

ВІДГУК
офіційного опонента доктора технічних наук, професора
Внукової Наталії Володимирівни
на дисертаційну роботу Козія Івана Сергійовича
«Наукові основи системного підходу до зниження техногенного
навантаження від промислових викидів на довкілля», представлену для
здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю
21.06.01 – екологічна безпека

Дисертаційна робота складається з анотації, переліку умовних позначень, вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел у 398 найменувань, а також 9 додатків. Дисертація викладена на 343 сторінках машинописного тексту і містить 18 таблиць та 70 рисунків.

Дисертаційна робота відповідає основним напрямам державної політики України у галузі охорони довкілля і забезпечення екологічної безпеки від промислових викидів промислових підприємств. Проведено комплексний системний аналіз щодо зменшення техногенного впливу на довкілля від викидів промислових підприємств, розроблено програмні рішення щодо підвищення екологічної свідомості населення та залучення громадськості до процесів вирішення екологічних проблем.

Актуальність теми дисертаційної роботи, її зв'язок з науковими програмами, планами, темами.

Україна, як країна, що має значний потенціал промислового виробництва, повинна бути особливо уважною до питань охорони довкілля та забезпечення безпеки населення. Для цього необхідно використовувати комплексний підхід до проблем охорони довкілля та здоров'я населення, що передбачає впровадження системи оптимальних природозахисних технологічних рішень, оцінювання стану довкілля та вибір способів зниження техногенного навантаження промислових виробництв.

Для досягнення цієї мети Україна повинна дотримуватись певних екологічних стандартів безпеки та здійснювати екологічну політику з охорони навколишнього середовища на рівні міжнародних нормативних документів. Крім того, необхідно розробляти та впроваджувати нові методики аналізу довкілля, створювати моніторингові системи, проводити науково-технічні дослідження та розробки природозахисного обладнання.

Підприємства, що забруднюють навколишнє середовище, повинні впроваджувати екологічно орієнтовані технології, сучасні методики прогнозування рівня впливу від забруднюючих речовин та вискоєфективне пилогазоочисне обладнання для очищення пилогазових викидів. Використання



таких технологій може допомогти знизити техногенне навантаження від пилових викидів, що містять дрібнодисперсні зважені речовини.

Системний підхід є методологічною основою для удосконалення системи «викиди виробництва – природозахисне обладнання – зниження техногенного навантаження на довкілля», аналізування проблем та прийняття управлінських рішень. Застосування системного підходу дозволяє вирішити проблеми охорони довкілля на різних рівнях управління – від розробки міжнародних нормативних документів до конкретних виробничих процесів на підприємствах. Це дозволяє досягти більш ефективного збереження природних ресурсів та запобігти загостренню екологічної ситуації.

Таким чином, обрана тематика дисертаційного дослідження є актуальною, оскільки спрямована на системний аналіз стану довкілля, визначення факторів, що впливають на його стан, розробку стратегії та планування дій для зниження техногенного навантаження та забезпечення припустимого рівня екологічної безпеки промислових підприємств.

Тематика дисертаційної роботи відповідає пріоритетним напрямкам розвитку передумов для ефективного запобігання, зменшення й контролю промислового забруднення в Україні на 2019–2028 рр. згідно «Концепції реалізації державної політики у сфері промислового забруднення» і Національному плану дій з охорони навколишнього природного середовища на 2023–2025 рр. із заходу «Розроблення планів поліпшення якості атмосферного повітря для зон та агломерацій».

Робота виконана відповідно до плану науково-дослідних робіт кафедри екології та природозахисних технологій Сумського державного університету, пов'язаних із тематиками «Зниження техногенного навантаження на навколишнє середовище підприємств хімічної, машинобудівної промисловості та теплоенергетики» (номер державної реєстрації 0116U006606) згідно з науково-технічною програмою Міністерства освіти і науки України, в яких автор брав участь як виконавець.

У дисертаційній роботі використані результати досліджень, проведених під час виконання договору на розроблення та передавання науково-технічної продукції з теми: «Комплексні послуги у галузі екології для підприємств, установ та організацій» (№ 51.16-2019.СП/107), у якій автор брав участь як відповідальний виконавець.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації.

Достовірність сформульованих у дисертації наукових положень, висновків та рекомендацій підтверджується змістовним аналізом стану проблеми за тематикою досліджень, використання апробованих методик, застосуванням

системного підходу, методів аналізу, систематизації та інтерпретації одержаних результатів; використання методів: аспіраційного відбору проб повітря, рентгеноскопії (растровий електронний мікроскоп Ремма-М), електронної мікроскопії та гравіметрії (дисконна центрифуга фракційного розподілу X-ray Disc Centrifuge Particle Size Analyzer Ver. 3.78) для аналізування дрібнодисперсних зважених речовин, математичного моделювання процесу розсіювання та експериментальні методи дослідження ефективності роботи апаратів. Використані методи оптимізації вибору природозахисного обладнання на підставі аналізування баз даних забруднюючих речовин, технологічних умов середовища та пилогазоочисного обладнання. Для побудови графів використано методику UMAP (Uniform Manifold Approximation and Projection) та параметризовану оптимізацію. Розроблення програмного алгоритму вибору обладнання реалізоване в середовищі Google-Таблиці за методом послідовної ієрархічної кластеризації (ІПК). Дані аналізували з використанням програмної системи аналізування даних Statistica, версія 13.0.0.0 (TIBCO Software Inc., 2017), PTC Mathcad Prime 7 (© PTC Inc. (PTC), 2021), ЕОЛ+ 5.3.8 (КБСП «Топаз», 2017), Google-Таблиці (Google Inc., 2021).

Наукова новизна роботи здобувача полягає в тому, розроблено нові методики та підходи до системного аналізу впливу промислових викидів на довкілля, зокрема, на дослідження дрібнодисперсних зважених речовин. При цьому, автором:

вперше:

– розроблено наукові основи системного підходу до зниження впливу промислових викидів, що містять дрібнодисперсні зважені речовини ($PM_{2.5}$), із застосуванням оцінювання впливу викидів на довкілля й здоров'я людини, прогнозування забруднення довкілля, розробленням методик вибору природозахисного обладнання, дослідження і використання високоефективних конструкцій пилогазоочисного обладнання;

– розроблено математичну модель поширення дрібнодисперсних зважених речовин у приземному шарі атмосфери для оцінювання, прогнозування й зниження техногенного навантаження від викидів промислових підприємств;

– розроблено алгоритми та методики вибору пилогазоочисного обладнання з використанням теорії графів і методу послідовної ієрархічної кластеризації для аналізу вихідних баз даних;

– досліджено й математично описано процес розподілу і механізм утворення крапель у робочій зоні прямотечійного масообмінного апарата з регулярною пульсаційною насадкою;

– одержано математичну залежність для розрахунку діаметра крапель поглинальної рідини, утворюваних унаслідок дроблення рідинних потоків

турбулізуючими елементами насадки в апараті з регулярною пульсаційною насадкою;

– одержано математичну залежність для розрахунку мінімального діаметра частинок дрібнодисперсних зважених речовин, що можуть бути захоплені краплями рідини в апараті з регулярною пульсаційною насадкою;

набули подальшого розвитку:

– наукові основи системно-поелементного підходу до процесу вловлювання дрібнодисперсних зважених речовин в апаратах із регулярною пульсаційною насадкою;

вдосконалено:

– науково-практичні підходи до створення методик обґрунтованого вибору природозахисного обладнання;

– опис математичної моделі взаємодії пилогазового потоку з парорідинною сумішшю у форсунковому типі апаратів із регулярною пульсаційною насадкою.

Таким чином, дана дисертація дає нові науково обґрунтовані результати та відкриває нові можливості для подальшого дослідження в галузі екологічної безпеки.

Практична значимість результатів дисертаційної роботи визначається тим, що здобувачем створено передумови зниження негативних наслідків техногенного впливу викидів промислових підприємств, які містять дрібнодисперсні зважені речовини на компоненти довкілля шляхом впровадження комплексних системних рішень та використання методик підвищення рівня екологічної безпеки промислових підприємств. Результати дисертаційних досліджень мають таке практичне значення:

1. Розроблено програмне забезпечення для моделі прогнозування розсіювання забруднюючих речовин у приземному шарі атмосфери. Програмна реалізація алгоритму здійснена в середовищі PTC Mathcad Prime 7, а візуальна складова – як Web-додаток із використанням HTML-розмітки, CSS-стилів і мови програмування JavaScript. Програма для розрахунку розсіювання дрібнодисперсних зважених речовин може використовуватися в системах моніторингу для оцінювання і контролю техногенного впливу промислових підприємств на довкілля та інформування громадськості на різних рівнях.

2. Розроблено програмне розв'язання алгоритму вибору природоохоронного обладнання, що враховує різні фізичні особливості роботи обладнання й параметри забруднюючих речовин і дозволяє відповідно до кількості викидів та врахування технологічних умов середовища обирати ефективні технологічні природоохоронні рішення для зменшення техногенного впливу на довкілля. Програма доступна для широкого кола користувачів комп'ютерами з підтриманням файлів у форматі *.xlsx або режимі онлайн,

характеризується зручністю та швидкістю роботи, можливістю доповнення баз даних забруднюючих речовин і природоохоронного обладнання.

3. Розроблено конструкції пилогазоочисних апаратів із регулярною пульсаційною насадкою (РПН) (форсунковий та ежекційний тип), які поєднують у собі можливості створення в робочій зоні організованих вихрових зон і мають широкий діапазон стійкої роботи. Ефективність пиловловлення дрібнодисперсного пилу в досліджуваних типах апаратів із РПН становить понад 99 %, що свідчить про високу ефективність розроблених конструкцій обладнання.

4. Розроблено практичні рекомендації щодо впровадження у виробництво двох типів високоефективних пилогазоочисних апаратів, які працюють у режимі розвиненої турбулентності для комплексного очищення викидів виробництва на базі ДУ «Ніохім» (акт впровадження від 20.07.2021 р.) та СП «Технополіс» (акт впровадження від 23.09.2022 р.), а також методологію вибору пилогазоочисного обладнання та порядок розрахунку ефективності роботи апаратів із РПН для очищення викидів від дрібнодисперсних зважених речовин на ПрАТ «Інститут «Сумипроєкт» (акт впровадження від 20.09.2022 р.).

5. Державна екологічна інспекція в Сумській області (акт впровадження від 10.04.2022 р.) впровадила в роботу рекомендації та математичну модель поширення забруднюючих речовин для прогнозування й розрахунку зони забруднення атмосферного повітря внаслідок викидів дрібнодисперсних зважених речовин як таку, що забезпечує визначення зони впливу підприємств і завданих збитків навколишньому природному середовищу.

6. Упроваджено в навчальний процес кафедри екології та природоохоронних технологій Сумського державного університету методичні рекомендації щодо системного підходу до оцінювання техногенного навантаження на довкілля від промислових викидів дрібнодисперсних зважених речовин, математичну модель поширення домішок, алгоритм вибору природоохоронного обладнання, а саме в такі дисципліни: «Технології захисту навколишнього середовища», «Техноекологія», «Моделювання та прогнозування стану довкілля», «Процеси і апарати природоохоронних технологій» і «Сучасні методи захисту довкілля» (акт впровадження від 06.09.2022 р.).

Повнота викладення результатів дисертації у наукових фахових виданнях.

За результатами аналізу поданого автором переліку опублікованих наукових праць виявлено, що всі винесені на захист наукові результати належать автору і з достатньою повнотою відображені у 44 наукових працях, із яких: 1 монографія у співавторстві, 1 розділ колективної монографії, 23 статті, зокрема, 16 статей у наукових фахових виданнях із переліку МОН України,

7 статей у зарубіжних наукових періодичних виданнях та виданнях, що індексуються міжнародними наукометричними базами даних (Scopus і Web of Science), 17 матеріалів доповідей у збірниках праць конференцій, 1 підручник та 1 навчальний посібник.

За кількістю, обсягом та якістю наукові публікації відповідають вимогам МОН України щодо публікацій основного змісту та наукових результатів дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук.

Оцінка змісту та структури дисертації.

Зміст роботи відповідає поставленим задачам. Виклад матеріалу системний, послідовний.

У *вступі* обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету та завдання досліджень, визначено наукову новизну й практичну цінність одержаних результатів, відомості про впровадження результатів досліджень, детально наведено особистий внесок здобувача, апробацію результатів дисертації, повноту викладу матеріалів у публікаціях та обсяг дисертаційної роботи.

У *першому розділі* здобувачем проведено дослідження питання зниження техногенного навантаження від промислових викидів, що містять дрібнодисперсні зважені речовини, з використанням комплексного підходу до проблеми охорони довкілля та здоров'я населення. Здобувач вказує на необхідність розробки та впровадження сучасних моніторингових систем, засобів інформування громадськості, методик обґрунтованого вибору пилоочисного обладнання та використання у виробництві високоефективних конструкцій пилоочисних апаратів.

Згідно з проведеним літературним оглядом, моделювання та прогнозування поширення забруднюючих речовин є важливим інструментом для оцінки стану довкілля. Ця інформація може бути використана для визначення доцільності та ефективності природоохоронних заходів.

Для зниження техногенного навантаження на довкілля від викидів з дрібнодисперсними зваженими речовинами рекомендується використовувати високоефективні пилогазоочисні апарати з великою питомою продуктивністю. Ці апарати можуть ефективно затримувати забруднюючі речовини та зменшувати їх кількість у викидах.

Аналіз різних способів інтенсифікації інерційно-дифузійних процесів показує, що інтенсивний режим розвиненої турбулентності може бути доцільно використовувати в апаратах з регулярною пульсаційною насадкою. Це може допомогти досягти більш ефективного очищення викидів та зменшення навантаження на довкілля.

У *другому розділі* розглядається системний аналіз, спрямований на вирішення проблеми впливу виробництва на довкілля. Зазначено, що для проведення аналізу використовуються методи, спрямовані на математичне моделювання розсіювання дрібнодисперсного пилу в атмосфері, дослідження впливу дрібнодисперсних зважених речовин на здоров'я людини, аналітичні методи дослідження гідродинаміки та ефективності роботи експериментального обладнання. Також проведено паспортизацію пилу, що є необхідним кроком для вдосконалення систем очищення пилогазових викидів промислових виробництв.

У результаті проведення системного аналізу отримано рекомендації щодо вирішення проблеми впливу виробництва на довкілля, зокрема щодо зменшення пилогазових викидів, які містять небезпечні дрібнодисперсні речовини.

Здобувач наводить інформацію, що всі вимірювальні прилади, використані під час проведення досліджень, були перевірені та калібровані для уникнення можливих похибок, а також вони мають відповідні сертифікати. Наведено методику обробки результатів експериментальних досліджень та оцінка похибок вимірювань.

У *третьому розділі* було проведено наукове дослідження, спрямоване на вивчення впливу викидів $PM_{2.5}$ на здоров'я населення України. У результаті було встановлено прямий зв'язок між обсягами викидів та кількістю випадків захворювань системи кровообігу. Отримані результати свідчать про необхідність розроблення заходів щодо зниження рівня викидів $PM_{2.5}$ в приземний шар атмосфери. Для досягнення цієї мети запропоновано використання технічних та інструментальних засобів, прогнозування поширення викидів і здійснення громадського контролю шляхом інформування громадськості на різних рівнях.

Для створення математичної моделі було використано тривимірне рівняння, яке описує поширення домішок у турбулентному середовищі. Отриманням кінцевого алгоритму моделювання було досягнуто поставленої мети. У роботі представлено візуальні результати чисельного моделювання, які включають тривимірні та двовимірні візуалізації. Для оцінки адекватності математичної моделі було проведено кореляційний аналіз між розрахунковими значеннями та експериментальними даними.

Здобувачем було розроблено Web-додаток для визначення дальності поширення забруднюючих речовин від джерела їх викидів. Цей додаток є спрощеною програмою для використання математичної моделі розсіювання забруднюючих речовин і може використовуватися в системах моніторингу для інформування та контролю викидів промислових підприємств на різних рівнях.

Встановлено, що для забезпечення сталого розвитку необхідно впроваджувати раціонально-обґрунтовані технології та високоефективне обладнання.

У *четвертому розділі* автором програмно реалізовано системний підхід, який дозволяє розробляти та вибирати оптимальні конфігурації природоохоронного обладнання, що забезпечують високу ефективність очищення при мінімальних витратах енергії та матеріалів. Крім того, такий системний підхід дозволяє забезпечити мінімізацію негативного впливу на довкілля та здоров'я людей. Результати роботи програми полягають у виборі оптимальних конфігурацій природоохоронного обладнання для підприємств різних галузей, що дозволяє забезпечити досягнення екологічних норм та стандартів. Такий підхід може бути використаний як при проектуванні нових промислових підприємств, так і при модернізації та реконструкції існуючих об'єктів.

Розроблений здобувачем програмний застосунок дозволяє обирати природоохоронне обладнання для зниження викидів у повітря і є корисним інструментом для захисту довкілля від забруднення. Онлайн-сервіс через Google-Таблиці дозволяє зробити його доступним для багатьох користувачів, що сприяє його широкому використанню та забезпечує можливість постійного оновлення бази даних. Такі інструменти є дуже важливими для забезпечення сталого розвитку та збереження довкілля.

У *п'ятому розділі* здобувачем були проведені теоретичні та практичні дослідження гідродинаміки та механізмів пиловловлювання в апаратах з регулярною пульсаційною насадкою. Результатом досліджень стали розроблені конструкції форсункових та ежекційних апаратів, які працюють у прямоточному режимі. Це забезпечує інтенсивну взаємодію фаз, дроблення та коагуляцію крапель рідини і постійне оновлення поверхні осадження.

Високі показники ефективності пиловловлення дрібнодисперсного пилу у запропонованих конструкціях апаратів є важливими для промислових підприємств, які потребують високої ефективності пиловловлення для підвищення рівня екологічної безпеки.

Було здійснено математичний аналіз механізмів коагуляції та конденсації з метою збільшення розміру дрібнодисперсних зважених речовин в конструкціях апаратів з регулярною пульсаційною насадкою. Були розроблені залежності для розрахунку діаметру крапель, що формуються внаслідок дроблення рідинних потоків турбулізуючими елементами в верхній частині апарату. Крім того, була створена модель взаємодії зважених частинок речовини в одиничному вихорі.

Проведено дослідження механізмів осадження дрібнодисперсних зважених речовин, які уловлюються краплинами рідини в апараті з регулярною пульсаційною насадкою, з урахуванням дисперсного складу твердих частинок. Розрахунки показали, що мінімальний ефективний діаметр зважених частинок

складає 0,3 мкм, що свідчить про можливість успішної роботи з різноманітними видами пилогазових викидів промислових підприємств, які містять дрібнодисперсні зважені речовини.

Висновки в роботі достатньо повно відображений хід розв'язання поставлених в роботі завдань, містяться основні результати дисертаційного дослідження.

Відповідність дисертації та реферату встановленим вимогам.

Дисертація й реферат оформлені відповідно до вимог пп. 7 та 9 «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України №1197 від 17 листопада 2021 р., стосовно отримання нових науково обґрунтованих результатів, які в сукупності є суттєвими для поліпшення екологічної ситуації в техногенно навантажених екосистемах. Зміст реферату відповідає розділам дисертаційної роботи та її основним положенням. Висновки та результати дослідження належним чином відображають етапи дослідження, їх цілісність та взаємну обумовленість. Таблиці та рисунки, що розміщені в тексті реферату, забезпечують належне уявлення про теоретичну і практичну цінність дисертаційної роботи. У дисертації та рефераті не виявлено ознак академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації.

Тематика досліджень відповідає паспорту спеціальності 21.06.01 – екологічна безпека за напрямками досліджень:

1. Обґрунтування теоретичних основ оцінок техногенного ризику, розробка та пошук за їх допомогою оптимальних форм управління екологічною безпекою.

2. Розробка наукових методів дослідження комплексної оцінки та прогнозування впливу техногенного забруднення на навколишнє середовище та людину.

3. Удосконалення існуючих, створення нових екологічно безпечних технологічних процесів та устаткування, що забезпечують раціональне використання природних ресурсів, додержання нормативів шкідливих впливів на довкілля.

Зміст реферату й основних положень дисертації ідентичний, не містить положень і результатів, захищених у кандидатській дисертації.

За структурою, мовою та стилем викладення відповідає вимогам до оформлення дисертацій, затвердженим МОН України, наказ №40 від 12 січня 2017 року. Мова і стиль викладання дисертації і реферату чітко висвітлюють одержані науково-практичні результати, визначені метою досліджень.

Оцінка мови та стилю викладення матеріалу.

Дисертаційна робота за структурою, мовою та стилем подання відповідає вимогам Міністерства освіти і науки України. Текст дисертації представлено технічно грамотною мовою, логічно та послідовно. Ступінь узагальнень, систематизації та формалізації відповідає рівню вимог до докторських дисертацій. Забезпечено взаємозв'язок проведених досліджень та отриманих результатів; викладення наукових положень, результатів і висновків здійснено аргументовано. Застосована в роботі термінологія є загально визнаною; стиль викладення результатів теоретичних і практичних досліджень, наукових положень, висновків та рекомендацій забезпечує доступність їх сприйняття.

Рекомендації стосовно використання результатів дисертації.

Результати досліджень рекомендовано застосовувати для підвищення ефективності прогнозування впливу викидів, які містять дрібнодисперсні зважені речовини на компоненти навколишнього природного середовища, у Державній екологічній інспекції, проектних установах, в науково-дослідних інститутах НАН України, промислових підприємствах. Розроблені автором методики рекомендується використовувати від час вибору природоохоронного обладнання, розроблені конструкції пилогазоочисного обладнання використовувати на промислових підприємствах.

Зауваження щодо змісту та оформлення дисертації та реферату:

У процесі аналізу змісту і структури дисертації та реферату виникають зауваження змістовного та редакційного характеру:

1. Для оцінки екологічних ризиків від забруднення атмосферного повітря дрібнодисперсним пилом використано показники динаміки втрат життя (DALY) та передчасної смертності населення. Наскільки коректним є використання цих показників?

2. Для визначення специфіки техногенного навантаження й особливостей впливу на компоненти довкілля промислових викидів, які містять дрібнодисперсні зважені речовини доцільно було б врахувати вплив як окремих потужних підприємств, так і певних галузей економіки, на якість атмосферного повітря, рівнів забруднення приземного шару атмосфери, а також ефективність використовуваного на них пилогазоочисного обладнання.

3. Бажано було б враховувати особливості та специфіку впливу на атмосферне повітря підприємств певних галузей економіки, а саме: металургійної, хімічної, енергетичної, гірничодобувної, машинобудівної, сільського господарства тощо. Адже кожна з галузей має певні особливості негативного впливу джерел викидів на стан атмосферного повітря як на локальному рівні, так і на рівні держави в цілому.

4. Чому у якості пилу було обрано пил двоокису титану, а не інший варіант дрібнодисперсних забруднюючих речовин, які утворюються на промислових підприємствах регіону?

5. У роботі дисертант використовує Гугл-таблиці для зручності використання програмного алгоритму вибору природоохоронного обладнання для зменшення викидів у повітря однак не обґрунтовує використання цього онлайн-сервісу.

6. На рис. 5.1, 5.2 дослідної конструкції апарата з регулярною пульсаційною насадкою показані тільки схема апарату. Слід було показати приладне оснащення, точки замірів та відбору проб.

7. В роботі відсутні дослідження як впливає концентрація вловленого водою пилу на ефективність пиловловлення в запропонованому апараті, за умови що використовується замкнутий цикл зрошення.

8. Варто було б узагальнити деякі завдання та висновки дисертаційного дослідження, щоб наблизити їхню загальну кількість до кількості розділів у дисертації.

9. У дисертації не всі одиниці вимірювання виражені в системі СІ.

Зазначені зауваження не знижують цінність отриманих дисертантом результатів і не носять принципового характеру.

Загальний висновок.

Дисертаційна робота Козія Івана Сергійовича виконана на рівні вимог до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора наук відповідно до п.п. 7, 8, 9 пп. «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України №1197 від 17 листопада 2021 р. Дисертація є завершеною науковою працею, що спрямована на розроблення науково-методологічного підходу до впровадження комплексного рішення щодо зменшення впливу на довкілля викидів промислових підприємств, які містять дрібнодисперсні зважені речовини. Практична реалізація отриманих дисертантом результатів дозволить підвищити рівень екологічної безпеки промислових підприємств.

На основі вищезазначеного можна дійти висновку, що Козій Іван Сергійович заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека.

Офіційний опонент,
доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри екології
Харківський національний
автомобільно-дорожній університет



Наталія ВНУКОВА

Проректор з НТР ХНАУ
Підпис засвідчує

Михайло Михайлович