

## **РЕЦЕНЗІЯ**

офіційного рецензента, доктора технічних наук, професора,  
професора кафедри теплогазопостачання і вентиляції  
Київського національного університету будівництва і архітектури

**Мілейковського Віктора Олександровича**

на дисертаційну роботу **БУБОНА Сергія Леонідовича**

на тему: **«Формування комфортного та безпечного середовища підземних приміщень відкритого планування»**,

на здобуття наукового ступеня доктора філософії

в галузі знань 26 «Цивільна безпека» за спеціальністю 263 «Цивільна безпека»

### **1. Актуальність обраної теми**

Актуальність виконаного дослідження зумовлюється нагальною потребою ефективного використання підземних просторів в Україні в умовах воєнних ризиків і підвищених вимог до захисту населення. Підземні приміщення дедалі частіше застосовуються не тільки як укриття, але й як повноцінні об'єкти для роботи, навчання та тривалого перебування людей. У зв'язку з цим особливої ваги набуває питання створення в них належних санітарно-гігієнічних умов і забезпечення комфортного мікроклімату.

Характерною особливістю підземних приміщень є відсутність природного провітрювання, відсутність природного освітлення, підвищений рівень вологості повітря та конструкцій і ймовірність накопичення шкідливих домішок. Зокрема, недостатній повітрообмін спричиняє підвищення концентрацій вуглекислого газу, радону, летких органічних сполук та інших забрудників повітря. Це, своєю чергою, негативно позначається на самопочутті людей, знижує їхню працездатність і може призводити до розвитку захворювань.

Крім того, актуальність проблематики посилюється потребою пристосування наявних підземних споруд, які зазвичай не були розраховані на тривале перебування людей, до сучасних умов використання. Недостатня оснащеність ефективними системами контролю параметрів мікроклімату та

відсутність науково обґрунтованих рекомендацій щодо їхнього оптимізування ускладнюють створення безпечного середовища.

Отже, потреба у розроблянні нових підходів до організації повітрообміну, моніторингу якості повітря та регулювання параметрів мікроклімату в підземних приміщеннях визначає високу актуальність цього дослідження як з наукового, так і з практичного огляду.

## **2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій.**

Наукові положення, висновки та практичні рекомендації, подані в дисертації, характеризуються достатнім рівнем аргументованості, внутрішньою послідовністю та поєднують результати, отримані з застосуванням сучасних теоретичних підходів і експериментальних методів.

Математичні моделі детально описують закони формування мікроклімату в підземних просторах і дають можливість прогнозувати зміну характеристик повітряного середовища залежно від режимів експлуатації, що підтверджує їхню практичну цінність.

Надійність отриманих результатів підтверджується використанням сучасних вимірювальних засобів і методик визначення концентрацій шкідливих домішок (зокрема вуглекислого газу, радону, пилових частинок), а також параметрів повітря – температури й відносної вологості. Коректне статистичне опрацювання експериментальних даних визначає високу достойменність результатів, про що свідчать узгодженість результатів із теоретичними положеннями та опублікованими науковими даними.

Висновки логічно впливають із отриманих результатів досліджень, а розроблені рекомендації мають прикладне спрямування та можуть бути використані у практиці проектування й експлуатації підземних об'єктів.

## **3. Наукова новизна одержаних результатів**

*Уперше:*

- розроблено підхід до комплексного оцінювання параметрів мікроклімату підземних приміщень відкритого планування з урахуванням впливу антропогенних факторів та обмеженого повітрообміну;

- запропоновано математичні моделі формування якості повітряного середовища в підземних приміщеннях з урахуванням концентрацій вуглекислого газу та радону.

*Удосконалено:*

- методи розрахунку повітрообміну в підземних приміщеннях з урахуванням інтенсивності використання простору та кількості людей;
- підходи до оцінювання теплового режиму та комфортності перебування людини у замкнених підземних просторах.

*Набули подальшого розвитку:*

- дослідження впливу параметрів мікроклімату на безпеку та працездатність людини у підземних приміщеннях;
- методи прогнозування змін якості повітряного середовища залежно від умов експлуатації приміщень.

**Практичне значення роботи** полягає у розробленні науково обґрунтованих підходів та практичних рекомендацій щодо забезпечення безпечного і комфортного мікроклімату в підземних приміщеннях відкритого планування. Запропоновані рішення можуть бути використані при проектуванні, модернізації та експлуатації підземних споруд різного призначення. Отримані результати сприяють підвищенню рівня безпеки, зниженню впливу шкідливих факторів повітряного середовища та покращенню умов перебування людей у таких приміщеннях.

**Результати роботи на сьогодні впроваджені** в адміністративних приміщеннях ФГ «Енергія-1», у діяльності ТОВ «Столичний Будсоюз», а також у навчальному процесі Київського національного університету будівництва і архітектури.

#### **4. Загальнонаціональне та світове значення роботи**

Результати дослідження відповідають актуальним світовим напрямкам розвитку планування міст і будівельної галузі, які орієнтовані на більш інтенсивне й ефективне освоєння підземного простору в умовах урбанізації, обмеженості територіальних ресурсів і зростання антропогенного навантаження на довкілля та інфраструктуру. У провідній міжнародній практиці особлива увага

приділяється забезпеченню належних параметрів внутрішнього середовища, що передбачає ефективну організацію повітрообміну, підтримання оптимального температурно-вологісного режиму та зменшення впливу шкідливих факторів на здоров'я людини.

Отримані у процесі дослідження результати становлять вагому цінність як для науки, так і для практики в Україні, передусім з огляду на сучасні виклики, пов'язані із гарантуванням безпеки населення, раціоналізацією використання міського середовища та необхідністю пристосування інфраструктурних об'єктів до функціонування в умовах військових загроз. Запропоновані рішення й підходи можуть бути використані для удосконалення інженерного оснащення підземних споруд, зокрема систем вентиляції та засобів контролю параметрів мікроклімату, що сприятиме підвищенню рівня безпеки й комфорту перебування людей.

Отже, представлені результати мають значення як на національному, так і на міжнародному рівнях, оскільки спрямовані на розв'язання науково-прикладної задачі екологічно безпечного створення комфортних і безпечних умов перебування в підземних приміщеннях.

## **5. Повнота викладення матеріалів у наукових публікаціях**

За результатами дисертаційного дослідження опубліковано вісім наукових праць, серед яких чотири статті у фахових виданнях категорії «Б», (одна одноосібна). Крім того, опубліковано чотири тези доповідей на наукових конференціях різного рівні.

## **6. Відсутність академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації**

Під час аналізу тексту дисертаційної роботи ознак академічного плагіату, фабрикації чи фальсифікації наукових результатів не виявлено. Запропоновані положення, сформульовані висновки та отримані дані є наслідком самостійної наукової діяльності автора, що ґрунтується на опрацюванні релевантних джерел і виконанні власних досліджень. Дотримання засад академічної доброчесності забезпечується належним цитуванням джерел і неупередженим висвітленням власних і отриманих іншими авторами результатів.

## **6. Оцінка мови, стилю та оформлення дисертації**

Дисертацію підготовлено грамотною українською мовою з дотриманням вимог до наукового рівня викладу. Текст відзначається послідовною логікою побудови, зв'язністю та чіткістю подання матеріалу. Автор коректно оперує науковою термінологією та дотримується норм академічного стилю, що сприяє зрозумілості ключових положень дослідження.

Побудова дисертації є впорядкованою, матеріал подано системно з чітким зв'язком між окремими частинами. Загалом робота оформлена належним чином і справляє цілісне позитивне враження.

### **Аналіз основного змісту роботи**

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертації, визначено мету та основні завдання, предмет і об'єкт дослідження, відображено наукову новизну й практичне значення одержаних результатів для будівельної галузі.

У **розділі 1** надано розгорнуте дослідження сучасного стану проблематики використання підземних просторів різного функціонального призначення, зокрема в умовах міської забудови та обмеженого природного повітрообміну. Проаналізовано ключові підходи до їхнього проектування й експлуатації, узагальнено наукові напрацювання у цій галузі, а також впорядковано чинники, що визначають параметри мікроклімату. Виявлено основні ризики для здоров'я людини, зумовлені підвищеною відносною вологістю повітря, недостатнім повітрообміном і забрудненням повітря.

У **розділі 2** обґрунтовано вибір методів дослідження та визначено підходи до аналізу параметрів мікроклімату і якості повітря. Описано умови та порядок проведення вимірювань, наведено характеристику використаних приладів і засобів контролю, а також підходи до оброблення й інтерпретації отриманих результатів. Крім того, сформовано систему показників, що дає змогу комплексно оцінювати стан повітряного середовища підземних приміщень.

У **розділі 3** наведено результати польових досліджень у підземних приміщеннях. Зокрема, виміряно концентрації основних забрудників повітря, зокрема діоксиду вуглецю, оксидів азоту та інших домішок, досліджено зміну

їхніх значень у часі та залежність від режимів роботи вентиляції. Проаналізовано дотримання нормативних санітарно-гігієнічних вимог.

У **розділі 4** надано практичні рекомендації щодо ефективного управління інженерним обладнанням підземних приміщень, удосконалено схеми регулювання параметрів внутрішнього середовища в підземних приміщеннях задля формування безпечних і комфортних умов у підземних просторах.

У **висновках** узагальнено ключові результати дослідження та зведено запропоновані принципи покращення умов у підземних приміщеннях.

**Водночас до роботи є зауваги:**

1. Не проаналізовано схеми організування повітрообміну з огляду на розповсюдження біоаерозолів у підземних просторах, зокрема подавання і забирання повітря біля протилежних стін, застосоване в роботі, сприяє передаванню інфекцій повітряно-крапельним шляхом.

2. У роботі відсутнє ув'язування санаційних заходів (рослини, ультрафіолетові лампи) та розподілення потоків повітря в приміщенні, що дозволило би знезаражувати повітряні течії, що розповсюджують біоаерозолі.

3. На рис. 2.2 і 2.3 наведено кольорові шкали, на яких нанесено лише одне позначення. Взяти відлік за такими шкалами неможливо.

4. Рис. 2.4 важкий для розуміння. Наведено кольорову площину з лініями та криві лінії зі стрілками й позначками швидкості. Не зрозуміло, як ці лінії співвідносяться з площиною, як інтерпретувати кольори та лінії на площині тощо.

5. У роботі не розглянуто питання динамічного мікроклімату, тобто зміни параметрів повітря від оптимальних до допустимих задля наближення до природних умов і покращення здоров'я.

6. У розділі 3.4 бажано було б навести конкретні досяжні значення впливу рослин на показники комфортності середовища.

Наведені зауваги не погіршують високого наукового рівня та практичної значущості розглянутої дисертаційної роботи.

## ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Бубона Сергія Леонідовича на тему «Формування комфортного та безпечного середовища підземних приміщень відкритого планування», подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 263 «Цивільна безпека», є завершеною науковою працею, яка розв'язує важливу задачу забезпечення комфортного та безпечного середовища підземних приміщень відкритого планування. Ця задача є актуальною і нагальною в умовах війни та дозволяє забезпечити безперервну працю без часових і матеріальних втрат на час повітряних тривог.

Науковий рівень роботи є високим. У роботі є чітка логічна побудова з обґрунтуванням усіх отриманих результатів і висновків. Повнота висвітлення результатів у наукових публікаціях достатня для ознайомлення наукової спільноти з положеннями даної роботи.

Дисертація відповідає чинним вимогам законодавства України, зокрема Постанови Кабінету Міністрів України № 44 від 12.01.2022 р., наказу МОН № 40 від 12.01.2017 (зі змінами), а також вимогам освітньо-наукової програми КНУБА зі спеціальності 263 «Цивільна безпека».

Офіційний рецензент,  
доктор технічних наук, професор  
професор кафедри теплогазопостачання  
і вентиляції Київського  
національного університету  
будівництва і архітектури



Віктор МІЛЕЙКОВСЬКИЙ

Підпис професора  
Віктора МІЛЕЙКОВСЬКОГО

ЗАСВІДЧУЮ

кас. відділу кадрів  
(посада)



[Signature]  
(підпис)

С. Герасі  
(Ім'я ПІРІЗВИЩЕ)