

## ВІДГУК

офіційного опонента, доктора технічних наук, професора,  
Гливи Валентина Анатолійовича на дисертаційну роботу  
**Русакової Тетяни Іванівни** «Розвиток наукових основ та практичної оцінки шкідливих факторів в робочих зонах на території промислових підприємств», подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.26.01 – охорона праці

Детальний аналіз дисертації Русакової Т.І. «Розвиток наукових основ та практичної оцінки шкідливих факторів в робочих зонах на території промислових підприємств» дозволяє визначити наступні узагальнені висновки щодо актуальності, ступеня обґрунтованості основних наукових положень, висновків, рекомендацій, достовірності, наукової новизни, практичного значення, а також загальної оцінки роботи.

**Актуальність теми дисертаційної роботи.** В дисертаційній роботі автором розглянута актуальна проблема в галузі охорони праці стосовно забезпечення нешкідливих умов праці для працівників промислових майданчиків, що знаходяться на відкритому повітрі. Така категорія працівників постійно знаходиться під впливом небезпечних та шкідливих виробничих чинників, що виявляються під час трудової діяльності на відкритому повітрі. Оскільки виробнича безпека обумовлює сприятливі умови для захищеності життя і здоров'я працівників, тому автором значна увага в роботі приділена розробці методів оцінки та прогнозування параметрів повітряного середовища на робочих місцях промислових майданчиків, які повинні забезпечувати допустимі умови праці.

Відомо, що під час проведення ідентифікації небезпеки на промисловому майданчику необхідно встановити всі джерела забруднення в межах досліджуваної території. Обов'язковому врахуванню підлягають усі ті джерела, які потенційно впливають на робітника, що знаходиться в досліджуваній зоні. У випадку, коли проводяться дослідження спрямовані на оцінку ризику для здоров'я людини, обумовленого промисловим підприємством, найбільш важливим джерелом інформації є відомості про якісний і кількісний склад викидів даного об'єкта. Крім стаціонарних джерел викидів необхідно враховувати і вплив автотранспорту, що рухається поблизу робочих зон. Саме такий, вище вказаний ланцюжок факторів необхідно враховувати для проведення об'єктивної оцінки параметрів повітряного середовища вказаних робочих зон. Але розв'язання даної проблеми не обмежується лише цими факторами, необхідна розробка інженерних способів захисту працівників на промислових майданчиках від впливу різних шкідливих чинників. Тому дисертаційна робота Русакової Т.І., що присвячена створенню ефективних методів оцінювання параметрів повітряного середовища в робочих зонах на відкритій території підприємств та прогнозуванню ризиків хронічних захворювань робітників, є актуальною науково-прикладною задачею.

**Структура і обсяг дисертації.** Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти логічно пов'язаних розділів, висновків за окремими розділами, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків. Основна частина дисертації викладена на 289 сторінках. Дисертація містить 30 таблиць, 167 рисунків, список використаних джерел із 252 найменувань та чотирьох додатків.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота Русакової Т. І. виконувалась згідно з напрямом наукової роботи кафедри гідравліки та водопостачання Дніпровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, відповідно до програм науково-дослідних робіт:

1. «Моделювання процесів забруднення навколишнього середовища при надзвичайних ситуаціях та організованих викидах забруднюючих речовин» (№ держреєстрації 0115U007226, 2016-2018 рр.).

2. «Захист навколишнього середовища на об'єктах транспортної інфраструктури» (№ держреєстрації 0115U007227, 2016-2018 рр.).

*Вас. АЗТ-05/05*  
*16.01.2020*

3. «Розробка методів аналізу та прогнозу якості повітряного середовища в робочих та цивільних приміщеннях» (№ держреєстрації 0115U007224, 2016-2018 рр.).

4. У рамках договору № 07/2014-У від 03.11.2014 р. про науково-технічну співпрацю між Дніпровським національним університетом залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна і Головним управлінням Державної служби з надзвичайних ситуацій у Дніпропетровській області.

**Аналіз основного змісту, наукової новизни, практичної значимості достовірності та обґрунтованості отриманих результатів.**

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформульовано мету роботи, завдання та методи досліджень, висвітлено наукову новизну, теоретичні та методологічні розробки і практичне значення отриманих результатів, а також наведено відомості щодо апробації роботи, її структури та обсягу публікацій.

У першому розділі дисертаційної роботи автором виконано комплексний аналіз стану проблеми, а саме наводяться нормативно-правові документи з галузі охорони праці, що свідчать про необхідність розробки методів оцінювання та управління ризиками на підприємствах. Автор розглянув питання специфіки газового складу повітряного середовища в робочих зонах на промислових майданчиках з урахуванням його зміни в результаті техногенного впливу підприємств та автотранспорту: по-перше, зроблено аналіз впливу шкідливих речовин, що потрапляють в повітряне середовище від різного виду промислових підприємств; по-друге, розглянуто різні підприємства міста Дніпра, що залишаються потужними джерелами забруднення повітряного середовища. Також в роботі наведено сучасні методи оцінювання вітрового режиму в робочих зонах та засоби зменшення забруднення повітря шляхом іонізації та зволоження, розглянуто методи моделювання та оцінювання параметрів повітряного середовища в робочих зонах. Автор показує, що в теперішній час в Україні є певний дефіцит методів, що дозволяли б оцінювати та прогнозувати рівень шкідливих чинників в повітряному середовищі робочих зон промислових майданчиків на відкритій місцевості. В даному розділі автором виконана оцінка підходів, що використовуються для аналізу техногенних ризиків. Робиться правильний висновок про необхідність розробки спеціалізованих методів, що дозволяли б оцінювати ризики виникнення хронічних захворювань у робітників при емісії забруднюючих речовин.

У другому розділі дисертаційної роботи автором розглянуто питання стосовно прогнозування рівня хімічного забруднення в робочих зонах. Необхідно підкреслити обґрунтований підхід автора до розв'язання цих наукових задач, що базується на використанні багатомірних рівнянь масопереносу. Такий підхід дозволяє враховувати вплив основних фізичних факторів на формування зон забруднення. При обраному підході відбувається врахування хімічної трансформації викидів, нерівномірності профілю швидкості вітру, стійкості атмосфери та, що найважливіше, – типу джерела емісії. Особливо важливо враховувати ці фактори при розробці методології оцінки ризику виникнення хронічних захворювань, оскільки у цьому випадку виникає системний зв'язок «причина забруднення – фізичні фактори, що впливають на формування зон забруднення, як результат – величина ризику». Важливо підкреслити, що при використанні такого підходу автору для прогнозування рівня забруднення повітряного середовища в робочих зонах на відкритій місцевості потрібно використовувати типові вхідні дані (наприклад, швидкість та напрям вітру, інтенсивність джерела емісії та ін.). Запропоновані методи дозволяють визначити нестационарний процес забруднення повітряного середовища, що є безумовною перевагою цих методів, а відповідно оцінити ризик хронічних захворювань робітників з часом. Проведено розрахунки ризику хронічних захворювань як для окремої ділянки, так і комбінованого ризику дії кожної ділянки. Розроблений метод передбачає розрахунок ризику, як локально в конкретній точці промислового підприємства, так і для певної території цього підприємства або прилеглої до неї.

**У третьому розділі** дисертаційної роботи розглядається мінімізація рівня хімічного забруднення в робочих зонах на відкритій місцевості за допомогою екранів та рослинності. Автором роботи запропоновано для розрахунку поля швидкості повітряного потоку біля екрана чисельно-аналітичний метод, що ґрунтується на теорії функцій комплексного змінного. Показано, що застосування екрана призводить до зменшення зони забруднення та зниження рівня хронічних захворювань робітників. Надалі в третьому розділі автором запропоновано розрахунок поля швидкості повітряного потоку в робочій зоні проводити на базі розв'язання рівняння Нав'є-Стокса. В роботі проведено верифікацію розроблених методів по розрахунку поля швидкості повітряного потоку за трьома методами, що дало змогу автору зробити висновок про те, що вихровий метод недоцільно використовувати для задач, що характеризуються складною геометричною формою. Проведені лабораторні дослідження дозволили автору розробити числовий метод для проведення експрес-розрахунку зон забруднення біля автомагістралі при наявності рослинності, що дозволяє оперативно оцінювати формування зон забруднення в робочих зонах на відкритій місцевості з урахуванням «низьких» викидів (від автотранспорту). Надалі автором проведено вдосконалення методу з урахуванням процесу сорбції рослинністю, що знаходиться поблизу джерела емісії. Розроблені методи реалізовані у вигляді програмного забезпечення, що дозволило провести обчислювальні експерименти по дослідженню поля концентрації забруднювача в зоні дії джерела емісії та по оцінці рівня хронічних захворювань робітників.

Матеріали цього розділу наочно підкреслюють широкий робочий діапазон запропонованих автором методів.

**У четвертому розділі** дисертаційної роботи автором проведено експериментальні дослідження по застосуванню дворівневого усмоктувача для зменшення газового забруднення в робочих зонах. Досліджено процеси аеродинаміки і встановлено, що найбільш ефективним (69 %) виявляється додаткове застосування горизонтальних та вертикальних пластин на отворах усмоктувача, по відношенню до відсутності пластин. Також розроблено метод чисельного розрахунку для відбору газів усмоктувачем. Проведено велику кількість обчислювальних експериментів, в наслідок чого отримано поле концентрації забруднювача та розраховано ризик виникнення хронічних захворювань. Розроблено чисельний метод дослідження процесу зменшення концентрації оксиду вуглецю за рахунок його нейтралізації водяною парою, виявлено наявність «застійних» зон в камерах проведення реакцій та запропоновано заходи щодо їх ліквідації. Автором також проведені експериментальні та чисельні дослідження, які підтвердили достовірність розробленого методу з урахуванням зволоження з похибкою чисельного моделювання 5–7 %. В даному розділі звертає на себе увагу чітка практична направленість обраних задач. Результати розв'язання усіх задач чітко проілюстровані у вигляді картин зон забруднення та динаміки зміни хронічного ризику з часом.

**У п'ятому розділі** дисертаційної роботи розглянуті питання стосовно прогнозування параметрів аероіонного режиму в робочих зонах та оцінювання напруженості електричного поля. Розроблено метод, який дозволяє розраховувати величину напруженості електричного поля з урахуванням розміщення екранів (перешкод) та провести оцінку ефективності застосування екранів для зменшення величини електричного поля в робочих зонах. Автором розроблено метод прогнозування аероіонного режиму на базі чисельного розв'язання тривимірного рівняння переносу домішок (відносно негативних, позитивних ієроіонів та пилу). Автором роботи проведено фізичні експерименти по верифікації розроблених методів прогнозу, доведено достовірність отриманих чисельних розрахунків. Розроблені методи прогнозу реалізовано у вигляді прикладних програм для розрахунку параметрів повітряного середовища в робочих зонах на відкритій місцевості.

У висновках наведено результати дисертаційної роботи, які відповідають поставленим завданням дослідження. Список літератури відображає стан проблеми за тематикою дослідження автора, як в Україні, так і за кордоном.

В додатках представлено акти впровадження результатів роботи автора, наведено економічний розрахунок встановлення екранів та соціально-економічний розрахунок використання дворівневих усмоктувачів для забезпечення нешкідливих умов праці в робочих зонах, а також приведено список наукових праць за тематикою дисертаційної роботи.

**Наукова новизна дисертаційної роботи.** У дисертаційній роботі розглядаються важливі наукові питання в галузі охорони праці. Важливою науковою розробкою дисертанта слід вважати методи, що дозволяють визначати ступінь забруднення повітряного середовища в робочих зонах працівників на відкритій місцевості різноманітними шкідливими викидами підприємств та автотранспорту (с. 102-125). Особливою рисою цих методів є врахування основних фізичних факторів, що впливають на формування зон забруднення в робочих зонах працівників. Підхід автора дозволяє здійснити науково-обґрунтовану оцінку ступеня забруднення повітряного середовища (с. 134, 137, 142-143, 148, 152, 157, 160, 164-165), що дозволяє об'єктивно здійснювати аналіз ризику виникнення хронічних захворювань у робітників, з урахуванням його зміни з часом (с. 139-140, 155-156, 167-168, 170-172), що дає нову уяву про ступінь небезпечності знаходження працівника в тій чи іншій робочій зоні на відкритій місцевості підприємств. Також слід відзначити методи запропоновані автором для зниження рівня газового забруднення робочих місць, а саме застосування екранів (с. 176-186), рослинності (с. 198-215), усмоктувачів (с. 220-247), засобів нейтралізації угарного газу (с. 248-256), штучного зволоження (с. 257-270) та іонізації (с. 274-288). Ці методи дають можливість за допомогою обчислювального експерименту визначити оптимальне розташування відсмоктувача чи екрану в робочій зоні з метою зменшення рівня шкідливих чинників та забезпечення допустимих умов праці робітників.

Серед вищенаведених результатів, що визначають наукову новизну можна виділити:

1. Вперше розроблено чисельно-аналітичний метод, який дозволяє проводити дослідження щодо ефективності застосування на промислових майданчиках поблизу автомагістралей екранів, які використовуються для зменшення рівня забруднення повітря в робочих зонах при виконанні робіт.

2. Вперше обґрунтовано та розроблено метод оцінювання аероіонного режиму в робочих зонах на відкритій місцевості промислових підприємств, який дозволяє при розрахунку враховувати взаємодію аероіонів різної полярності, наявність перешкод у робочих зонах, нерівномірність поля швидкості повітряного потоку та турбулентну дифузію.

3. Вперше розроблено комплексну методологію оцінювання рівнів шкідливих чинників у робочих зонах на відкритій місцевості промислових підприємств, яка дозволяє прогнозувати вітровий режим, вологість та температуру в робочих зонах за наявності використання штучного зволожувача повітря.

4. Удосконалено методологічні засади технології зниження хімічного забруднення у робочих зонах за рахунок використання дворівневих усмоктувачів та спеціальних напрямних пластин; розроблено чисельний метод для оцінювання ефективності використання дворівневих усмоктувачів.

5. Одержала подальшого розвитку методологія оцінювання рівня хімічного забруднення повітря в робочих зонах на промислових майданчиках та відкритій місцевості, яка дозволяє врахувати хімічну трансформацію забруднюючих речовин на базі тривимірних рівнянь розрахунку полів концентрації домішок та виконати оцінювання ризику виникнення хронічних захворювань працівників.

6. Одержав подальший розвиток метод оцінювання напруженості електричного поля в робочих зонах, який дозволяє враховувати вплив перешкод різної геометричної форми на формування електричних полів.

7. Одержав подальший розвиток метод зниження загазованості в робочих зонах із урахуванням впливу рослинності (екоінжинірингу) на формування зон забруднення та зниження рівня хронічних захворювань.

8. Одержала подальший розвиток методологія розрахунку процесу нейтралізації чадного газу в спеціальній камері, що використовується з метою зменшення рівня хімічного забруднення в робочих зонах.

**Практичне значення одержаних результатів.** Практичне значення одержаних результатів полягає у розробці методів комплексного оцінювання ризику хронічних захворювань та рівня забруднення повітряного середовища робочих зон відкритих промислових майданчиків у випадку надходження шкідливих або небезпечних речовин, обумовлених виробничою діяльністю підприємства та роботою автотранспорту. Розв'язок цих задач дозволяє на новому науковому рівні здійснювати прогнозування впливу шкідливих факторів на рівень хронічних захворювань робітників, оскільки оперативно виявити зони і оцінити можливі ризики можна за допомогою методів математичного моделювання. Запропоновані методи можуть бути використані для розробки і прийняття управлінських рішень, як на рівні окремого виробництва, так і на регіональному рівні.

Таким чином, основними практичними результатами дисертаційної роботи є:

1. Усі розроблені методи оцінювання шкідливих факторів та прогнозування ризиків хронічних захворювань робітників в робочих зонах на відкритій місцевості промислових підприємств реалізовані у вигляді комп'ютерних програм.

2. Проведення обчислювальних експериментів дозволяє оперативно розраховувати параметри повітряного середовища в робочих зонах на промислових майданчиках та на відкритій місцевості з комплексним урахуванням таких факторів, які раніше не приймалися до уваги: нерівномірного поля швидкості повітряного потоку, турбулентної дифузії, наявності екранів, різного роду перешкод, джерел зволоження, джерел емісії аероіонів різної полярності.

3. Розроблені методи дозволяють покращити параметри повітряного середовища в робочих зонах на відкритій місцевості за рахунок раціонального вибору положення, розмірів екранів, усмоктувачів, рослинності, іонізаторів.

4. Розроблені методи оцінювання шкідливих факторів у робочих зонах на відкритій місцевості промислових підприємств дозволяють зменшити кількість дорогих лабораторних або натурних експериментів при проведенні досліджень щодо відповідності нормативним значенням параметрів повітряного середовища та при реінжинірингу робочих місць.

5. Результати впроваджені в діяльності приватного підприємства «РИН», де модулі програмного комплексу було застосовано для оцінювання параметрів повітряного середовища в робочих зонах при аналізі використання майданчиків машино-транспортного парку та їх реконструкції.

6. Розроблені математичні методи та пакети програм застосовано для прогнозування рівня хімічного забруднення на території ТОВ «Енергосервіс-КР» при плануванні та реінжинірингу робочих місць на відкритій місцевості підприємства; отримано прогнозні дані відносно аероіонного режиму, які неможливо отримати на базі існуючих методів прогнозування.

7. Розроблені методи прогнозування рівня електромагнітного випромінювання та програми чисельного розрахунку використовуються в службі охорони праці АТ ДТЕК «Дніпровські електромережі», які дозволяють шляхом обчислювального експерименту розраховувати інтенсивність напруженості електричного поля з урахуванням необхідної кількості джерел електричного поля.

8. Рекомендації щодо покращення якості повітря в робочих зонах на відкритих майданчиках (обслуговування автомобільної техніки) впроваджено в Товаристві з обмеженою відповідальністю «ЛУГОВСЬКЕ».

9. Результати використовуються в навчальному процесі Дніпровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна при підготовці студентів, які навчаються за спеціальністю «Будівництво та цивільна інженерія», зокрема при викладанні таких навчальних дисциплін: «Охорона природного середовища від забруднення промисловими підприємствами», «Прогнозування та ліквідація аварійних ситуацій».

**Оцінка ідентичності змісту автореферату та основних положень дисертації.** Зміст автореферату повністю відповідає змісту дисертаційної роботи. В авторефераті викладено основні наукові розробки, що отримані в процесі дослідження, висвітлено ступінь їх наукової новизни, висновки і рекомендації щодо використання результатів у практичній діяльності.

**Повнота викладення наукових положень, висновків та рекомендацій в опублікованих працях.** За результатами досліджень опубліковано 52 друковані праці, у тому числі: 29 статей, з яких 22 – у наукових фахових виданнях України (з них 2 – у виданнях наукометричної бази Scopus, 5 – у виданнях наукометричної бази Index Copernicus) та 1 – у зарубіжному науковому виданні, 23 тези доповідей.

**Зауваження і запитання по дисертаційній роботі.** Позитивно оцінюючи в цілому виконану роботу, вважаю необхідним зробити ряд зауважень і поставити декілька запитань:

1. На жаль в першому розділі дисертаційної роботи автором детально не проілюстровано причинно-наслідкові зв'язки між станом повітряного середовища і здоров'ям працівників в робочих зонах (с. 40-43, 61-63).

2. В другому розділі роботи автор не обґрунтував, чому при чисельній реалізації розроблених методів використовуються різницеві схеми розщеплення першого порядку точності. Чи можна було б використати різницеві схеми більш високого порядку точності (106, 109, 113)?

3. Оскільки до результатів дисертації відносяться розроблені автором методи чисельного розрахунку, то доцільно було більше уваги приділити умовам використання розроблених методів, опису вхідних та вихідних даних, методології підготовки даних та обробки результатів.

4. В другому розділі опис чисельних тестових експериментів зроблено дещо поверхово (с. 129).

5. В третьому розділі автор не пояснює, як можливо порівняти результати розрахунків за розробленим методом (рис. 3.8) з результатами представленими на рис. 3.9.

6. В третьому розділі не наведено алгоритм для програмної реалізації розв'язання рівняння Нав'є-Стокса (с. 188-192).

7. На рис. 3.17-3.18 представлено результати розрахунку за розробленим методом, але відсутні значення вхідних даних (с. 197).

8. В поясненні до рис. 4.5-4.19 значення концентрації представлено в ppm, а на рис. 4.21-4.26 в мг/м<sup>3</sup>, автор не наводить, як виконується перехід з одних одиниць вимірювання у інші.

9. В четвертому розділі автор не пояснює, як практично можна застосовувати камеру нейтралізації оксиду вуглецю (с. 249-256).

**Загальний висновок по дисертаційній роботі.** Дисертаційна робота Русакової Тетяни Іванівни «Розвиток наукових основ та практичної оцінки шкідливих факторів в робочих зонах на території промислових підприємств», являє собою закінчене наукове дослідження, виконане автором самостійно на актуальну тему, що містить нове розв'язання важливої наукової проблеми з комплексної оцінки параметрів повітряного середовища робочих зон на відкритій території промислових підприємств для забезпечення допустимих умов праці на існуючих робочих місцях та при проектуванні нових робочих місць.

За метою, об'єктом, предметом та завданнями досліджень дисертаційна робота відповідає формулі та паспорту спеціальності 05.26.01 – охорона праці.

Наведені результати можна класифікувати як нові і обґрунтовані, вони мають наукове і практичне значення для захисту повітряного середовища робочих зон на відкритих майданчиках промислових підприємств та збереження здоров'я працівників.

За актуальністю, науковою новизною, практичною цінністю, рівнем та обсягом проведених досліджень, якістю оформлення, дисертаційна робота відповідає вимогам пп. 9, 10 і 12 «Порядку присудження наукових ступенів» МОН України, а її автор **Русакова Тетяна Іванівна** заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.26.01 – охорона праці.

Офіційний опонент,  
завідувач кафедри цивільної та промислової безпеки  
Національного авіаційного університету  
доктор технічних наук, професор

В.А. Глива



*В.А. Глива*  
свідчую

Вчений секретар  
Національного авіаційного університету

*Г. Глива*