

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Бахарєва Володимира Сергійовича «Комплексна система екологічного моніторингу атмосферного повітря урбосистем», подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21. 06. 01 – екологічна безпека

**Актуальність теми дисертаційної роботи.** Як відомо, моніторинг в галузі охорони атмосферного повітря здійснюється з метою отримання, збирання, оброблення, збереження та аналізу інформації про рівень (стан) його забруднення, оцінки та прогнозування змін і ступеня небезпечності та розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття відповідних рішень (ст. 32 Закону України «Про охорону атмосферного повітря»). Він є складовою частиною державної системи Моніторингу довкілля України (ДСМД), до якої входить декілька суб'єктів, головним серед яких є Мінприроди та інші державні служби і агенції та їх органи на місцях.

При цьому треба зазначити, що у нашій державі у цій царині досить добре розроблена відповідна законодавча та нормативна база, але вона не до кінця імплементована до вимог європейських директивних документів та стандартів. Крім того, проблеми чіткої організації та функціонування і технічного забезпечення цієї системи, її недосконалість потребують явної науково-технічної та фінансової підтримки. Особливого занепокоєння при цьому викликає стан системи оцінювання якості атмосферного повітря, у першу чергу, в техногенно навантажених урбанізованих регіонах. Є ряд і інших чинників, які зумовлюють неефективність функціонування ДСМД, а саме: проблематичність єдиного концептуального підходу до організації спостережень, неузгодженість дій між суб'єктами цієї системи та інші. При цьому, в умовах сучасної децентралізації, виникає явна необхідність реформування і активізація роботи особливо муніципальних служб моніторингу довкілля. Все це потребує розробки нових та удосконалення існуючих, в тому числі, і методологічних підходів щодо організації системи моніторингу атмосферного повітря, їх комплексності, структурованості та ін. з відповідним забезпеченням екологічної безпеки.

З огляду на вище зазначене, тема дисертаційної роботи достатньо актуальна і не викликає жодного сумніву.

**Зв'язок дисертаційної роботи з науковими програмами, планами, темами.** Робота виконана відповідно до «Основних засад (стратегії) державної екологічної політики України на період до 2020 року», затверджених Законом України від 21 грудня 2010 року № 2818-VI; Директиви ЄС 2008/50/ЄС «Про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи»; «Концепції

реформування системи державного нагляду (контролю) у сфері охорони навколишнього середовища в Україні», схваленої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 31 травня 2017 року № 616-р.; «Програми заходів (дій) з недопущення перевищення нормативів гранично допустимих викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря в м. Кременчуці», затвердженої рішенням XVII сесії Кременчуцької міської ради від 22 грудня 2016 року, а також науково-дослідних робіт Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського і кафедри екологічної безпеки та організації природокористування. Автор є членом робочої групи з розробки програми та контролю за її реалізацією. Крім того, в основу роботи покладено результати науково-дослідних робіт, у яких автор брав участь: як виконавець – «Наукові дослідження у галузі охорони і раціонального використання водних ресурсів, земель, тваринного світу, охорони атмосферного повітря, збереження природно-заповідного фонду, у сфері поводження з відходами з розробкою природоохоронних заходів для програми охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки з урахуванням пріоритетів міста Кременчука на 2016–2020 роки «ДОВКІЛЛЯ – 2020» (№ держреєстрації 0116U002299); як відповідальний виконавець – «Розробка програми постійного контролю та спостереження (моніторингу) за забрудненням атмосферного повітря в м. Кременчуці на відповідність вмісту забруднюючих речовин нормам ГДК, інтегровану з існуючою системою моніторингу лабораторії спостереження за забрудненням атмосферного повітря м. Кременчука» (№ держреєстрації 0117U001768); як керівник – «Обґрунтування місць розташування стаціонарних постів спостереження за станом забруднення атмосферного повітря в м. Кременчуці для ведення екологічного моніторингу» (№ держреєстрації 0117U002522).

**Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації.** Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані в дисертаційній роботі, базуються на значному обсязі теоретичних та експериментальних досліджень, є достатньо обґрунтованими і підтверджуються задовільним збігом та відтворюваністю результатів натурних експериментів і математичного моделювання, а також використанням сучасних інформаційно-вимірювальних і комп'ютерних технологій.

**Наукова новизна роботи.** У результаті проведення комплексу теоретичних і експериментальних досліджень у дисертації запропоновано та обґрунтовано нові наукові підходи, практична реалізація яких дозволить підвищити ефективність процесу розроблення та прийняття управлінських рішень з екологічної безпеки у сфері забезпечення якості атмосферного

повітря, а саме:

- розроблено наукові засади створення комплексних систем екологічного моніторингу атмосферного повітря техногенно навантажених урбосистем, взаємодія підсистем в межах яких дозволяє забезпечити актуальність, достовірність і диференційованість моніторингової інформації, що є підґрунтям для подальшого обґрунтування організаційно-управлінських рішень із забезпечення екологічної безпеки;

- науково обґрунтовано структуру інформаційно-аналітичної системи моніторингу якості атмосферного повітря на рівні урбосистем, у складі якої виділені схеми функціональних взаємозв'язків підсистем, що дозволяє диференціювати результати роботи системи залежно від рівня доступу та авторизації користувачів, забезпечивши при цьому оперативність та повноту екологічної інформації;

- встановлено, що процес незалежного експертного оцінювання поточної та оперативної інформації про стан забруднення атмосферного повітря в системі екологічного моніторингу урбосистем доцільно організовувати та реалізовувати за принципом «внутрішнє (житлове) – зовнішнє (навколишнє) середовище», що дозволяє підвищити рівень об'єктивності експертних висновків;

- розроблено теоретико-множинну модель інформаційно-аналітичної системи екологічного моніторингу атмосферного повітря на місцевому рівні, у складі якої виділені підсистеми моніторингу параметрів урбосистеми та підтримки прийняття рішень, що дозволило теоретично та практично забезпечити функціональну ефективність процесів діагностування екологічно небезпечних ситуацій та прийняття ефективних рішень щодо їх корекції;

- набули подальшого розвитку теоретичні аспекти управління екологічною безпекою техногенно навантажених урбосистем шляхом розробки інформаційних технологій моніторингу в умовах неповної визначеності ситуацій, що забезпечує інформаційно-технічну підтримку процесу прийняття управлінських рішень;

- набули подальшого розвитку оптимальні способи формування мережі стаціонарних постів моніторингу забруднення атмосфери населеного пункту, що дозволяє одержувати диференційовану інформацію за результатами спостережень і на цій основі встановлювати внесок конкретних джерел впливу у загальний рівень забруднення атмосферного повітря в межах урбосистеми.

Загалом, **наукова значимість роботи** полягає у створенні наукових основ комплексної системи екологічного моніторингу атмосферного повітря промислово-міських агломерацій, функціонування якої базується на взаємодії

підсистем із забезпеченням логічного поєднання особливостей їх функціонування, що дозволяє досягнути більшої достовірності, об'єктивності, оперативності та диференційованості моніторингової інформації.

#### **Практична значимість результатів роботи.**

Розроблено інформаційну технологію моніторингу та підтримки прийняття рішень, що включає сукупність інформаційних процесів збору, обробки та передачі інформації в інформаційно-аналітичних системах, практична реалізація якої дозволяє підвищити ступінь обґрунтованості організаційних рішень з управління екологічною безпекою в сфері муніципального екологічного моніторингу. Практична реалізація одержаних на основі теоретичних узагальнень і результатів експериментальних досліджень закономірностей із встановлення розмірів зон активного забруднення довкола техногенних об'єктів дає можливість визначити їх внесок у формування загального рівня екологічної небезпеки.

Розроблено функціональну схему взаємодії суб'єктів системи екологічного моніторингу за станом забруднення атмосферного повітря на рівні урбосистем, а також схему виконання програми постійного муніципального моніторингу, практична реалізація яких дозволить упорядкувати міжгалузеві взаємовідносини, забезпечити ефективність муніципального контролю за якістю атмосферного повітря, систематизувати результати та забезпечити організацію оперативних моніторингових спостережень. Практична реалізація розробленого комплексу системних, оперативних та епізодичних спостережень у складі системи моніторингу забруднення атмосферного повітря із застосуванням пересувних екологічних лабораторій дозволяє розробляти ефективні організаційні та управлінські рішення із забезпечення екологічної безпеки в техногенно навантажених урбосистемах.

**Аналіз змісту роботи.** Дисертація складається з анотації, вступу, 6 розділів, загальних висновків, списку використаних джерел і додатків. Основний текст містить 45 таблиць та 85 рисунків. Список використаних джерел з 243 найменувань розміщено на 31 сторінці, 9 додатків – на 36 сторінках. Загальний обсяг роботи складає 402 сторінки.

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

У першому розділі встановлено що основною проблемою у спробах підвищення ефективності систем моніторингу довкілля на муніципальному

рівні в Україні є недосконалість організації підсистем спостереження й оцінювання, що у кінцевому випадку призводить до недостатньої обґрунтованості в підсистемі підтримки прийняття управлінських рішень, яка безпосередньо пов'язана з управлінням екологічною безпекою.

У другому розділі обґрунтовано пріоритетні завдання функціонування муніципальних систем моніторингу. На прикладі техногенно навантажених м. Кременчук та м. Дніпро поведено ряд експериментальних та аналітично-розрахункових досліджень стану забруднення атмосферного повітря. Обґрунтовано методи визначення зон активного забруднення, використання яких дозволить оптимізувати мережу стаціонарних постів спостереження за станом атмосферного повітря для ведення екологічного моніторингу. Розроблено спосіб побудови мережі стаціонарних постів моніторингу забруднення атмосфери населеного пункту, визначення їх місць розташування та кількості. Запропоновано диференціацією постів спостережень на «міські фонові», «міські транспортні» та «міські мережеві» залежно від розміщення відносно зон активного забруднення довкола промислових об'єктів I-III класу небезпеки та транспортних магістралей.

У третьому розділі обґрунтовано структуру комплексної системи екологічного моніторингу атмосферного повітря на рівні урбосистеми, у складі якої виділено підсистеми: прогнозування метеорологічних умов високого забруднення атмосфери та попередження про настання несприятливих метеорологічних умов; спостереження із диференціацією якісних характеристик інформації постів контролю; презентації результатів спостережень, їх аналізу, напрацьованих рішень із широким та диференційованим доступом; оцінювання результатів спостережень і короткострокового прогнозування змін; незалежного експертного оцінювання поточної та оперативної інформації про стан забруднення атмосферного повітря; накопичення вихідної, первинної та вторинної інформації системи моніторингу. Встановлено, що комплексність системи забезпечує логічне поєднання служб-підсистем у частині взаємозв'язку результатів виконання завдань із загальною метою забезпечення населення достовірною та диференційованою інформацією про стан атмосферного повітря, а також – найголовніше – одержання чітких аргументованих підстав для прийняття організаційно-управлінських рішень із забезпечення екологічної безпеки.

У четвертому розділі розроблено загальну структуру інформаційно-аналітичної системи моніторингу якості атмосферного повітря на муніципальному рівні. У складі цієї структури деталізовано її складові у частині: формування бази даних за результатами спостережень, особливостей роботи блока візуалізації даних, обробки запитів на інформацію та її

візуалізації. Розроблено структурні схеми функціональних взаємозв'язків підсистеми попередження про несприятливі метеорологічні умови, організації оперативних спостережень на основі аналізу звернень громадян, експертного оцінювання поточної та оперативної інформації про стан забруднення атмосферного повітря.

У п'ятому розділі розроблені моделі, що описують архітектуру інформаційно-аналітичної системи моніторингу та підтримки прийняття рішень щодо заходів, які забезпечують екологічну безпеку урбанізованих територій на муніципальному рівні. Розроблено адаптивну нечітку модель розпізнавання ситуацій у процесі моніторингу екологічної обстановки, яка дозволяє просте масштабування системи підтримки прийняття рішень. Сформовано загальний опис інформаційної технології моніторингу та підтримки прийняття оперативних рішень щодо корекції екологічно небезпечних ситуацій.

У шостому розділі на прикладі конкретної техногенно навантаженої урбосистеми міста Кременчука розроблено програму і схеми системних, епізодичних та оперативних спостережень за якістю атмосферного повітря. Встановлено, що реалізація запропонованої програми спостережень дозволить розв'язати наступні концептуальні завдання: забезпечити повноту інформації про якість атмосферного повітря на території муніципалітету та контроль за станом атмосферного повітря в місті, як за рахунок систематичних спостережень за загальним рівнем забруднення, так і шляхом організації та проведення оперативних і систематичних спостережень на межі санітарно-захисних зон цих об'єктів; одержувати диференційовану інформацію від системи спостереження достатню для обґрунтування управлінських рішень у сфері захисту атмосферного повітря і здоров'я громадян міста; забезпечити інтеграцію програм спостережень між усіма суб'єктами моніторингу.

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

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

**Повнота викладення результатів дисертації в наукових фахових виданнях.** Основні положення дисертації опубліковано в 45 наукових роботах, з яких: 1 колективна монографія, 20 статей у фахових наукових виданнях України з технічних наук, 7 статей у закордонних наукових періодичних виданнях, 1 стаття в іншому періодичному науковому виданні України, що на час публікації не входило до переліку фахових видань, 15 тез

доповідей на міжнародних та всеукраїнських конференціях, 1 деклараційний патент України. 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.** Розроблені у дисертаційній роботі схеми та програми реалізації комплексу спостережень за якістю атмосферного повітря використані відділом екологічної безпеки виконавчого комітету Кременчуцької міської ради Полтавської області (акт впровадження від 07.07.2017). Розроблену «Програму постійного контролю та спостереження (моніторингу) за забрудненням атмосферного повітря в м. Кременчуці...» затверджено рішенням Виконавчого комітету Кременчуцької міської ради (копія №7 рішення № 1159 від 30.10.2017). Результати дисертаційних досліджень також впроваджено в практичну роботу Комунального підприємства «Науковий центр еколого-соціальних досліджень» м. Кременчука з метою підвищення ефективності використання пересувної муніципальної екологічної лабораторії, що є на балансі підприємства (акт впровадження від 30.12.2016).

Результати наукових досліджень використані при викладанні лекційного матеріалу з дисципліни «Екологічний моніторинг забруднення довкілля» для здобувачів освітньо-наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 101 – «Екологія» на кафедрі екологічної безпеки та організації природокористування Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, а також при проведенні практичних занять з дисципліни «Моніторинг довкілля» для студентів напряму підготовки «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» (акт впровадження від 06 лютого 2017 року).

Пропозиції з розширення сфери використання результатів дисертаційної роботи рекомендується направити в Міністерство екології та природних ресурсів України, а також до органів місцевої влади техногенно-навантажених міст нашої країни.

**Апробація результатів дисертаційного дослідження.** Основні результати пройшли достатню апробацію. Матеріали дисертації доповідались та обговорювались на профільних конференціях із захисту довкілля та екологічної безпеки міжнародного та всеукраїнського рівнів.

**Ідентичність змісту автореферату основним положенням дисертації та відповідність паспорту спеціальності.** Зміст автореферату відповідає розділам дисертації та її основним положенням. Тематика досліджень повністю відповідає паспорту спеціальності 21.06.01 – екологічна безпека, зокрема: І. Формула спеціальності та ІІ. Напрямки досліджень (пункт 5).

Наведені результати відповідають виключно технічному спрямуванню дисертаційної роботи.

• **Зауваження щодо змісту та оформлення дисертації та автореферату.**

1. Стор. 24 автореферату. Має бути так: «Проблема вирішується», а «задачі розв'язуються».

2. По всій дисертації переважає слово «визначення» – (дефініція), як з'ясування суті предмета. Проте у багатьох випадках варто зазначити саме слово «встановлення» (встановлення зв'язків, закономірностей тощо). Це знову ж таки у більшій мірі відноситься саме до наукових робіт. Наука переважно прагне не «визначень», а «встановлення», як факт, як закон, як таку закономірність, про яку ще не знало людство.

3. Стор. 4 дис. Декілька разів зустрічається вираз «антропоцентричний підхід». Все це вірно лиш до певної міри! Я до того, що у ХХІ столітті варто уже відходити від цієї парадигми, а рухатися у напрямку «ЕКОцентричності», бо шум, електромагнітні ефекти та інші фактори впливають у рівній мірі негативно як на людину, так і на інші живі системи.

4. Моніторинг, зокрема, у Кременчуці проводиться, у тому числі, з допомогою постів чи пересувних лабораторій. Але ж вимірювання здійснюються переважно на рівні дихання людини, а викиди в атмосферу продукують не тільки автотранспорт, але і висотні труби-димарі потужних промислових об'єктів. Як бути з об'єктивністю даних по всьому атмосферному просторі міста?

5. На сторінці 11 дисертації наводиться колективна монографія, але немає авторів.

6. Стор. 45 дис. Ви обґрунтовано вважаєте, що потрібно «створення окремих моніторингових агентств». А чи спроможний буде держбюджет в умовах війни на створення ще однієї структури? А може варто Мінприроді та іншим державним службам більш дисципліновано, відповідальніше, ефективно, оперативно, беззаперечно і т.д. виконувати покладені державою на них функції? Так само і до інших існуючих органів виконавчої влади, у тому числі і муніципальної. Тобто, що існуючих відділів, екологічних установ і т.д. не достатньо, щоб здійснювати ці функції?

7. Скрізь по дисертації слово «забруднюючий», але в українській мові немає «деепричастних оборотов». Треба «забруднювальні». Так само «датчики», треба: «сенсори», «давачі».

8. Ви у дисертації пропонуєте вимірювати параметри стану у визначені години, але промислові гіганти, знаючи це, можуть свідомо йти на порушення природоохоронного законодавства, тобто технологічно зменшувати у цей час об'єм викидів, щоб не платити штрафи. Отже, це можна зняти тільки не

епізодичними, вибірковими вимірюваннями, а безпосередньо в режимі реального часу.

9. Стор. 94-95. Ви стверджуєте, що система забезпечення оперативного доступу громадян до результатів моніторингу практично відсутня. Мабуть, це не зовсім так. Візьміть до прикладу, сайт Мінприроди для зворотнього зв'язку з громадськістю і т.п.

10. У дисертаційній роботі, нажаль, нічого не сказано про можливості сучасних лідарних систем зондування атмосферного простору над Україною, зокрема Кременчуком.

11. Стор.238. Функція «належності», а не «приналежності».

12. Рис. 4.8 – Все стікається до експерта, а де від нього дія, тобто зворотний зв'язок?

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

#### **Загальний висновок.**

Отже, робота Бахарєва В. С. виконана відповідно вимог до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора наук у відповідності до пп. 9, 10, 12, 13 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 № 567. Дисертація є завершеною науковою працею, яка спрямована на розроблення та впровадження науково-методологічних засад підвищення рівня екологічної безпеки шляхом забезпечення достатнього рівня ефективності реалізації процесів спостереження, оцінювання та діагностики стану атмосфери в комплексних системах екологічного моніторингу атмосферного повітря техногенно навантажених урбосистем.

Враховуючи вище зазначене, маємо підстави стверджувати, що Бахарєв Володимир Сергійович заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека.

Офіційний опонент:

директор інституту екологічної безпеки  
та моніторингу довкілля Вінницького  
національного технічного університету,  
Заслужений природоохоронець України,  
доктор технічних наук, професор

Підпис *Петрука В.Г., Поплавського А.В.*  
**ПОСВІДЧУЮ**  
Зав. канцелярією

*В. Г. Петрук*

Підпис Петрука В. Г. **ЗАСВІДЧУЮ:**

Вчений секретар

*А. В. Поплавський*

