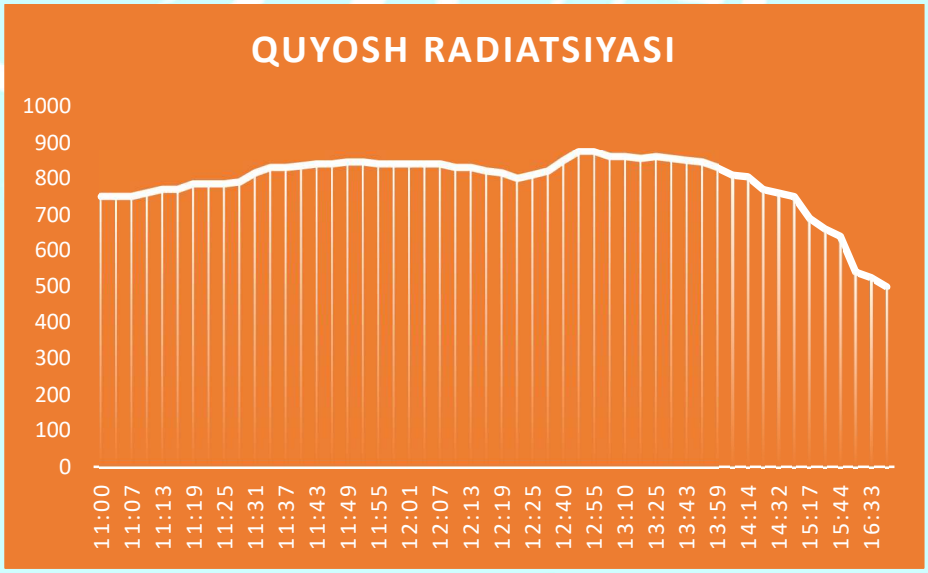
ISSN 3030-3907





a rasm **b rasm** **c rasm**

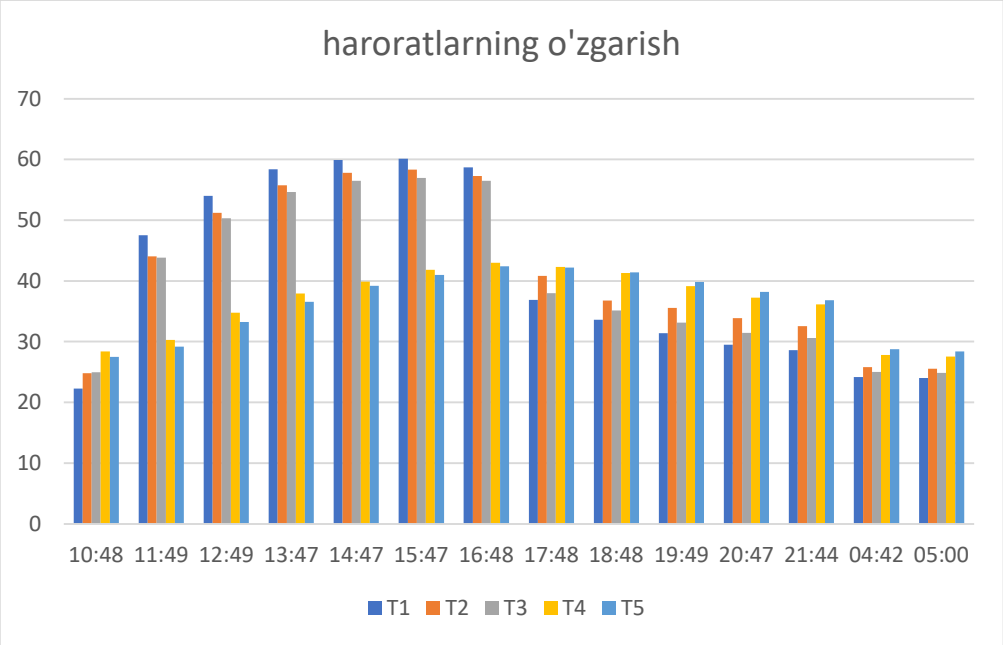
2-rasm. Tadqiqot ob'yektining ko'rinishi



3-rasm 13.06.2025 sanadagi quyosh radiatsiyasi ko'rinishi

Parabolik konsentrator asosida panel nurlanishli va energiya akkumlatsiya qiluvchi isitish tizimining faza o'zgartiruvchi material ya'ni paraffin joylashtirilganida temperatura nisbattan tekis taqsimlagani 1- c rasm ikkinchi qism hamda energiya nisbattan uzoqroq akkumlatsiya qilinganini ko'rish mumkin 4-rasm.

ISSN 3030-3907



4-rasm 13.06.2025y sanadagi panel nurlanishli isitish tizimida haroratlarning ko‘rinishi

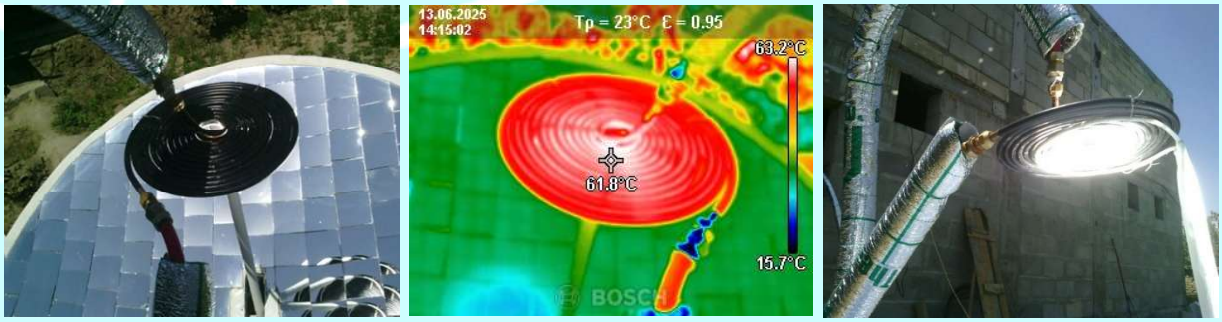
T1- Konsentrator issiqlik qabul qilgichida issiqlik tashuvchi suyuqlikning issiq pollarga kelib kirayotgandagi harorati.

T2- FO‘M siz issiq poldan chiqqan issiqlik tashuvchi suyuqlik harorati

T3- FO‘M li issiq poldan chiqqan issiqlik tashuvchi suyuqlik harorati.

T4- FO‘M siz issiq pol sirti harorati

T5- FO‘M li issiq pol sirti harorati



5-rasm. Konsentrator qabul qilgichida issiqlik tashuvchi suyuqlik harakatlanadigan spiral quvurning teplovizor harorat o‘lchovchi qurilmasida olingandagi ko‘rinishlari.

Fazaviy o‘tuvchi materialga ega issiq polli panel-nurlanish isitish tizimi tarkibiy elementlarining issiqlik-fizikaviy xossalari

1-jadval

t/r	Tarkibiy qism nomi	Issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyenti, W/m·K	Solishtirma issiqlik sig‘imi, J/kg·K	Zichligi, kg/m^3
	Plastik quvur	0.41	2250	1000

ISSN 3030-3907

	Metall quvur	51	485	7900
	Beton	1.15	900	2350
	Fazaviy o‘tuvchi material (paraffin)	0.26	2090	850
	Quvurlar uchun izolyat-siya qatlami	0.035	2000	30

Fazaviy o‘tuvchi materialga ega panel nurlanishli isitish tizimiga sarf etilgan mablag‘ miqdori

2-jadval

t/r	**Material nomi**	**Miqdori**	**Narxi, ming so‘m**
	Fazaviy o‘tuvchi material (parafin), kg	7	112.5
	Metall quvur, m	7.7	108
	Metall tiqin, ta	22	10
Hammasi			**230.5**

HISOBLASH USULI VA NATIJALAR.

Xarajatlarni qoplash muddati quyidagicha aniqlanadi

$$SPP = \frac{C_s}{C_E} \qquad (1)$$

Bunda, SPP- xarajatlarni qoplash muddati; C_s- fazaviy o’tuvchi materialga ega issiq pol narxi; C_E- iqtisod qilingan energiya miqdori narxi. Iqtisod qilingan energiya miqdori narxini quyidagicha aniqlash mumkin

$$C_E = C_f + C_a \qquad (2)$$

bunda C_f- turar-joy binosi polidan bo’ladigan issiqlik yo’qolishlarining narxi.

Issiqlik himoyasining birinchi darajasiga ega turar-joy binosining solishtirma issiqlik iste’moli 218.9 kW·h/m^2, issiqlik himoyasining ikkinchi darajasiga ega turar-joy binosining solishtirma issiqlik iste’moli 151.8 kW·h/m^2, issiqlik himoyasining uchinchi darajasiga ega turar-joy binosining solishtirma issiqlik iste’moli 123.4 kW·h/m^2 [17].

Turar-joy binosining elementlari bo‘yicha issiqlik yo‘qolishlari balansidan ko‘rish mumkinki pol orqali issiqlik yo‘qolishlari 7% ni tashkil etadi [18]. Fazaviy o‘tuvchi materialga ega panel-nurlanish isitish tizimida akkumulyatsiya qilingan energiya miqdori quyidagicha aniqlanadi:

$$Q_a = h_o F\left(T_{pcm} - T_f\right) \cdot \Delta\tau \qquad (3)$$

Bunda, Q_a- fazaviy o‘tuvchi materialga ega issiq polda akkumulyatsiya qilingan energiya miqdori; h_o- issiqlik berish koeffitsiyenti; F- yuza; T_{pcm} va T_f- mos ravishda fazaviy o‘tuvchi materialga ega issiq pol sirti va fazaviy o‘tuvchi materialga ega bo‘lmagan issiq pol sirtining temperaturalari; $\Delta\tau$- vaqt.

ISSN 3030-3907

Taklif etilayotgan qurilmaning texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlari jumaladan, xarajatlarni qoplash muddatini aniqlashda (1) tenglamadan foydalaniladi. Bunda C_s ning qiymati 2-jadval asosida, C_E ning qiymati esa (2) va (3) tenglamalar orqali aniqlanadi.

Hisoblashlar ko‘rsatishicha C_s 230.5 ming so‘mga teng. C_E ning qiymati esa issiqlik himoyasining birinchi darajasiga ega turar-joy binosi uchun har bir m^2 yuzadan 56126 so‘m (*energiya resurslariga* 16.04.2024 *yildagi bazaviy ta’riflar bo‘yicha)* iqtisod qilingan. (1) tenglama orqali hisoblangan xarajatlarni qoplash muddati o’rtacha 4.1 yilga teng. Shuningdek, tadqiqot obyektidan foydalanganda atrof-muhitga chiqariladigan CO_2 miqdorining kamayishi quyidagi matematik ifoda bilan aniqlanadi:

$$M_{CO_2} = \frac{\Delta Q}{g_u \eta_u} F_{CO_2} \frac{44}{12} \qquad (4)$$

Bunda, M_{CO_2}- atmosferaga chiqadigan CO_2 miqdorining kamaygan qiymati; η_u- isitish tizimining foydali ish koeffitsiyenti; g_u- yoqilg’ining solishtirma yonish issiqligi; F_{CO_2}- turli energiya manbalarining uglerod emissiya omili.

Hisoblashlar ko’rsatishicha fazaviy o’tuvchi materialga ega issiq polli panel nurlanish tizimining qo’llanishi natijasida har 1 m^2 qurilma maydonidan yillik atmosferaga yonilg’i gaz bo’lganda 9.5 kg (ko’mir bo’lganda 32.7 kg) CO_2 gazi chiqishining oldi olinadi.

XULOSA.

Ushbu tadqiqot ishida texnik iqtisodiy ko‘rsatgichlar aniqlangan bo‘lib fazaviy o‘tuvchi materialga ega panel-nurlanish isitish tizimida (birlik yuzada) akkumulyatsiya qilingan energiya va isitish mavsumida tejalgan mablag‘ issiqlik himoyasining birinchi darajasiga ega turar-joy binosi, qish faslida quyosh radiatsiyasi orqali isitish davomiyligini o‘rtacha 2 soat deb har bir m^2 yuzadan 56126 so‘m tejalishi, 2xonali 60m^2 yuzali turar joy binosi uchun esa 3367560 so‘m *(energiya resurslariga* 16.04.2024 *yildagi bazaviy ta’riflar bo‘yicha)* iqtisod qilish mumkinligi yuqorida ko‘rsatib o‘tilgan tenglamalar orqali hisoblanganda xarajatlarni qoplash muddati o‘rtacha 4.1 yilga tengligi hisoblab o‘tilgan.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. H. Chiang, C.Y. Wang, J.S. Huang, Evaluation of cooling ceiling and mechanical ventilation systems on thermal comfort using CFD study in an office for subtropical region, Build. Environ. 48 (2012) 113–127.

2. Y. He, N. Li, Q. Huang, A field study on thermal environment and occupant local thermal sensation in offices with cooling ceiling in Zhuhai, China, Energ. Buildings 102 (2015) 277–283.

ISSN 3030-3907

3. C. Karmann, S. Schiavon, F. Bauman, Thermal comfort in buildings using radiant vs. all-air systems: A critical literature review, Build. Environ. 111 (2017) 123–131.
4. Z. Tian, L. Yang, X. Wu, Z. Guan, A field study of occupant comfort with radiant ceiling cooling and overhead air distribution system, Energ. Buildings 223 (2020) 109949.
5. Gonzalez-Torres, ´ M., P´erez-Lombard, L., Coronel, J.F., Maestre, I.R., Yan, D., 2022. A review on buildings energy information: trends, end-uses, fuels and drivers. Energy Report. 8, 626–637. https://doi.org/10.1016/j.egyr.2021.11.280.
6. Aviv, D., Chen, K.W., Teitelbaum, E., Sheppard, D., Pantelic, J., Rysanek, A., Meggers, F., 2021. A fresh (air) look at ventilation for COVID-19: estimating the global energy savings potential of coupling natural ventilation with novel radiant cooling strategies. Appl. Energy. 292, 116848. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.116848.
7. Isazadeh, A., Kamal, R., Yagua, C., Eluvathingal, S., Claridge, D.E., 2021. Detecting deficiencies using building performance data in healthcare facilities: improving operational efficiency with continuous commissioning ®. Energy Build. 241, 110953. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.110953.
8. Ascione, F., Bianco, N., Iovane, T., Mauro, G.M., Napolitano, D.F., Ruggiano, A., Viscido, L., 2020. A real industrial building: modeling, calibration and Pareto optimization of energy retrofit. J. Build. Eng. 29, 101186. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101186.
9. Foroozesh, J., Hosseini, S.H., Ahmadian Hosseini, A.J., Parvaz, F., Elsayed, K., Uygur Babaoglu, ˘ N., Hooman, K., Ahmadi, G., 2022. CFD modeling of the building integrated with a novel design of a one-sided wind-catcher with water spray: focus on thermal comfort. Sustain. Energy Technol. Assessment. 53, 102736. https://doi. org/10.1016/j.seta.2022.102736.
10. Edwards, K., De Rosa, M., Finn, D.P., 2021. Optimal control of fan coil battery air and water flow rates requiring minimal on-line measurements. Appl. Therm. Eng. 198, 117469. https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2021.117469.
11. T. Alves, L. Machado, R.G. de Souza, P. de Wilde, A methodology for estimating office building energy use baselines by means of land use legislation and reference buildings, Energy Build. 143 (2017) 100-113. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.03.017.
12. J. Liu, M. Heidarinejad, S. Gracik, D. Jareemit, J. Srebric, The impact of surface convective heat transfer coefficients on the simulated building energy consumption and surface temperatures The 13th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Hong Kong, 2014.

ISSN 3030-3907

13. M. Economidou, V. Todeschi, P. Bertoldi, D. D'Agostino, P. Zangheri, L. Castellazzi, Review of 50 years of EU energy efficiency policies for buildings, Energy Build. 225 (2020) 110322.
14. J. Srebric, M. Heidarinejad, J. Liu, Building neighborhood emerging properties and their impacts on multi-scale modeling of building energy and airflows, Build. Environ. 91 (2015) 246-262. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.02.031
15. J. Kamolov, K. Samiev. "Temperature distribution in a panel-radiant heating system" International Journal of Science and Research Archive, 2025 14(02), 1617-1625-P. doi.org/10.30574/ijsra.2025.14.2.0560
16. Duffie, J.A., & Beckman, W.A**.** *Solar Engineering of Thermal Processes*. 4th Edition, John Wiley & Sons, 2013
17. UNDP, *Analysis of Results of Energy Monitoring*, Promoting Energy Efficiency in Public Buildings in Uzbekistan Project, Tables 4.4 & 5.6, pp. 25–36 & 54
18. Kwan, Y., & Guan, L. (2015). *Design a Zero Energy House in Brisbane, Australia*. Procedia Engineering, 121, 604–611. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.08.1046

ISSN 3030-3907