

64-42-58/1  
14.04.2021р

**ВІДГУК**  
**офіційного опонента**

д.т.н., доц. Бахарева Володимира Сергійовича  
на дисертаційну роботу Максюті Наталії Сергіївни «Удосконалення  
моніторингу атмосферного повітря агломерацій (на прикладі м. Полтава)»,  
подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю  
183 – технології захисту навколишнього середовища  
(Галузь 18 – Виробництво та технології)

Імплементация Україною ряду директив Європейської Співдружності, у тому числі – Директиви 2008/50/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 21 травня 2008 року про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи, створили базис для удосконалення вітчизняної системи екологічного моніторингу атмосферного повітря. Існуюча в нашій країні система спостереження за станом атмосферного повітря була сформована ще у 80-х роках минулого тисячоліття. Результати роботи цієї системи використовуються на рівні нашої держави і сьогодні. Між тим, різниця підходів до оцінювання, матеріального забезпечення процесу, оприлюднення та інтерпретації даних систем спостереження за пострадянським та європейським підходами є значною. Універсальним нормативним інструментом для ліквідації такої різниці, практичної імплементації вищезазначеної Директиви ЄС є Постанова КМУ від 14 серпня 2019 року № 827 «Деякі питання здійснення державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря». Згідно з даним нормативним документом затверджено Порядок здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря. Базовим поняттям у формуванні оновленої системи спостережень за станом атмосферного повітря є агломерація – територія з населенням понад 250 тис. осіб, визначена для цілей моніторингу й управління якістю атмосферного повітря. Проте, станом на сьогодні приклади практичної реалізації даної Постанови, засновані на результатах наукових досліджень у конкретних агломераціях нашої країни – відсутні. Отже, розв'язання задачі удосконалення системи моніторингу атмосферного повітря на прикладі

агломерації м. Полтава є актуальним науково-практичними завданням.

**Актуальність теми дисертаційної роботи** повною мірою обґрунтовано дисертанткою в роботі та підтверджується тим, що в її основу покладено результати науково-дослідної роботи, у якій автор брав участь як виконавець, – «Комплексна оцінка стану забруднення атмосферного повітря м. Полтави сучасними методами дослідження», номер державної реєстрації НДР: 0116U006931. А також, результати досліджень використані в Плані дій сталого енергетичного розвитку міста Полтави до 2020 року, затвердженому рішенням дев'ятої сесії Полтавської міської ради сьомого скликання від 31 січня 2017 року, в розділі «Екологічна ситуація в місті»; а також, регіональній програмі охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки з урахуванням регіональних пріоритетів Полтавської області на 2017–2021 роки («Довкілля – 2021»), в розділі «Стан атмосферного повітря».

З огляду на вище зазначене, актуальність теми дисертаційної роботи не викликає сумніву.

**Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації.** Наукові положення сформульовані в дисертаційній роботі, базуються на значному обсязі теоретичних та експериментальних досліджень, є достатньо обґрунтованими та підтверджуються задовільним збігом і відтворюваністю результатів натурних спостережень і математичного моделювання. Актуальність висновків і рекомендацій поданих у роботі підтверджується результатами їх апробації під час наукових конференцій різного рівня та шляхом імплементації до регіональних планових документів з екології та охорони довкілля.

**Наукова новизна роботи.** У результаті проведення комплексу теоретичних та експериментальних досліджень у дисертації запропоновано й обґрунтовано нові наукові підходи, практична реалізація яких дозволить удосконалити систему моніторингу атмосферного повітря агломерацій, а саме:

- уперше закладено науковий базис для створення дієвої системи візуального інформування населення про стан забруднення атмосфери за результатами роботи громадських станцій контролю якості повітря, що дозволяє забезпечити більшу інформативність шляхом подання інформації у площинному відображенні порівняно з точковим;

- набули подальшого розвитку методики розрахунку впливу метеорологічних факторів на стан забруднення атмосферного повітря пиловими частинками PM<sub>2.5</sub>, а саме – шляхом побудови тривимірних моделей



установлено взаємозалежності температури повітря, швидкості вітру, вологості повітря та концентрацій РМ2.5;

– удосконалено розрахунок теплового потенціалу міста, що входить до обчислення показника метеорологічного потенціалу урбосистеми, з урахуванням середньорічних температур повітря в агломерації.

#### **Практичне значення отриманих результатів.**

З використанням елементів потенційної системи громадського моніторингу, а саме – низки приватних станцій контролю якості атмосферного повітря, впроваджено аналіз стану забруднення атмосферного повітря агломерації м. Полтава пиловими частинками РМ2.5 та РМ10 в автоматичному режимі.

Запропоновано інструментарій для візуалізації результатів громадського екологічного моніторингу якості атмосферного повітря та інформування населення агломерації, а саме – зроблено сайт інформування населення щодо результатів громадського моніторингу за підтримки Інституту розвитку міста Полтава. Сайт завантажено на хостинг за адресою <http://city-air-dust.ho.ua/>.

Результати досліджень впроваджені в регіональній програмі охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки з урахуванням регіональних пріоритетів Полтавської області на 2017–2021 роки, в розділі «Стан атмосферного повітря».

Результати оцінювання стану атмосферного повітря міста використано в Плані дій сталого енергетичного розвитку міста Полтави до 2020 року, затвердженому рішенням дев'ятої сесії Полтавської міської ради сьомого скликання від 31 січня 2017 року, в частині розділу «Екологічна ситуація в місті».

#### **Структура, обсяг та аналіз змісту дисертаційної роботи.**

Дисертаційна робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел із 127 найменувань, додатків. Робота має загальний обсяг 240 сторінки, у тому числі 135 сторінок основного тексту, 37 рисунків, 32 таблиці.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету та завдання досліджень, визначено наукову новизну й практичну цінність одержаних результатів, розкрито особистий внесок здобувача, апробацію результатів дисертації, структуру та обсяг роботи.

У першому розділі проаналізовано методи оцінювання стану забруднення атмосферного повітря в українській та закордонній практиці. Визначено основні недоліки найбільш відомих підходів до оцінки стану забруднення атмосфери з точки зору їх відповідності сучасним пріоритетам і концепції моніторингу якості атмосферного повітря урбанізованих систем.



Встановлено, що у зв'язку з нововведеннями в питаннях здійснення моніторингу якості атмосферного повітря, наявна система спостережень за забрудненнями є неповною та недосконалою, особливо у розрізі здійснення спостережень за такими забруднюючими речовинами, як PM<sub>2.5</sub> та PM<sub>10</sub>. Визначено, що питання розробки схем організації та проведення соціально-спрямованого екологічного моніторингу, у тому числі в розрізі забруднення твердими частками атмосферного повітря, на сьогодні потребують термінового удосконалення.

У *другому розділі* подано результати аналізу стану забруднення атмосферного повітря за даними стаціонарних постів спостереження та державної статистики. в динаміці за 5 років (2013-2017рр.). Зазначено, що є тенденція стабілізації вмісту в повітрі більшості забруднюючих речовин, що визначаються. Проте, в рамках спостереження за забрудненнями на стаціонарних постах встановлено відсутність здійснення моніторингу таких речовин як PM<sub>2,5</sub> та PM<sub>10</sub>, та відсутність автоматизованих систем аналізу якості повітря, тобто моніторинг проводиться методом відбору проб. Здійснено порівняльний аналіз стану забруднення атмосферного повітря міст Лейпциг (Німеччина) та Полтава. Результати аналізу наведено в розділі 2.3. Встановлено, що порівняно з містами Європейського Союзу, в Полтаві дані щодо забрудненості атмосферного повітря забруднюючими речовинами, що визначаються на стаціонарних постах спостереження, не є загально доступними, тобто відповідна інформація про стан повітря в місті не надходить до громадськості. Проаналізовано залежність якості атмосферного повітря від показника метеорологічного потенціалу атмосфери міста Полтава. Уточнено розрахунок вказаного показника для агломерації (приведення коефіцієнту теплового потенціалу до середньорічних температур, та прив'язка до норм кількості опадів). Визначено вразливість міста до змін клімату та виявлено, що «острів тепла» не є характерною рисою міста Полтава.

У *третьому розділі* подано результати уведення в дію мережі громадського моніторингу, що на час експерименту включила заміри за допомогою 9 датчиків визначення концентрації твердих часток. Надано рекомендації встановлення датчиків вимірювання та приклад оптимального розбиття сітки міста для ефективного вимірювання запиленості повітря міста, та для подальшого інформування населення. Сформовано базу даних для встановлення взаємозв'язку з метеорологічними параметрами, виведено рівняння залежності їх впливу, та побудовано трьох вимірні моделі залежності забруднення повітря PM<sub>2.5</sub> та наступних метеорологічних параметрів: температура повітря, швидкість вітру, вологість повітря. Розроблено та реалізовано веб-сайт для публікацій результатів вимірювання рівня



забруднення атмосферного повітря за допомогою громадського контролю.

У четвертому розділі розглянуто можливість імплементації Порядку здійснення державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря, враховуючи результати впровадження громадського моніторингу міста. За період спостережень (грудень 2019 року – липень 2020 року) стан забруднення атмосферного повітря твердими частками, відповідно до постанови, не виходить за норми верхнього та нижнього порогу оцінювання. Перевищення значень ГДК спостерігалися лише 9 діб за період спостережень. Встановлено, що причиною підвищених показників одного з датчиків служить рельєф місцевості, де у східній частині міста спостерігається зниження рельєфу приблизно на 80 м. Відмічено, що мережа громадського моніторингу виступає допоміжним інструментом в імплементації постанови щодо здійснення моніторингу. Надані рекомендації з удосконалення існуючої системи моніторингу з огляду укомплектування сучасним автоматизованим обладнанням стаціонарних постів спостереження. Зазначено, що характерними забруднювачами атмосферного повітря міста Полтава є тверді частки PM<sub>2,5</sub> та PM<sub>10</sub>, оксиди нітрогену NO та NO<sub>2</sub>, і оксид карбону. Наведено рекомендації щодо типів газоаналізаторів, та їх головні характеристики, що можуть бути використані при плануванні укомплектування постів спостереження.

*Висновки* достатньо повно відображають хід розв'язання поставлених у роботі завдань, містять основні результати дисертаційного дослідження.

**Оформлення дисертації** за структурою, мовою та стилем викладення в цілому, за виключенням п.13, відповідає вимогам до оформлення дисертацій, затвердженим МОН України, наказ № 40 від 12 листопада 2017 року. Матеріали дисертації чітко висвітлюють одержані науково-практичні результати.

**Повнота викладення результатів дисертації в наукових публікаціях за темою дисертації.** Основні положення дисертації опубліковано у 19 наукових роботах, в тому числі: 4 статті в періодичних наукових виданнях, 3 з яких опубліковано у фахових виданнях України з технічних наук та 1 стаття у виданні, що на час публікації результатів досліджень індексувалося міжнародною наукометричною базою (НМБД) *Scopus*; 2 статті за матеріалами Міжнародних конференцій, які індексуються НМБД *Scopus*; 11 тез доповідей, 2 документи регіонального значення. Публікації Максюті Н.С. кількісно та якісно відповідають вимогам п.11 Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії.

Наведений у публікаціях матеріал повною мірою відображає основні результати та обґрунтовує наукові положення дисертаційної роботи.



**Шляхи використання наукових і практичних результатів роботи та ступінь їх реалізації.** Практичні рекомендації дисертаційної роботи підтверджуються результатами впровадження у навчальний процес підготовки бакалаврів і магістрів спеціальностей 101 та 183 у Полтавській політехніці (акт від 10.08.2020) та використанням у документах регіонального значення Полтавської ОДА (акт від 04.01.2021). Результати роботи варто спрямувати до Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України щодо використання під час організації систем моніторингу за станом атмосферного повітря в інших агломераціях нашої країни.

**Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності.** Результати перевірки роботи на можливий плагіат системою *Unicheck*, файл ID1005941383 на рівні 19,7% збіжності дозволяють стверджувати про дотримання норм академічної етики з боку здобувача.

**Зауваження до дисертаційної роботи:**

**– недоліки технічного характеру:**

1. Не зовсім зрозумілою є мета подання переліку рисунків і таблиць на початку дисертації.

2. У вступі до дисертації, підрозділ «Особистий внесок здобувача», не наведено деталізоване відображення внеску автора у публікації в співавторстві.

3. Не пов'язаний із задачами дисертаційного дослідження аналітичний матеріал, поданий у підрозділі 1.1 роботи – «Роль методів біоіндикації в оцінці рівня забруднення атмосферного повітря».

4. Текст дисертації, особливо в межах другого розділу, містить забагато неаргументованих припущень типу «можливо».

5. Назви латиницею та коефіцієнти формул в тексті роботи варто було подавати курсивом.

6. Під час оформлення списку публікацій здобувача доцільно було б дотримуватися градації наукових здобутків, визначеної у п.4 наказу № 40 МОН від 12.01.2017.

7. Додатки до дисертаційної роботи не містять обов'язкового переліку публікацій здобувача за темою дисертації та відомостей про апробацію результатів дисертації (зазначаються назви конференції, конгресу, симпозіуму, семінару, школи, місце та дата проведення, форма участі). Відповідно до вимог наказу № 40 МОН від 12.01.2017.

**– загальні зауваження:**

8. Бажано було б зробити у розділі 2 дисертації ряд припущень, які б аргументували задачі порівняльного аналізу результатів контролю якості атмосферного повітря міст Лейпцига (Німеччина) та Полтава здійснені за

допомогою різних технічних та методологічних підходів.

9. У першому розділі бажано було би навести стислі вимоги щодо еталонних методів вимірювання концентрацій основних забруднювальних речовин.

10. Квадратичне рівняння 3.1 бажано було б доповнити описом коефіцієнтів  $a, b, c$ .

11. З тексту дисертації не зрозуміло яким чином результати отримані у комірках основної мережі громадських станцій (рис. 3.1 та 3.2, стор. 118, 199; рис. 4.1, стор. 137) інтерполюють на комірки в яких фізично відсутні станції?

12. Бажано було б візуалізувати концептуальні підходи до створення мережі громадського моніторингу за допомогою схеми, алгоритму тощо.

Указані недоліки не впливають на обґрунтованість положень, наукову новизну та позитивний характер одержаних у роботі висновків, наукових і практичних результатів.

#### **Загальний висновок.**

Отже, робота Максюті Н.С. є завершеним науковим дослідженням, виконаним авторкою самостійно за актуальною темою. Дисертація виконана відповідно до вимог «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою КМУ від 06.03.2019, № 167. Робота спрямована на розроблення та впровадження науково-методологічних засад удосконалення систем екологічного моніторингу атмосферного повітря агломерацій (на прикладі м. Полтава).

Ураховуючи вище зазначене маємо підстави стверджувати, що Максютя Наталія Сергіївна заслуговує присудження їй ступеня доктора філософії за спеціальністю 183 – технології захисту навколишнього середовища.

#### **Офіційний опонент:**

декан факультету природничих наук  
Кременчуцького національного  
університету імені Михайла Остроградського,  
доктор технічних наук, доцент

В. С. Бахарєв

