

УДК 628.87:658.3:697.1

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.271222.7.906

## ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ КРИТИЧНИХ УМОВ МІКРОКЛІМАТУ В ПРИМІЩЕННЯХ У РАЗІ ПОРУШЕНЬ РОБОТИ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

БЕЛІКОВ А. С.<sup>1\*</sup>, *докт. техн. наук, проф.*,  
КОЛЕСНИК І. О.<sup>2</sup>, *канд. техн. наук, доц.*,  
КЛИМЕНКО Г. О.<sup>3</sup>, *канд. техн. наук, доц.*,  
ЖЕЛЕЗНЯКОВ Є. О.<sup>4</sup>, *асп.*

<sup>1\*</sup> Кафедра безпеки життєдіяльності, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, e-mail: [belikov@pgasa.dp.ua](mailto:belikov@pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

<sup>2</sup> Кафедра опалення, вентиляції, кондиціонування та теплогазопостачання, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, e-mail: [kolesnik.inna@pgasa.dp.ua](mailto:kolesnik.inna@pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0002-5852-2392

<sup>3\*</sup> Кафедра безпеки життєдіяльності, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, e-mail: [klimenko.anna@pgasa.dp.ua](mailto:klimenko.anna@pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0002-6885-3144

<sup>4</sup> Кафедра безпеки життєдіяльності, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, e-mail: [e.zheleznyakov1996@gmail.com](mailto:e.zheleznyakov1996@gmail.com), ORCID ID: 0000-0001-6124-201X

**Анотація.** Одне з актуальних завдань в Україні сьогодні – підтримання необхідних умов мікроклімату в приміщеннях. У той же час, воєнний стан та екстремальні умови, пов'язані з аварійністю систем теплопостачання спричинюють виникнення критичних умов мікроклімату. Зовнішнє середовище впливає на мікроклімат у приміщенні через огорожувальні конструкції. До них належать стіни, вікна, інші закриті поверхні, покриття різних видів і підлоги, а також внутрішні конструкції, тобто перегородки і внутрішні несні стіни, підлоги, засновані на міжповерхових перекриттях, тощо. Вони впливають на розподіл і коливання температур в опалюваних приміщеннях. Цей вплив може залежати від розташування приміщення в периметрі будівлі, його розміру, тощо. Сучасні повнозбірні та блокові будівлі масової забудови, що споруджуються за типовими проектами, відрізняються від традиційних меншою масою стінових конструкцій і більшою площею скління зовнішніх огорожень, що знизило їх теплотривкість [1–3]. Тому визначення критичних умов мікроклімату в приміщенні у разі порушення роботи системи теплопостачання дуже актуальне. **Мета статті** – аналіз і обґрунтування рішень щодо забезпечення необхідного рівня надійності і ефективності елементів комплексу теплозабезпечення будівлі з позиції гарантованої підтримки необхідних внутрішніх теплових умов порушення роботи теплопостачання. **Висновки.** 1. З урахуванням відключення теплозабезпечення визначено критичні умови мікроклімату в житлових приміщеннях. 2. Моделювання зміни мікроклімату в приміщеннях, з урахуванням конструктивно-планувальних рішень та зміни температури залежно від пори року, дозволяє прогнозувати запобіжні заходи роботи устаткування в будівлях та зберегти інженерні комунікації в робочому стані [4–6].

**Ключові слова:** мікроклімат приміщення; теплопостачання; тепловий режим будівлі

## TO THE DEFINITION OF CRITICAL MICROCLIMATE CONDITIONS IN PREMISES DURING DISRUPTIONS HEAT SUPPLY SYSTEMS

BELIKOV A.S.<sup>1\*</sup>, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,  
KOLESNYK I.O.<sup>2</sup>, *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*,  
KLYMENKO G.O.<sup>3</sup>, *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*,  
ZHELEZNYAKOV Yev.O.<sup>4</sup>, *Postgrad. Stud.*

<sup>1\*</sup> Department of Life Safety, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, e-mail: [belikov@pgasa.dp.ua](mailto:belikov@pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

<sup>2</sup> Department of Heating, Ventilation, Air Conditioning and Heat and Gas Supply, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, e-mail: [kolesnik.inna@pgasa.dp.ua](mailto:kolesnik.inna@pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0002-5852-2392

<sup>3</sup> Department of Life Safety, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, e-mail: [klimenko.anna@pgasa.dp.ua](mailto:klimenko.anna@pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0002-6885-3144

<sup>4</sup> Department of Life Safety, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, e-mail: [e.zheleznyakov1996@gmail.com](mailto:e.zheleznyakov1996@gmail.com), ORCID ID: 0000-0001-6124-201X

**Abstract.** These days in Ukraine one of the relevant tasks is to maintain the microclimate conditions indoors. At the same time, the state of war and the extreme conditions emergence related to the failure of heat supply systems lead to occurrence of critical microclimate conditions. It is known that the enclosing structures of the building include external – walls, windows, other glazed surfaces, coverings of various types and floors, as well as – internal structures, that is, partitions and internal load-bearing walls, floors based on inter-floor ceilings, etc. These enclosing structures have their influence on the distribution and fluctuations of temperatures in heated rooms. This effect may depend on the room location in the building perimeter, the size of the room, etc. Modern prefab and block buildings of mass construction, built according to typical projects, differ from traditional ones in that they have a smaller mass of wall structures and a larger area of glazing of external enclosures, which has reduced their heat resistance [1–3]. Therefore, determining the critical conditions of the indoor microclimate during disruptions of the heat supply system is a relevant task. **The purpose of the article.** Analysis and substantiation of decisions to ensure the required level of reliability and efficiency for elements of the building's heat supply complex from the standpoint of guaranteed support for necessary internal thermal conditions during disruptions of the heat supply. **Conclusions.** 1. Considering the disconnection of the heat supply, the critical conditions for the microclimate in the residential premises are determined. 2. Modelling the indoor climate, taking into account constructive and planning decisions and changes in temperature depending on the season, allows to predict the adoption of precautionary measures for the equipment operation in buildings and to keep engineering communications in working condition [4–6].

**Keywords:** *microclimate of the room; heat supply; thermal mode of the building*

**Актуальність.** Одним з актуальних завдань в Україні сьогодні є підтримання необхідних умов мікроклімату в приміщеннях, який забезпечується огорожувальними конструкціями. У той же час, воєнний стан та виникнення екстремальних умов, пов'язаних з аварійністю систем теплопостачання спричиняють критичні умови мікроклімату.

Відомо, що до огорожувальних конструкцій будівлі належать: зовнішні – стіни, вікна, інші засклені поверхні, покриття різних видів і підлоги, а також внутрішні конструкції, тобто перегородки і несні стіни, підлоги, засновані на міжповерхових перекриттях, тощо.

Ці огорожувальні конструкції роблять свій вплив на розподіл і коливання температур в опалюваних приміщеннях. Значення цих факторів можуть залежати від розташування приміщення в периметрі будівлі, розміру приміщення, тощо.

Сучасні повнозбірні та блокові будівлі масової забудови, що споруджуються за типовими проектами, відрізняються від традиційних меншою масою стінових конструкцій і більшою площею скління зовнішніх огорожень, що знизило їх теплотривкість [1–3]. Тому визначення критичних умов мікроклімату в приміщенні

у разі порушення роботи системи теплопостачання дуже актуальне.

**Постановка проблеми.** Для визначення виникнення критичних умов мікроклімату в житлових приміщеннях важлива оцінка зміни умов мікроклімату залежно від архітектурно-планувальних рішень і призначення приміщень. З практики експлуатації будівель відомо, що кутові приміщення та ті, які мають велику площу зовнішніх огорожень, відрізняються значними коливаннями температури внутрішнього повітря, як у літню пору року (за періодичного опромінення сонцем), так і в зимовий період (у разі коливань тепловіддачі опалювальних приладів).

Колівання температури внутрішнього повітря несприятливо впливає на самопочуття людей. Тому проведення досліджень та визначення коливань мікроклімату на поверхні стін і температури внутрішнього повітряного середовища стало проблемою сьогодення [1–3].

**Мета статті** – аналіз, дослідження і обґрунтування рішень щодо забезпечення необхідного рівня надійності й ефективності елементів комплексу теплозабезпечення будівлі з позиції гарантованої підтримки необхідного внутрішнього теплового режиму у разі порушення або відмови роботи системи теплопостачання.

## Результати досліджень.

Мікроклімат приміщень характеризується наступними параметрами: температура приміщення, відносна вологість та швидкість рухливості повітря. Вказані параметри впливають на продуктивність, якість відпочинку та сну, відчуття комфорту та здоров'я людини. Згідно з ДСТУ Б EN 15251:2011 «Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель стосовно до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики», високий рівень якості параметрів внутрішнього середовища приміщень значною мірою підвищує продуктивність виконання роботи, здатність до навчання та сприйняття інформації, що, відповідно, зменшує кількість лікарняних листів та пропусків занять. За відсутності відчуття комфорту людина починає вживати різноманітних заходів щодо поліпшення ситуації зі станом мікроклімату, що зазвичай веде до додаткових витрат енергії, іноді досить значних.

Виконання вимог щодо забезпечення таких умов мікроклімату на пряму залежить від теплового режиму приміщень будівлі. В свою чергу, забезпечення теплового режиму приміщень будівлі гарантує забезпечення та підтримку певного теплового комфорту. Комфортний тепловий режим характеризується параметрами мікроклімату. Для забезпечення необхідних параметрів мікроклімату будівлі в період низьких температур зовнішнього повітря передбачається робота системи опалення.

Параметри мікроклімату в приміщеннях будівель визначаються не тільки роботою систем опалення та вентиляції, а й теплофізичними характеристиками огорожувальної конструкції. Важливу роль відіграють будівельні матеріали, а саме показники їх теплопровідності, термічного опору, паропроникнення, теплотривкості.

Задані параметри мікроклімату приміщень будівлі забезпечуються не тільки роботою систем опалення, вентиляції та кондиціонування, а й теплофізичними властивостями огорожувальних конструкцій.

Значну роль відіграє вибір будівельних матеріалів огорожень, а саме їх теплотехнічні показники – коефіцієнти теплопровідності, теплосасвоєння та паропроникнення та залежні від них загальний термічний опір і теплотривкість огорожень.

Під теплотривкістю приміщення розуміється його властивість зберігати відносну сталість температури за коливань зовнішніх теплових впливів або тепловіддачі опалювальних приладів [3]. Висока теплотривкість зовнішніх огорожень дає змогу зменшити динаміку температури внутрішнього повітря, що в свою чергу впливає на зниження навантаження на систему тепlopостачання будівлі.

Розглянемо варіант будівель, які мають функціонал тільки вдень. В цьому випадку зниження навантаження на систему опалення досягається за допомогою періодичної експлуатації. Переривчастий режим означає, що в робочий час підтримується проєктована нормована температура внутрішнього повітря, а в неробочий час система опалення частково або повністю відключається. Перед початком робочого дня приміщення необхідно прогріти, чим більше буде теплотривкість приміщень до внутрішніх теплових надходжень, – тим довший період прогрівання. З цього видно, що теплосбереження буде зменшуватися. Тому за такого типу системи опалення будівлі краще використовувати будівельні матеріали з низькою тепловою стійкістю до внутрішніх теплових впливів.

Теплопоглинання та теплосасвоєння – це показники теплотривкості приміщень при періодичному характері теплових впливів. Якщо теплові впливи неперіодичні, за такий показник приймають коефіцієнт теплової акумуляції будівлі. Цей показник визначають за натурними дослідженнями.

Внаслідок значного відхилення значень параметрів мікроклімату, що характеризують тепловий режим приміщень будівлі, може погіршитися самопочуття та стан здоров'я людей. Погіршення може бути

викликано як значним переохолодженням, так і перегрівом повітря приміщень. Існує поняття оптимальних і допустимих параметрів мікроклімату в приміщенні [3].

Під оптимальним тепловим станом розуміється такий стан організму, за якого тепловий баланс зберігається на постійному рівні без вираженого напруження фізіологічних механізмів терморегуляції [2; 3]. Коли людина перебуває в стані спокою, її фізична і розумова працездатності не знижуються. За таких умов більше 50 % теплового відчуття визначено як комфортне.

За допустимого теплового стану спостерігається помірне напруження механізмів терморегуляції, що супроводжується невеликими змінами низки параметрів теплового і загального функціонального стану. При цьому фізична і розумова працездатність не зазнають істотних змін, а тепловідчуття у понад 50 % людей – прохолодне.

В обслуговуваній зоні громадських приміщень у холодний період, оптимальні параметри мікроклімату досягаються за температури повітря 20–22 °С, відносної вологості 50–60 % та рухомості повітря не більше 0,3 м/с. При цьому допустиме добове коливання температури повітря до 1,5 °С.

На рисунку 1 видно, що мінімальне значення температури приміщення, яке забезпечує урівноваження теплопродукції і тепловіддачі за максимального утеплення домашнього одягу (близько 1,5 кло) в умовах звичайної домашньої роботи відповідає приблизно 14 °С.

Отже, це значення температури доцільно прийняти за мінімально допустиме. Вищевказаний комфортний температурний діапазон зазвичай відповідає одягу з тепловою ізоляцією 0,8...1,2 кло, а легкий одяг людини (0,4...0,5 кло) може без стресу підтримувати тепловий баланс тіла за кімнатної температури, що відповідає 23...24 °С, без включення системи терморегуляції.

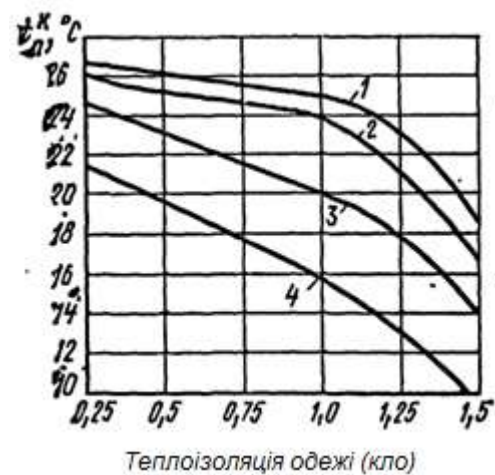


Рис. 1. Залежність комфортної температури приміщення  $t^k, ^\circ\text{C}$  від різних видів діяльності людини (теплопродукції,  $\text{Вт}/\text{м}^2$ ) та ступеня утеплення її одягу (за даними П. О. Фангера). 1 – стан покою (58); 2 – те саме, сидячи або стоячи (70); 3 – звичайна домашня робота (87); 4 – важка домашня робота (116)

Температурний режим приміщення є визначальним для його теплового комфорту при обмеженні інших мікрокліматичних параметрів – вологості і швидкості руху повітря. Відомо, що низькі значення відносної вологості внутрішнього повітря (20...25 %) можуть викликати простудні захворювання. Крім того, спостерігається підвищене утворення пилу через надмірне висихання предметів з натуральних матеріалів. Висока відносна вологість (70 %) також негативно впливає на самопочуття людини. Для приміщень, які опалюються, допустиме значення відносної вологості за температури 18...22 °С не більше 65 %, оптимальне значення – 50...60 % за 20...22 °С [2].

«При забезпеченні нормативного значення повітрообміну приміщень за рахунок зовнішнього повітря, в будівлях підтримуються такі значення вологості і рухливості внутрішнього повітря, які не змінюють визначального впливу температурних показників на теплові умови. Тому при розрахунках забезпеченості теплового режиму можна враховувати тільки температурний фактор мікроклімату» [3].

Для забезпечення необхідних умов мікроклімату приміщень будівель і споруд у зимовий період передбачена робота системи опалення. Фізична деградація підземних інженерних комунікацій призводить до невизначеності в роботі енергосистем, аварійних і аварійно-дефіцитних ситуацій і збоїв в її роботі.

Зниження теплового опору будівель різного призначення, а також їх охолодження в зимовий період року внаслідок аварій, дефіцитних ситуацій і неполадок в системах теплопостачання і газопостачання може призвести до досить несприятливих явищ, які порушують теплові умови і комфорт в приміщенні, а в деяких випадках це дуже шкідливо для здоров'я людини та для обслуговування систем забезпечення будівлі.

Згідно з дослідженнями на рисунку 2 наведено зони можливих змін температурного режиму в опалювальних приміщеннях протягом опалювального сезону. Для більшості людей комфортне відчуття тепла не змінюється при відносно невеликому діапазоні коливань температури повітря в приміщенні (рис. 2, зона I). Дослідження показали, що можна пред'являти значно менш жорсткі вимоги до теплового режиму приміщень у багатьох випадках. У той же час прийнятні теплові умови викликають деякі відхилення від відчуття теплового комфорту, але це виправдано фізіологією людини.

Отже, відхилення температури внутрішнього повітря за комфортні межі, визначені за величиною, тривалістю і частотою відхилень, допустимі і характеризують малу ступінь теплового комфорту внутрішнього середовища приміщення (рис. 2, зони II, II'). Вкрай рідко можуть допускатися більш суттєві відхилення температури внутрішнього повітря, відповідні допустимому тепловому стану людини, яка довго перебуває в приміщенні (рис. 2, зона III).

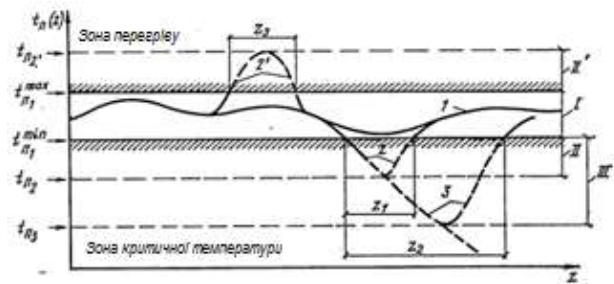


Рис. 2. Зони, що визначають задані температурні умови обігрівання: 1 – комфортна; 2, 2' – допустима при рідкісних відхиленнях протягом опалювального сезону; 3 – допустима при ймовірному відхиленні 1 раз у декілька років [2]

Слід також враховувати, що охолодження огорожень нижче температури точки роси може призвести до конденсації водяних парів на внутрішніх поверхнях та всередині конструкцій при аварійному вимкненні опалення або дефіцитному теплопостачанні. Підвищення вологості будівельних конструкцій є несприятливим фактором. В першу чергу погіршуються теплотехнічні та теплофізичні показники зовнішніх огорожень. Вологі конструкції є чудовим середовищем для розвитку цвілі, грибків і різних мікроорганізмів. Підвищення вологості будівельних матеріалів огорожувальних конструкцій погіршує умови збереження їх захисних властивостей. Волога також впливає на термін експлуатації зовнішніх огорожень. Відомо також, що з підвищенням їх вологості морозостійкість будівельних матеріалів знижується. Коли температура падає нижче за точку роси, водяна пара може конденсуватися на внутрішніх поверхнях і всередині огорожень. Найчастіше зона конденсації водяної пари утворюється в районі теплопровідних включень: зовнішні верхні кути приміщень, залізобетонні перемички, колони, металеві каркаси і т. д.

Вразі відсутності конденсації водяної пари на внутрішній поверхні огороження можливе виникнення внутрішньої зони конденсації. Водяна пара, яка має вміст в повітрі, проникає крізь пори будівельних матеріалів, що впливає на їх парціальний тиск у певних точках зовнішніх огорожень. Однак повітря може утримувати лише певну



кількість водяної пари, яка називається повністю насиченим станом. При певних теплодифузійних властивостях огорожень в окремих її місцях виникає такий стан повітря, при якому воно повністю насичене водяною парою. Подальше насичення водяною парою призводить до її конденсації, а за температури, нижчої  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , він перетворюється на твердий стан – лід.

При аварійному відключенні та тривалому простої обслуговування інженерних комунікацій обов'язкове. Встановлено, що технічні пристрої схильні до виходу з ладу за температури повітря в приміщенні  $8\text{ }^{\circ}\text{C}$  і нижче та можуть вимагати значних матеріальних витрат на їх відновлення в майбутньому.

На процеси охолодження елементів конструкції огорож впливає радіаційна активність сонячної енергії, а також вітрове навантаження. Встановлено, що взимку на кожний  $1\text{ м/с}$  збільшення швидкості вітру температура навколишнього середовища знижується на  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Навколишнє середовище має вплив на параметри мікроклімату через зовнішні огороження (рис. 3). 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 району забудови і теплоаккумуляцію зовнішніх огорожень, «можна оптимізувати кількість і якість теплової енергії, необхідної для підтримки

оптимальних параметрів мікроклімату» [4–6].

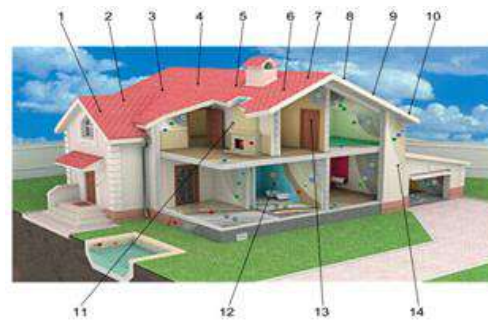


Рис. 3. Вплив зовнішніх факторів на мікроклімат приміщень у процесі взаємодії з внутрішнім середовищем робочих місць: 1 – роза вітрів; 2 – інсоляція вдень; 3 – нічний час; 4 – дощ і вологість; 5 – хмарність; 6 – температура зимова; 7 – температура річна; 8 – швидкість вітру; 9 – матеріал будівельних 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]

## Висновки

1. З урахуванням відключення теплозабезпечення, визначено критичні умови мікроклімату в житлових приміщеннях.

2. Моделювання зміни мікроклімату в приміщеннях, з урахуванням конструктивно-планувальних рішень та зміни температури залежно від пори року, дозволяє прогнозувати прийняття запобіжних заходів роботи устаткування в будівлях та зберегти інженерні комунікації в робочому стані [4–6].

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Данилов М. П., Григорьев Л. Н., Мерещук А. В. Теплостійкість та тепловий режим будівель, інженерних комунікацій та промислових об'єктів. Дніпропетровськ : РВВ ПДАБА, 2001. 122 с.
2. Данилов М. П., Ветвицький І. Л., Чесанов Л. Г., Колесник І. О. Теплостійкість будівель в екосистемі «довкілля – будівля – людина» (аварійно-дефіцитні теплові режими, геліо- та вітрові аспекти) : навч. посіб. Дніпропетровськ : Поліграфіст, 2005. 262 с.
3. Кононович Ю. В. Тепловой режим зданий массовой застройки. Москва : Стройиздат, 1986. 158 с.
4. Колесник І. О., Данилов М. П., Ветвицький І. Л. Особливості аварійних ситуацій у системах теплогазопостачання будівель. *Безпека життєдіяльності у XXI столітті : Матер. V Міжнар. симп.* Дніпропетровськ, 2005. С. 39–40.
5. Колесник І. О., Федоренко А. І., Полищук С. З., Долодаренко В. А. До питання оцінки надійності теплопостачання, що забезпечує санітарно-гігієнічні вимоги у житлових приміщеннях. *Екологічний інтелект –*

2012 : *Матер. доповідей VII Міжнар. та XVIII традиц. наук.-практ. конф.* (24–25 квітня 2012 р.). Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. Акад. В. Лазаряна; за ред. Л. О. Яришкіної, Н. Т. Арламової, М. Л. Сороки. Дніпропетровськ, 2012. С. 69–71.

6. Колесник І. О., Ветвицький І. Л., Каспійцева В. Ю. Вплив розташування приміщення в будівлі на тепловий режим приміщення при аварійно-дефіцитних ситуаціях в системах теплогазопостачання. *Інноваційні технології у будівництві, цивільній інженерії та архітектурі : тези XIX Міжнар. наук.-практ. конф.* (19–22 вересня 2021 р., м. Чернігів, Україна). 2021. С. 175–179.

## REFERENCES

1. Danilov M.P., Grigoriev L.N. and Mereshchuk A.V. *Teplostiykist' ta teplovyy rezhym budivel', inzhenernykh komunikatsiy ta promyslovykh ob'yektiv* [Heat resistance and thermal regime of buildings, engineering communications and industrial facilities]. Dnipropetrovsk : RED PSACEA, 2001, 122 p. (in Ukrainian).

2. Danilov M.P., Vetvytskyi I.L., Chesanov L.G. and Kolesnyk I.O. *Teplostiykist' budivel' v ekosystemi «dovkillya – budivlya – lyudyna» (avariyno-defitsytni teplovi rezhymy, helio- ta vitrovi aspekty)* [Thermal resistance of buildings in the ecosystem "environment – building – man" (emergency deficit thermal regimes, solar and wind aspects): academic. Manual]. Dnipropetrovsk : Polygraphist Publ., 2005, 262 p. (in Ukrainian).

3. Kononovych Yu.V. *Teplovoy rezhym zdaniy massovoy zastroyki* [Thermal regime of buildings of mass construction]. Moscow : Stroyizdat Publ., 1986, 158 p. (in Russian).

4. Kolesnyk I.O., Danilov M.P. and Vetvytskyi I.L. *Osoblyvosti avariynykh sytuatsiy u systemakh teplohapostachannya budivel'* [Peculiarities of emergency situations in heating and gas supply systems of buildings]. *Bezpeka zhyttyedyal'nosti u KHKHI stolitti : mater. V mizhnar. symp.* [Life Safety in the 21st Century: mater. V Intern. symp.]. Dnipropetrovsk, 2005, pp. 39–40. (in Ukrainian).

5. Kolesnyk I.O., Fedorenko A.I., Polishchuk S.Z. and Dolodarenko V.A. *Do pytannya otsinky nadiynosti teplopostachannya, shcho zabezpechuye sanitarno-hihiyenichni vymohy u zhytlovykh prymishchennyakh* [On the issue of assessing the reliability of heat supply, which ensures sanitary and hygienic requirements in residential premises]. *Ekolohichnyy intelekt – 2012 : mater. Dopovidey VII mizhnar. ta XVIII tradyts. nauk.-prakt. konf.* [Ecological Intelligence – 2012 : mater. reports of the VII Intern. and XVIII traditions. science and practice conf.]. April 24–25, 2012. Dnipropetrovsk National Railway University Transport named after Acad. V. Lazaryan; editorship by Yaryshkinoi L.O., Arlamova N.T. and Soroky M.L. Dnipropetrovsk, 2012, pp. 69–71. (in Ukrainian).

6. Kolesnyk I.O., Vetvytskyi I.L. and Kaspiytseva V.Yu. *Vplyv roztashuvannya prymishchennya v budivli na teplovyy rezhym prymishchennya pry avariyno-defitsytnykh sytuatsiyakh v systemakh teplohapostachannya* [The influence of the location of the room in the building on the thermal regime of the room in emergency-deficit situations in heat and gas supply systems]. *Innovatsiyni tekhnolohiyi u budivnytstvi, tsyvil'niy inzheneriyi ta arkhitekturi : tezy XIX mizhnar. nauk.-prakt. konf.* [Innovative Technologies in Construction, Civil Engineering and Architecture : abstracts of the XIX ISPC]. September 19–22, 2021, Chernihiv, Ukraine, pp. 175–179. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції : 01.11.2022.