

УДК 697.1:621.178:697.34

DOI: 10.30838/UJCEA.2312.271224.25.1107

## ДО ПИТАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ КРИТИЧНИХ УМОВ ТА БЕЗПЕКИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ПРИ АВАРІЙНИХ ВІДКЛЮЧЕННЯХ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

БЕЛІКОВ А. С.<sup>1</sup>, *докт. техн. наук, проф.*,  
ЖЕЛЕЗНЯКОВ Є. О.<sup>2\*</sup>, *асп.*

<sup>1</sup> Кафедра безпеки життєдіяльності, Український державний університет науки і технологій, ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-34-73, e-mail: [bgd@mail.pdaba.edu.ua](mailto:bgd@mail.pdaba.edu.ua), ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

<sup>2\*</sup> Кафедра безпеки життєдіяльності, Український державний університет науки і технологій, ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (050) 045-51-22, e-mail: [e.zheleznyakov1996@gmail.com](mailto:e.zheleznyakov1996@gmail.com), ORCID ID: 0000-0001-6124-201X

**Анотація.** Питання забезпечення умов мікроклімату приміщень будівель та споруд в холодну пору року мають виняткову важливість, оскільки вони є основою забезпечення безпеки життєдіяльності та здоров'я людей. Аварійні ситуації та значні порушення теплового режиму в приміщеннях і будівлях невизначений час погіршують умови мікроклімату, аж до досягнення його параметрами граничних значень, небезпечних для життя людей. Особливу актуальність ці питання отримують в умовах зростання в Україні чисельності аварійних ситуацій в системах теплопостачання, як внаслідок високого рівня зношеності їх інфраструктури загалом, так і надзвичайних ситуацій воєнного часу. Тому, проведення досліджень із забезпечення безпеки експлуатації систем теплопостачання при аварійних відключеннях через визначення закономірностей зміни температури в приміщеннях, досягнення критичної температури та часу роботи систем теплопостачання із урахуванням просторового розташування приміщень в будівлях та їх конструктивних особливостей є актуальною задачею. **Мета статті** – теоретичні дослідження ризику досягнення критичних умов мікроклімату при аварійних ситуаціях у системах теплопостачання із урахуванням просторового розташування приміщень всередині будівель та споруд і конструктивних особливостей будівель. **Висновок.** Визначення закономірностей зміни температури в приміщеннях, досягнення критичної температури та часу роботи систем теплопостачання необхідні для дослідження змін параметрів мікроклімату приміщень житлових будівель, котрі викликані аварійними відключеннями систем теплопостачання.

**Ключові слова:** аварійні відключення; мікроклімат; зовнішні кліматичні умови; конструктивні особливості, критичні умови мікроклімату

## ON THE ISSUE OF RESEARCHING CRITICAL CONDITIONS AND OPERATIONAL SAFETY OF HEAT SUPPLY SYSTEMS DURING EMERGENCY HEAT SUPPLY SHUTDOWNS

BIELIKOV A.S.<sup>1</sup>, *Dr. Sc. (Tech.)*, *Prof.*,  
ZHELEZNYAKOV Ye.O.<sup>2\*</sup>, *Postgrad. Stud.*

<sup>1</sup> Department of Life Safety, Ukrainian State University of Science and Technologies, ESI "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (056) 756-34-73, e-mail: [bgd@mail.pdaba.edu.ua](mailto:bgd@mail.pdaba.edu.ua), ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

<sup>2\*</sup> Department of Life Safety, Ukrainian State University of Science and Technologies, ESI "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (050) 045-51-22, e-mail: [e.zheleznyakov1996@gmail.com](mailto:e.zheleznyakov1996@gmail.com), ORCID ID: 0000-0001-6124-201X

**Abstract.** The issues of ensuring the microclimate conditions of the premises of buildings and structures in the cold season are of exceptional importance, as they are the basis of ensuring the safety of life and people's health. Emergency situations and significant violations of the thermal regime in premises and buildings for an indefinite period of time worsen the conditions of the microclimate, until its parameters reach extreme values dangerous for human life. These issues are particularly relevant in the context of the growing number of emergency situations in heat supply systems in Ukraine, both due to the high level of wear and tear of their infrastructure in general, and wartime emergencies. Therefore, conducting research to ensure the safety of operation of heat supply systems during emergency shutdowns by

determining the regularities of temperature changes in rooms, reaching the critical temperature and operating time of heat supply systems, taking into account the spatial location of rooms in buildings and their design features, is an urgent task. **The purpose of the article.** Theoretical studies of the risk of reaching critical microclimate conditions in emergency situations in heat supply systems, taking into account the spatial arrangement of premises inside buildings and structures and structural features of buildings. **Conclusion.** Determining the regularities of temperature changes in the premises, reaching the critical temperature and operating time of heat supply systems are necessary for the study of changes in the microclimate parameters of the premises of residential buildings, which are caused by emergency shutdowns of heat supply systems. On the basis of the conducted research, the regularities of the structural features of buildings and structures in emergency situations in heat supply systems to ensure microclimate conditions in the premises have been determined.

**Keywords:** *emergency shutdown; microclimate; external climatic conditions; structural features; critical microclimate conditions*

**Актуальність.** Питання забезпечення умов мікроклімату житлових будівель в холодну пору року мають виняткову важливість, оскільки вони – основа підтримання безпеки життєдіяльності та здоров'я людей. Особливо в умовах зростання в Україні чисельності аварійних ситуацій в системах теплопостачання, як внаслідок високого рівня зношеності їх інфраструктури загалом, так і надзвичайних ситуацій воєнного часу. Як свідчить статистика та дослідження інфраструктура систем життєзабезпечення (теплопостачання, газопостачання, електропостачання, водопостачання та водовідведення) в Україні перебувала в критичному стані ще протягом мирного часу. Триваючі й досі військові дії завдають інфраструктурі систем життєзабезпечення ще більшої шкоди.

Визначені обставини перешкоджають підтриманню нормального стану здоров'я та життєдіяльності населення, можуть призвести до непоправних порушень та руйнування систем життєдіяльності об'єктів із подальшим створенням надзвичайних ситуацій, через вихід систем теплопостачання з ладу.

Таким чином, актуальною задачею сьогодення є проведення досліджень із підтримання безпеки експлуатації систем теплопостачання при аварійних відключеннях за допомогою визначення закономірностей зміни температури в приміщеннях, досягнення критичної температури та часу роботи систем теплопостачання із урахуванням просторового розташування приміщень в

будівлях та їх конструктивних особливостей.

**Постановка проблеми.** На сучасному етапі проведення досліджень умов мікроклімату приміщень вимагає обов'язкового врахування впливу просторового розташування приміщень будівлі та дії зовнішніх кліматичних факторів.

Експлуатаційна практика свідчить, що значними температурними коливаннями внутрішнього повітря відрізняються кутові приміщення та такі, що мають велику площу зовнішніх огорожувальних конструкцій. Внаслідок впливу значних температурних коливань в таких приміщеннях спостерігається погіршення самопочуття людей [16–19]. Тому проведення досліджень та визначення температури внутрішнього повітряного середовища  $t_{в}$ , °C є значною проблемою сьогодення [1–3].

**Мета дослідження.** Провести теоретичні дослідження досягнення критичних умов мікроклімату при аварійних ситуаціях у системах теплопостачання із урахуванням просторового розташування приміщень всередині будівель та споруд і конструктивних особливостей будівель.

**Результати досліджень.** Мікроклімат приміщень можна визначити, як стан внутрішнього середовища обмеженого простору, що здійснює значний вплив на продуктивність, здоров'я та відчуття комфорту людини. Вологість, рухливість повітря, температура повітря та температура огорожувальних конструкцій – його характерні параметри [13–15].

Оптимальні та допустимі значення параметрів мікроклімату формуються під впливом просторового розташування приміщення всередині будівлі, теплофізичних характеристик огорожувальних конструкцій та дії зовнішніх кліматичних факторів [5; 8; 17]. Для забезпечення необхідних умов мікроклімату приміщень будівель і споруд у зимовий період передбачена робота систем теплопостачання.

Однак, фізична деградація інженерних комунікацій, зниження теплового опору будівель різного призначення, призводить до переохолодження будівель та споруд внаслідок аварій, дефіцитних ситуацій і неполадок в системах теплопостачання протягом опалювального періоду.

Загальний аналіз останніх відкритих даних стосовно передвоєнного стану об'єктів системи теплопостачання України демонструє ситуацію близьку до катастрофічної (табл.).

Таблиця

**Показники зносу об'єктів системи теплопостачання України**

Показник, %	Значення
Частка енергоблоків теплоелектростанцій (ТЕС), які відпрацювали розрахунковий ресурс (100 тис. годин)	92,1
Частка енергоблоків ТЕС, що підтримуються у працездатному стані	80
Частка енергоблоків ТЕС, які відпрацювали граничний ресурс (потребують модернізації чи заміни)	63,8
Частка теплових мереж із строком експлуатації більше 20 років	50
Частка котелень, які відпрацювали нормативний термін	60
Частка малоефективних та застарілих котлів з низьким ККД	38
Частка теплових пунктів в аварійному стані	40
Частка аварійних тепломереж	15,8
Частка оснащення житлового фонду приладами обліку	35
Частка житлових будинків, які потребують капітального ремонту	40

Початок бойових дій завдав ще більшої шкоди інфраструктурі систем теплопостачання України.

Таким чином безпосереднім наслідком деградації та руйнації інфраструктури системи теплопостачання України є чисельні аварійні відключення, котрі призводять до виникнення в приміщеннях житлових будівель таких дискомфортних умов, котрі прямо порушують вимоги санітарних норм [16; 17] та становлять загрозу для здоров'я та життєдіяльності мешканців. Разом із тим у випадках коли аварійне відключення призводить до тривалого простою в результаті досягненні повітрям в приміщенні значення 8 °С і нижче, системи теплопостачання можуть зазнати додаткових пошкоджень та вимагати значних матеріальних витрат на відновлення.

Відповідно до [14], високий рівень якості параметрів внутрішнього середовища приміщень збільшує продуктивність виконання робіт, здатність до навчання та сприйняття інформації, в той же час відсутність відчуття комфорту спонукає людину вживати різноманітних заходів щодо поліпшення ситуації зі станом мікроклімату, що зазвичай веде до додаткових витрат енергії, іноді досить значних.

Параметри мікроклімату в приміщеннях будівель визначаються не тільки роботою систем опалення та вентиляції, а й теплофізичними характеристиками огорожувальної конструкції. Значну роль відіграє вибір будівельних матеріалів огорожень, а саме їх теплотехнічні показники – коефіцієнти теплопровідності, теплозасвоєння та паропроникнення та залежні від них загальний термічний опір і теплотривкість огорожень.

Навколишнє середовище має вплив на параметри мікроклімату через зовнішні огороження (рис.). Визначаючи значення параметрів мікроклімату, необхідно враховувати такі зовнішні умови, як температура зовнішнього повітря, напрям вітру, сонячну радіацію, опади та відносну вологість повітря. Ці фактори

непередбачувані, особливо, якщо поєднуються один з одним.

Знаючи кліматичні характеристики районі забудови і теплоакумуляцію зовнішніх огорожень, «можна оптимізувати кількість і якість теплової енергії, необхідної для підтримки оптимальних параметрів мікроклімату» [4–6].



*Рис. Вплив зовнішніх факторів на мікроклімат приміщень у процесі взаємодії з внутрішнім середовищем робочих місць: 1 – роза вітрів; 2 – інсоляція вдень; 3 – нічний час; 4 – дощ і вологість; 5 – хмарність; 6 – температура зимова; 7 – температура річна; 8 – швидкість вітру; 9 – матеріал будівельних конструкцій; 10 – стан поверхні зовнішнього боку будівельних конструкцій; 11 – температура всередині приміщення; 12 – оптимальна вологість усередині; 13 – подається кількість тепла всередину приміщення; 14 – теплова активність будівельних конструкцій [2]*

Встановлено, що якість та кількість теплової енергії, котра необхідна для підтримки всередині будівлі оптимальних параметрів мікроклімату, можливо оптимізувати у випадку, коли теплоакумулювальна здатність огорожувальних конструкцій та характер впливу зовнішнього середовища та є величинами відомими [4–6].

В результаті досліджень [2; 3; 11] встановлено, що при забезпеченні нормативного значення повітрообміну приміщень за рахунок зовнішнього повітря в будівлях підтримуються такі вологість і рухливість внутрішнього повітря, які не змінюють визначального впливу температурних показників на теплові умови. Тому при розрахунках забезпеченості теплового режиму можна враховувати тільки температурний фактор мікроклімату.

### Висновки

Визначення закономірностей зміни температури в приміщеннях, досягнення критичної температури та часу роботи систем теплопостачання необхідні для дослідження змін параметрів мікроклімату приміщень житлових будівель, котрі викликані аварійними відключеннями систем теплопостачання.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Беликов А. С., Кожушко А. П., Сафонов В. В. Охрана труда на предприятиях строительной индустрии. Днепропетровск : ЧП Федоренко А. А., 2010. 528 с.
2. Грудзинский М. М., Ливчак В. Н., Поз М. Я. Отопительно-вентиляционные системы зданий повышенной этажности. Москва : Стройиздат, 1982. 256 с.
3. Губернский Е. Д., Корневская Е. И. Гигиенические основы кондиционирования микроклимата жилых и общественных зданий. Москва : Медицина, 1978. 192 с.
4. Данилов М. П., Ветвицкий И. Л., Чесанов Л. Г., Колесник И. А. Теплоустойчивость зданий в экосистеме «Окружающая среда – здание – человек» (аварийно-дефицитные тепловые режимы, гелио- и ветровые аспекты). Днепропетровск : «Поліграфіст», 2005. 263 с.
5. Ветвицкий И. Л., Каспийцева В. Ю., Колесник И. А., Шевченко А. А. Исследование влияния теплопроводных включений на параметры микроклимата помещений при отключении системы отопления. *Строительство, материаловедение, машиностроение*. 2013. Вып. 70. С. 65–69.
6. Беликов А. С., Колесник И. А., Рагимов С. Ю., Маладыка И. Г., Вовк Д. В. Исследование влияния теплопроводных включений на микроклимат помещений при аварийных ситуациях в системах теплоснабжения. *Строительство, материаловедение, машиностроение*. 2017. Вып. 98. С. 20–24.
7. Стрежекуров Э. Е., Гашко С. В. Исследование терморadiационной напряженности в горячих цехах металлургического производства. *Гигиена и санитария*. 1980. Вып. 9. С. 62–64.
8. Табунщиков Ю. А. Строительные концепции зданий XXI века в области теплоснабжения и климатизации. *АВОК*. 2005. № 4. С. 4–7.
9. Борхерт Р., Юбиц В. Техника инфракрасного нагрева. Ленинград: Госэнергоиздат, 1963. 278 с.

10. Шкловер А. М., Васильев В. Ф., Ушаков Ф. В. Основы строительной теплотехники жилых и общественных зданий. Москва : Стройиздат, 1982. 256 с.
11. Arseniy Sleptsov, Alexander Ryzhov, Ilya Luchnikov, Ashkan Haji-Hosseino, Henni Ouerdane, Aldo Bischi. Controlled adjustments of indoor microclimate parameters for building's energy demand management. URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352484721004029> (дата звернення : 01.09.2023).
12. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2013. (Державні будівельні норми України). URL : <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-1018>
13. ДСТУ Б EN ISO 7730. Ергономіка теплового середовища. Аналітичне визначення та інтерпретація теплового комфорту на основі розрахунків показників PMV і PPD і критеріїв локального теплового комфорту. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2012. (Державні будівельні норми України). URL : [http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id\\_doc=28002](http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=28002)
14. ДСТУ Б EN 15251. Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2012. (Державні будівельні норми України). URL : [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=28004](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=28004)
15. Кононович Ю. В. Тепловой режим зданий массовойстройки. Москва : Стройиздат, 1986. 158 с.
16. Veronica Lucia Castaldo, Paria Pigliautile, Federica Rosso, Anna Laura Pisello, Franco Cotana. Investigation of the impact of subjective and physical parameters on the indoor comfort of occupants : a case study in central Italy. URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610217336184> (Accessed : 01 September 2020).
17. Kostantinos Gobakis, Dionysia Kolokotsa. Coupling building energy simulation software with microclimatic simulation for the evaluation of the impact of urban outdoor conditions on the energy consumption and indoor environmental quality. URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378778817304735> (Accessed : 01 September 2020).
18. Braian M. Beker, Camila Cervellera, Antonella De Vito, Carlos G. Musso. Human Physiology in Extreme Heat and Cold. URL : <https://clinmedjournals.org/articles/iacph/international-archives-of-clinical-physiology-iacph-1-001.php>

## REFERENCES

1. Bielikov A.S., Kozhushko A.P. and Safonov V.V. *Okhrana truda na predpriyatiyakh stroitel'noy industriyi* [Protection of labour on the enterprises of build industry]. Dnipropetrovsk : PE Fedorenko A.A. Publ., 2010, 528 p. (in Russian).
2. Grudzynsky M.M., Livchak V.N. and Poz M.Ya. *Otopstelvo-ventilyatsionnye sistemy zdaniy povyshennoy etazhnosti* [Heating-ventilation systems of buildings of the promoted floor]. Moscow : Stroyizdat Publ., 1982, 256 p. (in Russian).
3. Gubernsky Ye.D. and Korenevskaya Ye.I. *Gigiyenicheskiye osnovy konditsionirovaniya mikroklimate zhilykh i obshchestvennykh zdaniy* [Hygienic bases of conditioning of microclimate of dwelling and public buildings]. Moscow : Medicine Publ., 1978, 192 p. (in Russian).
4. Danilov M.P., Vetrovskiy I.L., Chesanov L.G. and Kolesnik I.A. *Teplovaya ustoychivost' zdaniy v ekosisteme "Sreda – zdaniye – chelovek"* (avariyno-defitsitnyye teplovyye rezhimy, solnechnyy i vetrovoy aspekty) [Thermal stability of buildings in the ecosystem "Environment – building – man" (emergency-deficient thermal regimes, solar and wind aspects)]. Dnipro : "Poligrafist" Publ., 2005, 263 p. (in Russian).
5. Vetrovskiy I.L., Kaspiytseva V.Yu., Kolesnik I.A. and Shevchenko A.A. *Issledovanie vliyaniya teploprovodnykh vkluyucheni na parametry mikroklimate pomeshchenii pri otklyucheni sistemy otopleniya* [Investigation of the influence of heat-conducting inclusions on the parameters of the microclimate of premises when the heating system is turned off]. *Stroitel'stvo, materialovedeniye, mashinostroyeniye* [Construction, Materials Science, Mechanical Engineering]. 2013, iss. 70, pp. 65–69. (in Russian).
6. Bielikov A.S., Kolesnik I.A., Ragimov S.Yu., Maladyka I.G. and Vovk D.V. *Issledovaniye vliyaniya teploprovodnykh vkluyucheni na mikroklimate pomeshchenii pri avariynnykh situatsiyakh v sistemakh teplosnabzheniya* [Study of the influence of heat-conducting inclusions on the microclimate of premises in emergency situations in heat supply systems]. *Stroitel'stvo, materialovedeniye, mashinostroyeniye* [Construction, Materials Science, Mechanical Engineering]. 2017, iss. 98, pp. 20–24. (in Russian).
7. Strezhekurov E.Ye. and Gashko S.V. *Issledovaniye termoradiatsionnoy napryazhennosti v goryachikh tsekhakh metallurgicheskogo proizvodstva* [Investigation of thermo-radiation stress in hot shops of metallurgical production]. *Gigiyena i sanitariya* [Hygiene and Sanitation]. 1980, iss. 9, pp. 62–64. (in Russian).
8. Tabunshchikov Yu.A. *Stroitel'nyye kontseptsii zdaniy KHKH' veka v oblasti teplosnabzheniya i klimatizatsii* [Construction concepts for buildings of the XXI century in the field of heat supply and air conditioning]. *Sbornik nauchnykh rabot ABOK* [Academic Journal ABOK]. 2005, iss. 4, pp. 4–7. (in Russian).
9. Borkhert R. and Yubits V. *Tekhnika infrakrasnogo nagreva* [Infrared heating technique]. Moscow : Gosenergoizdat Publ., 1963, 278 p. (in Russian).

10. Shklover A.M., Vasil'yev V.F. and Ushakov F.V. *Osnovy stroitel'noy teplotekhniki zhilykh i obshchestvennykh zdaniy* [Fundamentals of building heat engineering for residential and public buildings]. Moscow : Stroyizdat Publ., 1982, 156 p. (in Russian).
11. Arseniy Sleptsov, Alexander Ryzhov, Ilya Luchnikov, Ashkan Haji-Hosseinloo, Henni Ouerdane and Aldo Bischi. Controlled adjustments of indoor microclimate parameters for building's energy demand management. URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352484721004029> (Accessed : 01 September 2023).
12. *DBN V.2.5-67:2013. Opalennya, ventylyatsiya ta kondytsionuvannya* [SCN V.2.5-67:2013. Heating, ventilation, air conditioning]. Valid from 2013-01-01. Official edition. Kyiv : Ministry of Regional Construction of Ukraine, 2013. (State Building Codes of Ukraine). (in Ukrainian).
13. *DSTU B EN ISO 7730. Erhonomika teplovoho seredovyscha. Analychne vyznachennya ta interpretatsiya teplovoho komfortu na osnovi rozrakhunkiv pokaznykiv PMV i PPD i kryteriyiv lokal'noho teplovoho komfortu* [DSTU B EN ISO 7730. Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria]. Valid from 2012-01-01. Official edition. Kyiv : Ministry of Regional Construction of Ukraine, 2012. (State Building Codes of Ukraine). (in Ukrainian).
14. *DSTU B EN 15251. Rozrakhunkovi parametry mikroklimatu prymishchen' dlya proektuvannya ta otsinky enerhetychnykh kharakterystyk budivel' po vidnoshenni do yakosti povitrya, teplovoho komfortu, osviltennya ta akustyky* [DSTU B EN 15251. Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics]. Valid from 2012-01-01. Official edition. Kyiv : Ministry of Regional Construction of Ukraine, 2012. (State Building Codes of Ukraine). (in Ukrainian).
15. Kononovich Yu.V. *Teplovoiy rezhim zdaniy massovoy zastroyki* [Infrared heating technique]. Moscow : Stroyizdat Publ., 1986, 158 p. (in Russian).
16. Veronica Lucia Castaldo, Ilaria Pigliautile, Federica Rosso, Anna Laura Pisello and Franco Cotana. Investigation of the impact of subjective and physical parameters on the indoor comfort of occupants : a case study in central Italy. URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610217336184> (Accessed : 01 September 2020).
17. Kostantinos Gobakis and Dionysia Kolokotsa. Coupling building energy simulation software with microclimatic simulation for the evaluation of the impact of urban outdoor conditions on the energy consumption and indoor environmental quality. URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378778817304735> (Accessed : 01 September 2020).
18. Braian M. Beker, Camila Cervellera, Antonella De Vito and Carlos G. Musso. Human Physiology in Extreme Heat and Cold. URL : <https://clinmedjournals.org/articles/iacph/international-archives-of-clinical-physiology-iacph-1-001.php>

Надійшла до редакції: 15.10.2024.