

ВІДГУК

офіційного опонента

доктора технічних наук, професора,

професора кафедри безпеки праці та охорони довкілля

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»

КРУЖИЛКА ОЛЕГА ЄВГЕНОВИЧА

на дисертаційну роботу Цюрюпи Юрія Володимировича

«ДОСЛІДЖЕННЯ ТА МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

БІОФІЛЬТРАЦІЙНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДЛЯ СТВОРЕННЯ БЕЗПЕЧНОГО

ТА КОМФОРТНОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИМІЩЕНЬ»,

подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії

в галузі знань 26 «Цивільна безпека»,

за спеціальністю 263 «Цивільна безпека»

1. Актуальність обраної теми

Створення безпечного та здорового робочого середовища, мінімізація ризиків виникнення професійних хвороб, травматизму на виробництві й аварійних ситуацій — це пріоритетні напрями діяльності у сфері цивільної безпеки. В умовах сучасного будівництва, коли все більше уваги приділяється енергоефективності та герметичності будівель, особливого значення набуває питання якості повітря в приміщеннях. Обмежена вентиляція та накопичення шкідливих речовин хімічного й біологічного походження (зокрема летких органічних сполук, біоаерозолів, продуктів життєдіяльності людини) можуть спричинити серйозні проблеми зі здоров'ям і вплинути на працездатність.

Одним із перспективних напрямів вирішення цієї проблеми є застосування біофільтрації — екологічно безпечного та енергоощадного методу очищення повітря. Такий підхід відкриває нові можливості для підвищення ефективності заходів щодо контролю умов

праці, а також для вдосконалення нормативного регулювання, спрямованого на забезпечення безпеки в будівлях. Оцінювання функціональних параметрів біофільтраційних систем, аналізування їхньої ефективності та побудова математичних моделей для прогнозування роботи цих систем дозволяють зменшити ризики, пов'язані з повітряними забрудненнями, і створити комфортне середовище для людей.

Таким чином, впровадження інноваційних біофільтраційних рішень у практику проєктування та експлуатації будівель різного типу є актуальним завданням галузі, яке має не лише наукову, а й значну прикладну цінність.

2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій.

Для реалізації поставлених у дисертаційному дослідженні наукових цілей було застосовано комплекс методів. Зокрема, критичний огляд літературних джерел дозволив простежити етапи формування поняття «синдром хворої будівлі» та окреслити основні підходи до його подолання. Метод пасивної седиментації використовувався для вивчення фітонцидної активності рослин у середовищі зимового саду. Використано правило В. Омелянського, яке підтверджене досвідом понад 100 років досліджень.

З метою оброблення й аналізу даних, отриманих у ході багаторічного спостереження за станом рослин за різних умов утримання, було застосовано сучасні апробовані статистичні методи. Створені математичні моделі стану рослин є достовірними.

3. Наукова новизна одержаних результатів

Уперше:

- розроблено математичні моделі якості кімнатних рослин для забезпечення безпечного повітряного середовища в приміщеннях.

Удосконалено:

- класифікацію факторів, що визначають появу та перебіг «синдрому хворої будівлі».

Набули подальшого розвитку:

- дослідження впливу фітонцидного ефекту рослин на внутрішнє повітряне середовище приміщень.

Практичне значення роботи полягає у експериментальному підтвердженні доцільності використання фітонцидних рослин та зелених стін для очищення повітря від патогенної мікрофлори в приміщеннях різного призначення, що сприяє створенню безпечного та комфортного середовища. Розроблене ранжування рослин за фітонцидною активністю надає практичні рекомендації для оптимального підбирання асортименту рослин з метою досягнення максимального санаційного ефекту. Запропоновані рішення з фітодизайну, що враховують особливості газообміну рослин та вимоги до освітлення, дозволяють ефективно інтегрувати озеленення в інтер'єри з позитивним впливом на комфорт перебування людей та якість повітря з наданням рекомендацій для архітекторів, дизайнерів та фахівців з охорони праці. Отримані результати можуть бути використані при розробленні санітарно-гігієнічних норм та рекомендацій щодо озеленення громадських, виробничих та житлових приміщень для поліпшення якості внутрішнього повітря та зниження ризиків для здоров'я. Розроблення підходу до оцінювання стану рослин в інтер'єрах дозволяє створювати регресійні математичні моделі для прогнозування їхньої ефективності фіторемедіації внутрішнього повітря та забезпеченні комфортного і безпечного середовища приміщень.

Результати роботи впроваджено в адміністративних приміщеннях ФГ «Енергія-1», у діяльності «ТОВ Столичний Будсоюз» та в навчальному процесі Київського національного університету будівництва і архітектури.

4. Загальнонаціональне та світове значення роботи.

Як показав огляд літературних джерел, синдром хворого будинку набув рівня світової проблеми. Якщо в минулому він був характерним лише для житла людей з мінімальним рівнем статків, то на сьогодні він охопив весь спектр житлових, громадських і промислових будівель усіх рівнів доходів.

Економічні та екологічні вимоги до зниження споживання енергії у всьому світі призводять до порушення норм подавання в приміщення зовнішнього повітря. У приміщеннях підвищується рівень шкідливих факторів, що призводить до зниження здоров'я і працездатності.

У роботі показано, що ефективним розв'язанням завдання є використання фітонцидних рослин як природної технології боротьби з широким спектром шкідливих факторів, зокрема мікробним та пиловим забрудненням і шумом. Завдяки математичним моделям результати можуть бути застосовані не лише в Україні, але і для різних регіонів світу.

Таким чином, дана робота має як загальнонаціональне, так і світове значення.

5. Повнота викладення здобувачем основних результатів у наукових публікаціях.

За темою дисертації опубліковано вісім наукових робіт, зокрема дві статті в журналах квартилю Q1 і Q3, одна стаття в наукових фахових виданнях категорії Б та п'ять тез доповідей на наукових конференціях. Ці роботи повністю відображають основний зміст дисертації

6. Відсутність академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації

Роботу виконано за принципами академічної доброчесності. Ознак

фальсифікації або фабрикації результатів роботи не виявлено. Усі використані дані, ідеї та методи інших авторів супроводжуються посиланнями на відповідні літературні джерела. Зокрема зазначено, що автор лише виконав оброблення результатів досліджень фітонцидної активності рослин за методом листкових дисків, проведених в Донбаській національній академії будівництва та архітектури, які не були оброблені через початок війни, на підставі чого самостійно доповнив рейтинг рослин, над яким почали працювати фахівці Академії.

7. Оцінка мови, стилю та оформлення дисертації.

Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів та висновків до них, загальних висновків, списку використаних джерел з 149 найменувань, двох додатків; містить 52 зображення і дев'ять таблиць. Загальний обсяг роботи становить 154 сторінки основного тексту

Текст дисертаційної роботи написано літературною українською мовою з використанням усталеної наукової термінології. Стиль викладення теоретичних і практичних результатів, висновків і рекомендацій відзначається чіткістю та доступністю для сприйняття. Загальне оформлення роботи відповідає чинним нормативним вимогам Міністерства освіти і науки України.

8. Аналіз основного змісту роботи.

У вступі до дисертації обґрунтовано актуальність теми, визначено мету й основні завдання дослідження, представлено наукову новизну й практичну значущість отриманих результатів, окреслено особистий внесок здобувача, а також наведено інформацію щодо апробації матеріалів і публікацій за темою роботи.

У першому розділі здійснено критичний аналіз сучасного стану проблеми синдрому хворої будівлі (СХБ) як глобального

міждисциплінарного явища, що поєднує архітектуру, гігієну праці, екологію та психологію. Автор досліджує еволюцію терміну. Окреслено головні причини СХБ: герметизація будівель, недостатність вентиляції, нові синтетичні матеріали, біологічні забруднювачі, електромагнітне та шумове навантаження. Зроблено порівняльний огляд європейських і національних нормативів, акцентовано увагу на недосконалої класифікації забруднювальних факторів і типів приміщень в українських документах. Розглянуто природні методи фіторемедіації як альтернативу традиційним технічним рішенням, зокрема фітонцидні властивості рослин як засіб зменшення бактеріального навантаження. У підсумку автор формулює наукову задачу вивчення біофільтраційного потенціалу рослин у контексті СХБ.

Другий розділ спрямовано на систематизацію чинників, що зумовлюють формування СХБ у внутрішніх середовищах. Автор критично переосмислює наявні класифікації шкідливих факторів і пропонує власну: зовнішні (кліматичні, екологічні, радіаційні, відеоекологічні) та внутрішні (фізичні, хімічні, біологічні, пов'язані з трудовим процесом). Особливу увагу приділено біологічним забруднювачам, зокрема мікрофлорі, а також фітонцидам і летким фітоорганічним речовинам, які можуть мати позитивний вплив. Окреслено перспективність фітодизайну для створення безпечного внутрішнього середовища. Автор зазначає, що хоча біофільтраційні властивості рослин відомі, існує прогалина в дослідженні їх активності в реальних умовах. На основі цього окреслено завдання подальших розділів — вивчення біологічної дії рослин у приміщеннях різного типу.

Третій розділ містить результати практичних досліджень мікробного та хімічного забруднення повітря у приміщеннях різного функціонального призначення. Автор акцентує увагу на біологічних загрозах — грибках роду *Aspergillus*, *Penicillium* тощо, а також бактеріях, зокрема *Staphylococcus aureus*, що становлять серйозну небезпеку для здоров'я. Дослідження проводилися з використанням

пасивної седиментації з оцінюванням мікробного числа в повітрі. У роботі досліджено різні типи приміщень – навчальний заклад, ресторан, офісні приміщення, медичну установу та торгівельний центр. Показано фітонцидну активність рослин у них на підставі зниження мікробного числа повітря. Встановлено ефективність рослин різних видів, як-от *Dracaena*, *Ficus*, *Zamioculcas*. Отримані дані підтверджують доцільність використання фітонцидних рослин як біологічного фільтра для очищення повітря у замкнених середовищах.

У четвертому розділі розглянуто розроблення математичних моделей якості фітонцидних рослин залежно від параметрів внутрішнього середовища. Дослідження базуються на спостереженнях за рослинами у приміщеннях різного типу, залежно від таких параметрів, як освітленість, температура та відносна вологість повітря. Застосовано регресійний аналіз для побудови моделей, що дозволяють прогнозувати ефективність використання окремих видів рослин у заданих умовах. Отримані математичні моделі мають прикладне значення для архітектурного та санітарного проектування інтер'єрів, а також для формування біофільтраційних систем, які забезпечують безпеку внутрішнього середовища. Висновки цього розділу є основою для практичних рекомендацій щодо вибору рослин для різних типів будівель.

У п'ятому розділі запропоновано практичні рекомендації щодо доцільного добору рослин для створення безпечного внутрішнього середовища на прикладі зимового саду Київського національного університету будівництва і архітектури. Розділ підсумовує дослідження та підтверджує доцільність природного озеленення як способу боротьби з СХБ.

9. Зауваження та дискусійні питання

1. У роботі відсутнє порівняння важливості факторів, зазначених у класифікації СХБ.
2. У роботі бажано було б надати більш конкретні вимоги до кількості рослин на одиницю площі зон приміщення.
3. У роботі відсутній аналіз алергенної активності запропонованих рослин.
4. У роботі не проаналізовано вплив кратності повітрообміну на фітонцидну активність.
5. У роботі не проаналізовано кількісно можливостей поглинання шуму рослинами.

Зазначені зауваги не змінюють загального позитивного враження від дисертації та не впливають на її наукову цінність.

ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Цюрюпи Юрія Володимировича «Дослідження та математичне моделювання біофільтраційних елементів для створення безпечного та комфортного середовища приміщень» є завершеною науковою роботою, що містить нові наукові положення, а саме результати експериментальних досліджень рослинних елементів у приміщеннях різного призначення, математичні моделі розвитку рослин та рекомендації щодо впровадження біофільтраційних елементів у приміщення різного призначення.

Дисертаційна робота Юрія Цюрюпи відповідає вимогам освітньо-наукової програми «Цивільна безпека» третього рівня вищої освіти за спеціальністю 263 «Цивільна безпека». Робота відповідає вимогам Міністерства освіти і науки України до дисертацій докторів філософії, затверджених наказом Міністерства освіти і науки від 12 січня 2017 р. №40 зі зміною від 31 травня 2019 р. №759 та пп. 5-9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи

про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12.01.2022 р. № 44, а її автор – Цюрюпа Юрій Володимирович – заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 26 «Цивільна безпека» за спеціальністю 263 «Цивільна безпека».

Офіційний опонент,
доктор технічних наук, професор,
професор кафедри безпеки праці
та охорони довкілля
ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»



Олег КРУЖИЛКО

Підпис доктора технічних наук, професора, професора кафедри безпеки праці та охорони довкілля ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» засвідчую.

Головний фахівець
по роботі з персоналом



Ірина ОТРЕШКО