

Торайғыров университетінің
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Торайғыров университета

ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ ХАБАРШЫСЫ

Физика, математика және компьютерлік
ғылымдар сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА

Серия: Физика, математика
и компьютерные науки
Издается с 1997 года

ISSN 2959-068X

№ 4 (2022)
Павлодар

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ТОРАЙГЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА**

Серия: Физика, математика и компьютерные науки
выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания

№ KZ91VPY00046988

выдано

Министерством информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

публикация материалов в области физики, математики,
механики и информатики

Подписной индекс – 76208

[https://doi.org/ 10.48081/QTXQ7157](https://doi.org/10.48081/QTXQ7157)

Бас редакторы – главный редактор

Тлеукинов С. К., *ф.-м.г.д., профессор*

Заместитель главного редактора

Испуллов Н. А., *ф.-м.г.к., профессор*

Ответственный секретарь

Жумабеков А. Ж., *PhD*

Редакция алкасы – Редакционная коллегия

Esref Adali,

PhD докторы, профессор (Турция);

Qadir Abdul,

PhD докторы, профессор (Пакистан);

Домбаев К. М.,

ф.-м.г.д., профессор;

Демкин В. П.,

ф.-м.г.д., профессор (Российская Федерация);

Жумадилаева А. К.,

т.г.к., кауымд. профессор;

Ибраев Н. Х.,

ф.-м.г.д., профессор;

Косов В. Н.,

ф.-м.г.д., профессор;

Сеитова С. М.,

пед.г.д., профессор;

Шоканов А. К.,

ф.-м.г.к., профессор

Омарова А. Р.,

технический редактор

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров
университета» обязательна

© Торайгыров университет

СЕКЦИЯ «ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ФИЗИКА»

FTAMP 44.01.99

<https://doi.org// 10.48081/QWGE3716>

***А. М. Зайнуллина¹**

¹Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,
Қазақстан Республикасы, Астана қ.

ҒИМАРАТТЫҢ ЖЫЛУ РЕЖИМІН МОДЕЛЬДЕУ

Бұл мақала ғимараттарды жылыту кезінде жылу энергиясын тиімді пайдаланудың өзекті мәселесіне арналған. Ғимараттарды жылыту процесінде отын мен жылуды үнемдеу ғимараттардың жылу күйін энергияны тиімді басқару арқылы мүмкін болатыны белгілі. Қыс кезінде жылыту және жаз кезінде ауаны баптау үшін негізсіз жоғары энергия тұтыну, әдетте, ескірген жобалық шешімдерді, микроклиматты бақылау техникасын және энергия ағындарын басқару алгоритмдерін қолдана отырып, қоршау конструкцияларының тиімділігінің жеткіліксіздігіне байланысты. Мақалада ұсынылған жаңа модель ғимаратқа жылу түсімдері энергия балансының құрамдас бөліктерін бағалауды едәуір нақтылауға және жеделдетуге және үй-жайларды нақты пайдалану жағдайында жылу, суық және желдетудің нақты қажеттілігін анықтауға мүмкіндік береді. Жылыту жүйесін, атап айтқанда жылытуды энергияны тиімді реттеу ғимараттың жылу күйін жоғары сенімділікпен сипаттайтын математикалық модель негізінде ғана мүмкін болады. Бұл жұмыста ғимараттың жылу күйінің математикалық моделі салынған және оның параметрлік сәйкестендіру нәтижелері келтірілген. Алынған модель арқылы ғимараттың жылу күйін жеткілікті түрде сипаттайды және ол болашақта энергияны үнемдеуге және бөлмедегі микроклиматты ыңғайлы бақылауға мүмкіндік беретін реттеу объектісіне жақсы «бейімделеді».

Кілтті сөздер: жылу режимін модельдеу; бөлмедегі микроклимат; жылу жинақтау коэффициенті; жылу энергиясын үнемдеу; жылу күйін бақылау.

Кіріспе

Бүгінгі таңда энергияны үнемдеу мәселесі ерекше маңызға ие болды. Бұл дәстүрлі энергия көздерінің тапшылығына, оларды өндіруге кететін шығындардың артуына, сондай-ақ жаһандық экологиялық проблемаларға байланысты.

Қолданудың кез келген саласында энергия үнемдеу пайдасыз энергия ысыраптарын азайтуға, соның ішінде ғимараттарды жылумен жабдықтауға, атап айтқанда, жылу жүйесіне келеді. Дегенмен, қазіргі уақытта қолданыстағы тұрғын үй, қоғамдық және өндірістік ғимараттарды жылыту жүйелерінің көпшілігі бақыланбайтын режимде жұмыс істейді. Жылытқыштар ұзақ уақыт бойы шамадан тыс қуатқа ие және бұл үй ішіндегі ауаның қызып кетуіне әкеледі, бұл жылу жайлылығын жоғалтуды және жылу энергиясын шамадан тыс тұтынуды білдіреді. Алайда, жылу мен суды тұтынуды есепке алудың, жылу тұтынуды бақылаудың жеке құралдарының болмауы, сыртқы қабырғалардың қоршау конструкцияларының нашар тығыздалуы, жылу құбырындағы шығындар тұтынушыларға тұтынылатын энергия шығындарының 30–40 % – қосымша төлеуге мәжбүр етеді. [1, 3] Осы мәселелердің барлығы [1–14] Захаревич А. Е., Табунщиков Ю. А., Соколов Е. Я., Сканави А. Н., Чистович С. А., Ветров В. И., Ливчак В. И., Богословский В. Н. және т. б. сияқты ғалымдардың еңбектерінде кеңінен қамтылған.

Заманауи жылыту жүйелері энергияны аз тұтынумен бөлмедегі микроклиматтың қажетті параметрлерін қамтамасыз ететіндей басқарылуы керек.

Материалдар мен әдістер

Ғимараттың жылу режимін басқару алгоритмін жасау үшін ішкі ауа температурасының сыртқы климаттық жағдайларға, жылу беру жылдамдығына және ғимараттың сипаттамаларына тәуелділігін сипаттайтын математикалық модель құру қажет. Е. Я. Соколов [11] жасаған Модель әдебиетте кеңінен танымал. Ол квазистационарлық жуықтауларды қолдана отырып, жылу балансына негізделген. Модельді әзірлеу барысында Е. Я. Соколов [14] ғимараттың сыртқы қабырғасының орташа температурасын ішкі және сыртқы температуралардың жартысына тең деп санауды ұсынды. Алайда, егер соқтығысу қабырғасының қалыңдығы бойынша температураның таралуын егжей-тегжейлі қарастыратын болсақ, бұл мәнді дәлірек анықтауға болады. Шын мәнінде, бірдей квази–стационарлық тәсілді қолдана отырып, ғимараттың сыртқы қабырғасының орташа температурасын t алу оңай :

$$\bar{t} = (t_g - t_n) \cdot \left(\frac{\delta}{2R\lambda} + \frac{1}{\alpha_n R} \right) + t_n \quad (1)$$

мұндағы t_B , t_H – сәйкесінше ішкі және сыртқы температура, δ , R – ғимараттың сыртқы қабырғасының қалыңдығы және берілген жылу беру кедергісі, сәйкесінше λ материалдың жылу өткізгіштік коэффициенті, α_H ғимарат қабырғасының сыртқы беті үшін жылу беру коэффициенті.

мынаны білдіреді:

$$d\bar{t} = \left(\frac{\delta}{2R\lambda} + \frac{1}{\alpha_H R} \right) dt_B - \left(\frac{\delta}{2R\lambda} + \frac{1}{\alpha_H R} - 1 \right) dt_H \quad (2)$$

Қысқа уақыт ішінде жылу балансының теңдеуі dt формасын алады:

$$[W_0 - q_0 V(t_B - t_H)] d\tau = c \rho F \delta \cdot d(\bar{t} - t_H) \quad (3)$$

немесе (2) және бұл теңдеудің, $d(\bar{t} - t_H) = d\bar{t} - dt_H$ басқа формада болатындығын ескере отырып:

$$[W_0 - q_0 V(t_B - t_H)] d\tau = c \rho F \delta \left[\left(\frac{\delta}{2R\lambda} + \frac{1}{\alpha_H R} \right) dt_B - \left(\frac{\delta}{2R\lambda} + \frac{1}{\alpha_H R} - 1 \right) dt_H \right] \quad (4)$$

мұндағы W_0 – жылу жүйесінің қуаты, q_0 – ғимараттың меншікті жылу сипаттамалары, V – оның көлемі, F – ғимараттың сыртқы бетінің ауданы, ρ – қабырға материалының тығыздығы. Осылайша, бөлме температурасының дифференциалдық теңдеуі келесідей болады

$$\frac{c \rho F \delta}{q_0 V} \left(\frac{\delta}{2R\lambda} + \frac{1}{\alpha_H R} \right) \frac{dt_B}{d\tau} + t_B = \frac{W_0}{q_0 V} + \frac{c \rho F \delta}{q_0 V} \left(\frac{\delta}{2R\lambda} + \frac{1}{\alpha_H R} \right) \frac{dt_H}{d\tau} + t_H \quad (5)$$

Егер біз автоматты басқару теориясында дәстүрлі белгілерді қолданатын болсақ, онда (5) теңдеу келесідей болады

$$T_B \frac{dT_B}{d\tau} + t_B = k W_0 + T_H \frac{dT_H}{d\tau} + t_H \quad (6)$$

мұндағы $T_B = \frac{c \rho F \delta}{q_0 V} \left(\frac{\delta}{2R\lambda} + \frac{1}{\alpha_H R} \right)$ – бөлме температурасының уақыт

тұрақтысы, T_H – туынды сыртқы ауа температурасының уақыт константасы, яғни $T_B = T_H$, $k = \frac{1}{q_0 V}$ – «жылу жүйесінің қуаты – үй ішіндегі ауа температурасы» арнасының берілу коэффициенті [9].

(4) теңдеуден көріп отырғаныңыздай, «сыртқы ауа температурасы – бөлме температурасы» арнасының берілу коэффициенті 1-ге тең.

Егер біз Е. Я. Соколов ұсынған терминологияны [13] қолданатын болсақ, T_B уақыт константасын «ғимараттың жылу жинақтау коэффициенті» деп санау керек, мұнда T_B уақыт константасы мен ғимараттың жылу жинақтау коэффициенті арасындағы қатынас келесідей болады:

$$T_B = T_1 \times \left(\frac{\delta}{R\lambda} + \frac{2}{R\alpha_H} \right) \quad (7)$$

мұндағы $Tl = \frac{c\rho F\delta}{2q_0V}$ – Swer сәйкес ғимараттың жылу жинақтау коэффициенті.

Егер ауаның артық температурасының анықтамасы $\theta(\tau) = t_B - t_H$ енгізілсе, онда (6) теңдеуді келесі түрде ұсынуға болады:

$$T \frac{d\theta(\tau)}{d\tau} + \theta(\tau) = kW_0 \quad (8)$$

мұндағы $T = T_B = T_H$.

Ғимараттың жылу режимінің алынған математикалық моделінің тиімділігін тексеру үшін оны параметрлік оңтайландыру нөлге тең жылу жүйесінің қуатымен жүзеге асырылады, бұл бөлмені салқындату режимі. Жылыту жүйесінің қуаты нөлге тең болған кезде (8) теңдеудің шешімі келесі қатынаспен беріледі:

$$\theta(\tau) = \theta(0) \times \exp(-\tau / T) \quad (9)$$

мұндағы $\theta(0)$ – артық температураның бастапқы мәні. Бұл теңдеудің параметрлік идентификациясы T уақыт константасын анықтауға мүмкіндік береді. (9) теңдеуді жеңілдету үшін сызықтық түрлендіру қолданылады, басқаша айтқанда теңдеудің логарифмі алынады. Осыдан кейін біз аламыз:

$$\ln \theta(\tau) = \ln \theta(0) - \tau / T \quad (10)$$

Бұл теңдеуді параметрлік анықтау келесі критерийдің минимумына негізделген ең кіші квадраттар әдісін қолдану арқылы жүзеге асырылады:

$$I = \sum_{i=1}^n \left[\ln \theta^3(\tau_i) - \ln \theta(0) + \tau_i / T \right]^2 \rightarrow \min_T \quad (11)$$

Мұнда θ^3 – артық температураның эксперименттік мәні, τ_i – сәйкестендіру процесінде қолданылатын уақыт моменттері, n – эксперименттік нүктелер саны.

Параметрлік сәйкестендіру мәселесін шеше отырып, уақыт тұрақтысының оңтайлы мәні формула бойынша анықталғаны анықталды:

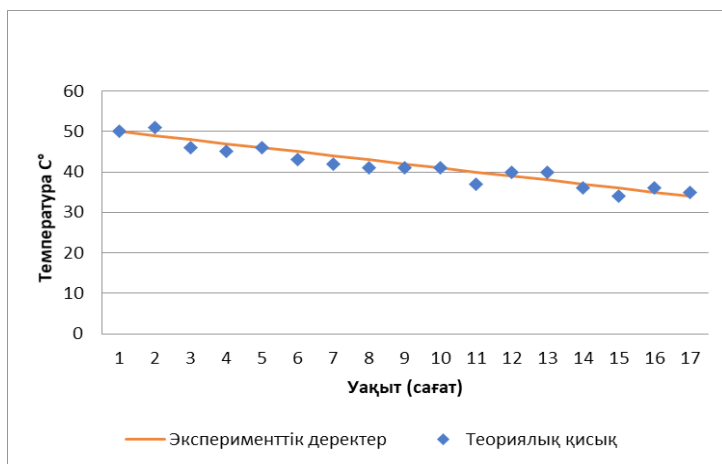
$$T = - \sum_{i=1}^n \tau_i^2 / \sum_{i=1}^n [\ln \theta^3(\tau_i) - \ln \theta(0)] \times \tau_i \quad (12)$$

Нәтижелер және талқылау

Модельді параметрлік сәйкестендіру үшін бөлменің жылу күйін ондағы жылыту жүйесін, яғни объектіні салқындату режимінде өшіру арқылы зерттеу эксперименті жүргізілді. Эксперимент БҚИТУ Энергетика, автоматтандыру

және есептеу техникасы кафедрасының жылыту зертханасында жүргізілді, онда жылыту жабдығы орталықтандырылған жылумен жабдықтау жүйесінен толығымен ажыратуға мүмкіндік береді. Эксперимент барысында өкілдік нүктедегі бөлме температурасы және сыртқы ауа температурасы өлшенді. Өкілдік нүкте еденнен 1,5 метр биіктікте және сыртқы қабырғалар мен жылыту құрылғыларынан 1 метр қашықтықта таңдалды. Өлшеу әр 30 минут сайын жүргізілді, эксперимент 12 сағатқа созылды. Температураны өлшеу үшін ИТ–17 К портативті микропроцессорлық температура өлшегіші екі К типті хромель–алюмель ТХА (никель хром–никель алюминий) термопараларымен бірге қолданылды.

Эксперименттік деректерді пайдалана отырып, көрсетілген Үй–жайлар үшін уақыт тұрақтысы $t=28,86$ сағат екені анықталды. s. суретте артық температураның эксперименттік мәндері белгіленген $t=28,86$ сағат уақыт тұрақтысының табылған мәні үшін салынған тәуелділік графигі (10) көрсетілген.



Сурет 1 – Артық температураның экспоненциалды қисығы

Қорытынды

Жоғарыда айтылғандарды қорытындылай келе, есептелген қисық эксперименттік деректерді жеткілікті түрде жақындатады. Ақыр соңында, мұның бәрі әзірленген модельдің сәйкестігін көрсетеді. Бұл модель ғимараттың жылу күйі болып табылатын реттеу объектісіне жақсы «бейімделеді», бұл болашақта бөлмедегі микроклиматты энергияны үнемдейтін және ыңғайлы бақылауға мүмкіндік береді.

ПАЙДАЛАНҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

1 **Захаревич, А. Е.** Особенности формирования микроклимата отапливаемых помещений // Энергетика. – 5. – 2009.

2 **Захаревич, А. Е.** Формирование параметров микроклимата в отапливаемых помещениях при естественной конвекции : автореферат диссертации кандидата технических наук. (Англ.) Диссертация, Белорусский национальный технический университет. – Минск, 2012.

3 **Савченко, А. В., Крылов, А. В.** Задачи автоматического управления и полученные результаты // СОК. – 9. – 2004. – С. 40–48.

4 **Ветров, В. И.** Энергетическая инспекция и сертификация бюджетных организаций // Вестник энергосбережения Южного Урала. – 1 – 2. – 2001.

5 **Ветров, В. И.** Энергетическая инспекция муниципальных зданий Челябинской области в 2002–2003 гг. // Вестник энергосбережения Южного Урала. – 2. – 6. – 2002.

6 **Ветров, В. И.** Результаты энергетического обследования систем отопления муниципальных зданий Челябинской области // Вестник энергосбережения Южного Урала. – 2. – 6. – 2002.

7 **Ливчак, В. И.** Резервы энергосбережения при строительстве и обслуживании жилых зданий в Москве // Водоснабжение и сантехника. – 2. – 2000. – С. 2–5.

8 **Бурцев, В. В., Ершова, М. И.** Математическая модель управления тепловым состоянием современных зданий // Проектирование и строительство в Сибири, 4. – 2002. – С. 19–22.

9 **Табунщиков, Ю. А., Бродач, М. М.** Математическое моделирование и оптимизация тепловых характеристик зданий. – М. : Пресс-АВОК. – 2002. – 325 с.

10 **Сканави, А. Н., Иванов, В. М., Сасин, В. И.** Вопросы отопления современных кинотеатров // АВОК. – 7. – 2007. – с. 88–95.

11 **Табунщикова, Ю. А., Бродач, М. М.** Экспериментальное исследование оптимального управления энергопотреблением // АВОК. – 1. – 2006.

12 **Хуторной, А. Н., Цветков, Н. А., Кузин, А. Я.** Тепловые свойства неоднородных наружных стен зданий : монография. – Томск. – Издательство Томского государственного архитектурно-строительного университета, 2006. – 287 с.

13 **Соколов, Е. И.** Централизованное теплоснабжение и тепловые сети: учебник для вузов, 6-е изд., переработанное. – М. : Издательство МЭИ, 1999. – 472 с.

14 Соколов, Е. И., Извеков, А. В., Рожков, Н. Н. Экспериментальная проверка расчетной модели температурного режима отапливаемого помещения // Известия высших учебных заведений. Энергетика. – 8. – 1987. – 75–81.

REFERENCES

1 Zakharevich, A. E. Osobennosti formirovaniya mikroklimata otaplivayemyh pomeshenij [The peculiarities of heated rooms micro climate formation], Energetika [Energetics]. – 5. – 2009.

2 Zakharevich, A. E. Formirovanie parametrov mikroklimata v otaplivayemyh pomesheniyah pri estestvennoj konvekcii: avtoreferat dissertacii kandidata tehniceskikh nauk. [Formation of microclimate parameters in heated rooms with natural convection : abstract of the dissertation of the Candidate of Technical Sciences. (Eng.)] Belorusskij nacionalnyj tehniceskij universitet [Belorussian National Technical University]. – 2012.

3 Savchenko, A. V., Krylov, A. V. Zadachi avtomaticheskogo upravleniya i poluchennye rezultaty [Automatic control tasks and the results obtained] SOC. – 9. – 2004. – P. 40–48.

4 Vetrov, V. I. Energeticheskaya inspekcija i sertifikaciya byudzhetnyh organizacij [Energy inspection and certification of budgetary organizations] // Vestnik energosberezheniya Yuzhnogo Urala [Bulletin of Energy Saving of the Southern Urals]. – 1 – 2. – 2001.

5 Vetrov, V. I. Energeticheskaya inspekcija municipalnyh zdaniy Chelyabinskoy oblasti v 2002–2003 gg. [Energy Inspection of municipal buildings of the Chelyabinsk region in 2002–2003] // Vestnik energosberezheniya Yuzhnogo Urala [Bulletin of Energy Saving of the Southern Urals]. – 2. – 6. – 2002.

6 Vetrov, V. I. Rezultaty energeticheskogo obsledovaniya sistem otopeniya municipalnyh zdaniy Chelyabinskoy oblasti [Results of the energy survey of heating systems of municipal buildings of the Chelyabinsk region] // Vestnik energosberezheniya Yuzhnogo Urala [Bulletin of Energy Saving of the Southern Urals]. – 2. – 6. – 2002.

7 Livchak, V. I. Rezervy energosberezheniya pri stroitelstve i obsluzhivanii zhilyh zdaniy v Moskve [Energy saving reserves in the construction and maintenance of residential buildings in Moscow] // odosnabzhenie i santehnika [Water supply and plumbing]. – 2. – 2000. – с. 2–5.

8 Burtsev, V. V., Ershova, M. I. Matematicheskaya model upravleniya teplovym sostoyaniem sovremennyh zdaniy [Mathematical model of thermal

condition management of modern buildings] // Proektirovanie i stroitelstvo v Sibiri [Design and construction in Siberia]. – 4. – 2002. – P. 19–22.

9 **Tabunshchikov, Yu. A., Brodach, M. M.** Matematicheskoe modelirovanie i optimizaciya teplovyh karakteristik zdaniy [Mathematical modeling and optimization of thermal characteristics of buildings]. – Moscow : Press–AVOK. – 2002. – 325 p.

10 **Skanavi, A. N., Ivanov, V. M., Sasin, V. I.** Voprosy otopleniya sovremennyh kinoteatrov [Issues of heating of modern cinemas] // AVOK. – 7. – 2007. – P. 88–95.

11 **Tabunshchikov, Yu. A., Brodach, M. M.** Eksperimentalnoe issledovanie optimalnogo upravleniya energopotrebleniem [Experimental study of optimal energy management] AVOK. – 1. – 2006.

12 **Khutoroi, A. N., Tsvetkov N. A., Kuzin A. Ya.** Teplovye svoystva neodnorodnyh naruzhnyh sten zdaniy : monografiya [Thermal properties of inhomogeneous exterior walls of buildings : monograph]. – Tomsk : Izdatelstvo Tomskogo gosudarstvennogo arhitekturno–stroitelnogo universiteta [Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering Publishing House], 2006. – 287 p.

13 **Sokolov, E. I.** Centralizovannoe teplosnabzhenie i teplovye seti: uchebnyk dlya vuzov6–e izd. pererabotannoe [Centralized heat supply and heating networks]: [textbook for universities], [6th ed.], [revise]. – Moscow : Izdatelstvo MEI [Publishing House of MEI]. – 1999. – 472 c. p.

14 **Sokolov E. I., Izvekov, A. V., Rozhkov, N. N.** Eksperimentalnaya proverka raschetnoj modeli temperaturnogo rezhima otaplivaemogo pomesheniya [Experimental verification of the calculated model of the temperature regime of a heated room] // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Energetika [Proceedings of higher educational institutions.] [Power Engineering]. – 8. – 1987. – P. 75–81.

Материал баспаға түсті 05.12.22.

**А. М. Зайнуллина*

Евразийский Национальный университет имени Л. Н. Гумилева,
Республика Казахстан, г. Астана.

Материал поступил в редакцию 05.12.22.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА ЗДАНИЯ

Статья посвящена актуальной проблеме эффективного использования тепловой энергии при отоплении зданий. Известно, что экономия топлива и тепла в процессе отопления зданий возможна за счет эффективного управления тепловым состоянием

зданий. Необоснованно высокое энергопотребление для отопления в зимний период и кондиционирование летом, как правило, обусловлено недостаточной эффективностью ограждающих конструкций с применением устаревших проектных решений, техники контроля микроклиматом и алгоритмов управления энергопотоками. Предложенная в статье новая модель учета теплоступлений в здание позволит существенно уточнить и ускорить оценку составляющих энергобаланса и определить реальную потребность в тепле, холоде и вентиляции в условиях реальной эксплуатации помещений. Энергоэффективное регулирование системы отопления, в частности отопления, возможно только на основе математической модели, которая с высокой надежностью характеризует тепловое состояние здания. В данной работе построена математическая модель теплового состояния здания и приведены результаты его параметрической идентификации. Полученная модель адекватно характеризует тепловое состояние здания и хорошо «адаптируется» к объекту регулирования, что позволяет в дальнейшем экономить энергию и комфортно контролировать микроклимат в помещении.

Ключевые слова: моделирование теплового режима, микроклимат в помещении, коэффициент теплового накопления, экономия тепловой энергии, контроль теплового состояния.

*A. M. Zainullina

L. N. Gumilyov Eurasian National University,

Republic of Kazakhstan, Astana.

Material received on 05.12.22.

MODELING THE THERMAL REGIME OF A BUILDING

The article is devoted to the urgent problem of efficient use of thermal energy when heating buildings. It is known that saving fuel and heat in the process of heating buildings is possible through more efficient energy management of the thermal state of buildings. Unreasonably high energy consumption for heating in winter and air conditioning in summer, as a rule, is due to the insufficient efficiency of enclosing structures using outdated design solutions, microclimate control techniques and energy flow control algorithms. The new model of heat access to the building proposed in the article will significantly clarify and accelerate the assessment of the components of the energy balance and determine the real need for heat, cold and ventilation in the conditions of real operation

of premises. Energy-efficient regulation of the heating system, in particular heating, is possible only on the basis of a mathematical model that characterizes the thermal state of the building with high reliability. In this work, a mathematical model of the thermal state of a building is built and the results of its parametric identification are presented. The resulting model adequately characterizes the thermal state of the building, and it «adapts» well to the object of regulation, which in the future allows you to save energy and conveniently monitor the microclimate in the room.

Keywords: modeling the thermal regime; microclimate in the room, the coefficient of heat, saving thermal energy, monitoring the thermal state.

Теруге 05.12.2022 ж. жіберілді. Басуға 15.12.2022 ж. қол қойылды.

Электрондық баспа

7,50 Mb RAM

Шартты баспа табағы 9,1. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген А. Р. Омарова

Корректор: Д. А. Кожас

Тапсырыс № 4020

Сдано в набор 05.12.2022 г. Подписано в печать 15.12.2022 г.

Электронное издание

7,50 Mb RAM

Усл.печ.л. 8,4. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка Е. Е. Калихан

Корректор: Д. А. Кожас

Заказ № 4020

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

«Торайгыров университеті» КЕ АҚ

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

«Торайгыров университеті» КЕ АҚ

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

+7(718)267-36-69

e-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik.tou.edu.kz

<https://vestnik-pm.tou.edu.kz/>