ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Гончаренка Артема Вадимовича на тему **«Зменшення впливу забруднення повітря на урбанізованих територіях на основі визначення кліматичних ризиків в будівництві»,** представлену на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань 10 Природничі науки за спеціальністю 101 Екологія

Актуальність теми дисертації.

У дисертації здобувача вирішено науково-прикладне завдання щодо підвищення рівня екологічної безпеки міського середовища шляхом удосконалення захисту атмосферного повітря при післявоєнній відбудові країни. Якість повітря на урбанізованих територіях зазнає значного погіршення і не відповідає існуючим нормативним документам, внаслідок проходження воєнних дій на території держави і на фоні поступового підвищення температурних показників.

Дані моніторингу свідчать про перевищення ГДК вмісту забруднюючих речовин в повітрі міст, особливо зважених пилових часток PM 2,5 і PM10 мкм, що вкрай небезпечно впливає на здоров'я мешканців. Для прийняття управлінських рішень щодо міського планування при будівництві та реконструкції місцевості з метою захисту здоров'я населення та навколишнього середовища повинні бути враховані як забруднення повітря внаслідок воєнних дій, так і температурні показники навколишнього середовища внаслідок кліматичних змін. Цей факт викликає необхідність оцінки кліматичних ризиків для адаптації будівельної галузі до кліматичних змін та розробки інноваційної моделі моніторингових спостережень, яка повинна базуватися на взаємопов'язаних наявних математичних моделях та статистичних залежностях разом із даними існуючих систем спостережень. В залежності від існування хмарних сховищ моніторингових даних забруднення атмосферного повітря можна вирішити задачу щодо прийняття управлінських рішень в питаннях реконструкції та «зеленого» будівництва.

Комплексність такого підходу визначає актуальність та практичні значення вибраної теми дисертаційної роботи Гончаренка А.В.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Достовірність отриманих результатів підтверджено використанням сучасних теоретичних та математичних методів розрахунку розповсюдження

забруднювачів в атмосферному повітрі, розрахунками ланцюжків впливу кліматичних ризиків, енергоефективності в будівництві, аналізом літературних даних щодо багаторічних моніторингових спостережень за станом атмосферного повітря, а також аналізом сучасних досліджень щодо системного використання технологій ІТ в будівельному секторі для його адаптації до температурних змін. Висновки по роботі відповідають поставленій меті та завданням дослідження.

Обґрунтованість результатів досліджень також базується на їх публікації у наукових журналах та апробації на міжнародних та вітчизняних конференціях та форумах.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

1. Отримано кореляційні залежності взаємозв'язку між забрудненням атмосферного повітря, зокрема частинками PM2,5, та захворюваністю на Covid–19 для великих міст України, що підтверджує гіпотези різних міжнародних дослідників щодо зв'язку між забрудненням атмосфери аерозольними частинками в міських умовах та рівнем захворюваності. Вперше сформовано концепцію щодо утворення аерозольного забруднення в міських умовах в рамках глобальних кліматичних змін.

2. Розроблено математичну модель утворення кислотних опадів в атмосфері після окремого вибухового явища на основі рівнянь Бусінеска. Модель апробована на прикладі кліматичних умов Києва за нейтральних умов атмосфери. Отримана концентрація діоксиду сірки на відстані 500 метрів від місця вибуху становить 0,95 мг/м^3, що перевищує в 1,9 рази нормативний показник.

3. Запропоновано спрощений підхід до нейтральних атмосферних умов розповсюдження діоксиду сірки після окремого вибуху із застосування теорії конвективного струменя з теплої поверхні із подальшою інтеграцією принципів розсіювання та кінетичних перетворень в атмосфері. Ця методологія була обґрунтована шляхом оцінки концентрацій забруднюючих речовин та даних моніторингу із двох районів Києва (Голосіївського та Дніпровського) 16 грудня 2022 року.

4. Запропоновано інноваційну схему мережі моніторингу якості повітря (зокрема, концентрації будівельного пилу та інших твердих частинок) у реальному часі на будівельному майданчику та навколо нього, для прогнозування усіх вірогідних факторів впливу на кожному етапі зведення будівлі на людину та навколишнє середовище.

5. Розроблено схему вирішення задачі щодо прийняття управлінських рішень в питаннях реконструкції і «зеленого» будівництва в залежності від наявності хмарних сховищ моніторингових даних забруднення атмосферного повітря пиловими частками PM 2,5 і PM10, яку можна реалізувати за допомогою Autodesk® Green Building Studio;

6. Розроблено на прикладі існуючих нормативних методик оцінку кліматичного ризику в будівництві та на прикладі кліматичних умов м. Києва розраховано ризик змін в енергоспоживанні будівель при післявоєнній відбудові країни.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Гончаренка Артема Вадимовича відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності Е2 «Екологія» відповідно до освітньої програми «Екологія» та є завершеною науковою працею.

Звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння становить 11,84% та свідчить про самостійність досліджень і відсутність елементів плагіату та запозичень. Все ідеї, результати та тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів.

Дисертаційна робота написана українською мовою, має чітку та логічно завершену структуру. Наукова термінологія, що використовується в роботі, є загальновизнаною. Зміст дисертаційної роботи Гончаренка А.В. відповідає чинним вимогам до дисертаційних робіт на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Дисертація складається із вступу, 4 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 150 сторінок. з них: 140 сторінки основного тексту, ілюстрованого 26 рисунками і 8 таблицями; список використаних джерел зі 212 найменувань на 24 сторінках; 4 додатки на 11 сторінках.

У вступі обґрунтовано актуальність роботи, зв'язок тематики досліджень із науковими програмами та темами, сформульовано мету і завдання, об'єкт, предмет та методи дослідження, наукову новизну та практичне значення отриманих в дисертаційній роботі результатів.

1. *У першому розділі* дисертаційної роботи приведено аналіз існуючої літератури щодо сучасного стану забруднення атмосферного повітря та визначені основні фактори, що впливають на атмосферне забруднення в

Києві. На цій основі пошукувачем створено концептуальну схему для розуміння виникнення забруднення аерозольними частинками на урбанізованих територіях в умовах глобальної зміни клімату. На основі баз кліматичних даних та даних захворюваності населення України на Covid–19 отримано взаємозв'язок між забрудненням повітря в великих містах України, яке характеризується вмістом частинок PM2,5 та захворюваністю на Covid–19 і температурою навколишнього середовища.

В розділі за допомогою безрозмірних нестаціонарних диференціальних рівнянь, сформульованих у наближенні Бусінеска, сформульована та описана математична модель, що враховує викиди забруднюючих речовин у зону вимивання під хмарами, кінетику процесу конденсації, а також дифузію та конвекцію парів оксиду сірки для прогнозування потенційних кислотних опадів у районах, що оточують ізольовані вибухи. За нейтральних атмосферних умов розсіювання діоксиду сірки автор запропонував розраховувати за допомогою спрощеного підходу, що використовує принципи конвективних струменів, які виходять з теплого джерела в навколишнє середовище, із наступним застосуванням теорії розсіювання та кінетичних перетворень в атмосфері. Модель була апробована на даних 2022 року окремих районів м. Києва.

У другому розділі дисертації на основі аналізу сучасних систем моніторингу атмосферного повітря та сучасних тенденцій щодо удосконалення цієї системи запропонована структура сучасної системи моніторингу якості атмосферного повітря в містах, а також інструменти, що повинні відповідати визначеним параметрам методик вимірювання, чутливості та точності вимірювань відповідно до стандартів, встановлених Директивою Європейського Союзу 2008/50/ЄС.

У третьому розділі дисертаційної роботи на основі аналізу сучасних стратегій адаптації до зміни клімату в різних секторах економіки, а також понять кліматичного ризику та вразливості, автором для сфери будівництва в рамках оцінки кліматичних факторів, що впливають на розрахункові показники енергоспоживання будівлі, було створено ланцюжки впливу кліматичних ризиків в енергоспоживанні для літнього та зимового періодів для кліматичних умов м.Києва. Запропоновано системний підхід до розрахунку коефіцієнта корекції, необхідного для оцінки кліматичного ризику в будівництві в умовах післявоєнної відбудови країни із урахуванням довгострокових прогнозів підвищення температури.

У четвертому розділі дисертантом проаналізовано сучасний світовий та вітчизняний досвід використання технологій «зеленого» будівництва для зменшення забруднення повітря міського середовища та зроблена апробація на прикладі кліматичних умов м. Києва системного підходу для вибору

конструктивного рішення щодо підвищення енергоефективності будівлі при її реконструкції з врахуванням оцінки кліматичного ризику при впровадженні утеплення оболонки будівлі. Розділ містить основи для розробки рекомендацій по засобах і способах модернізації із врахуванням зменшення викидів в атмосферне повітря будівельного об'єкту.

Висновки до дисертації логічно випливають із викладеного матеріалу і свідчать про виконання завдань дослідження й досягнення поставленої мети.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи

Наукові результати дисертації висвітлені у 19 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 5 статей у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України, 1 стаття науковому періодичному виданні, 2 статті у колективній монографії за матеріалами XXI і XX міжнародних науково–практичних конференцій, 11 тез доповідей у збірниках матеріалів наукових конференцій, в тому числі 2 доповіді, які індексуються у міжнародній базі Scopus.

Внесок автора в опублікованих у співавторстві роботах полягав в розробленні математичної моделі утворення кислих опадів в атмосфері та формування емісії забруднення атмосферного повітря від окремих вибухів внаслідок воєнних дій; розробці інноваційної системи моніторингу атмосферного повітря, встановленні залежностей між аерозольним забрудненням атмосферного повітря та розповсюдженням захворюваності населення на Covid–19 в містах України; аналізі сучасних досліджень використання технологій «зеленого» будівництва в сучасних умовах.

Визначення кліматичних ризиків будівельної галузі на фоні воєнних дій, концепцію забруднення аерозольними частками міського середовища, інноваційну систему моніторингу атмосферного повітря дисертант розробив самостійно.

Наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. В першому розділі дисертації на стр.28 дисертантом зазначено світовий рейтинг м. Києва щодо забруднення атмосферного повітря по 2022-2023 роки. На мою думку, слід було б показати цей рейтинг протягом 2024-2025 років, оскільки це було б показово в світі останніх обстрілів столиці.

2. В підрозділі 1.3.2. слід було б окреслити граничні значення вітру на міських територіях в рамках застосування підходу, що пропонується в роботі, на основі теорії конвективної струмини.
3. В концептуальній схемі на мою думку слід було б окремо не виділяти блоки «метеоумови», «швидкість вітру», «температура повітря», «вологість», а об'єднати їх в один блок під назвою «метеоумови міського середовища».
4. В тексті роботи слід було б вказати інструменти, якими користувався автор для аналізу кліматичних даних в базі Copernicus та інших кліматичних баз, що були використані роботі.
5. В третьому розділі не зовсім зрозуміло, якими нормативними вітчизняними документами користувався автор в своїх дослідженнях.
6. В четвертому розділі роботи при розрахунку значень кліматичного ризику недостатньо, на мою думку, розкрито ефективність застосування різних типів матеріалів оболонки будівлі.
7. Рекомендую у подальших дослідженнях враховувати індекс комфортності погодних умов для перебування людини на міській території із врахуванням кліматичних змін та ризику посилення теплового стресу.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Гончаренка Артема Вадимовича на тему **«Зменшення впливу забруднення повітря на урбанізованих територіях на основі визначення кліматичних ризиків в будівництві»,** виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань 10 Природничі науки. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.6 – 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 січня 2022 р. № 44.

Здобувач Гончаренко Артем Вадимович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 10 Природничі науки за спеціальністю 101 Екологія.

Офіційний опонент:
Завідувач кафедри екології
та збалансованого природокористування
Національного університету
“Львівська політехніка»”,
Заслужений діяч науки
і техніки України
доктор технічних наук, професор Мирослав МАЛЬОВАНИЙ

Підпис Мальованого М. С. посвідчую:

Вчений Секретар
Національного Університету
“Львівська політехніка” Роман БРИЛИНСЬКИЙ

«____» _____ 2025 року