

ВІДГУК

офіційного опонента

докторки біологічних наук, професорки кафедри фармації Вінницького
Національного медичного університету імені М.І. Пирогова

Родінкової Вікторії Валеріївни

на дисертаційну роботу Петросян Аріни Агасіївни

«Наукове обґрунтування системи гігієнічної оцінки якості атмосферного повітря», що представлена на здобуття наукового ступеня доктора біологічних наук за спеціальністю 14.02.01 – гігієна та професійна патологія

Науковий консультант: докторка медичних наук, професорка, Турос Олена Ігорівна, ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України»

Актуальність теми дисертації. Атмосферне повітря є провідним об'єктом навколишнього природного середовища, який завдає найбільшу частину шкоди здоров'ю людей, які проживають в умовах його екстенсивного забруднення. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), саме забруднення атмосферного повітря є одним з провідних факторів ризику, з яким пов'язано 4,2 млн смертей щорічно. Це близько 7,6 % додаткових смертей у світі на рік. В Україні від забруднення атмосферного повітря потерпає близько 80 % населення в регіонах, де стан повітря не відповідає гігієнічним нормативам, а рівні ризику для здоров'я перевищують допустимі величини, зумовлені викидами стаціонарних та пересувних джерел.

Відповідно до угоди про Асоціацію між ЄС та Україною, було ратифіковано та імplementовано низку багатосторонніх міжнародно-правових угод і нормативних актів, серед яких основними є Конвенція про транскордонне забруднення повітря на великі відстані та 8 Протоколів до неї, Організаційна конвенція, Директиви ЄС 2008/50/ЄС, 2004/107/ЄС, 2010/75/ЄС. Основною метою цих документів є зменшення викидів забруднюючих речовин (ЗР) в атмосферне повітря та запобігання його негативному впливу на здоров'я населення, з використанням ймовірнісних підходів.

У світовій практиці результати оцінювання ризику забруднення повітря для здоров'я населення використовуються для встановлення гігієнічних нормативів, обґрунтування розмірів санітарно-захисних зон для промислових підприємств і для ухвалення містобудівних рішень. Дані щодо оцінок ризику від забруднення атмосфери, зокрема, її приземного шару, використовуються й для створення профілактичних і природоохоронних програм. Прийняття подібних управлінських рішень щодо зниження ризику для здоров'я населення до прийняттого рівня на рівні територіальних громад, стає підґрунтям для удосконалення системи гігієнічної оцінки якості повітря на державному рівні.

Однак, в Україні використання методології оцінки ризику для здоров'я населення (МОРЗН) не є облігатним та законодавчо не закріплено у загальній дозвільній системі. Відтак, оцінка токсичності атмосферних викидів залишається

поза увагою регулюючих та контролюючих органів. Така ситуація стає причиною недооцінки біологічних ефектів, зумовлених як особливостями забруднення атмосферного повітря різними видами джерел так і територіальним розташуванням промислових підприємств й автотранспорту. В першу чергу, це зумовлено застарілістю, неефективністю системи державного моніторингу якості атмосферного повітря. Зокрема, відсутністю автоматичних систем відбору проб на постах спостереження та типізації їх розташування. Це призводить до розрізненості даних спостережень, отриманих основними суб'єктами моніторингу. До них, зокрема, належать такі основні регулятори як Міністерство охорони здоров'я України, Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, Держпродспоживслужба та Український гідрометеорологічний центр ДСНС України.

Незважаючи на прийняття Постанови КМУ від 14.08.2019 р. № 827 «Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря», неврегульованим залишається й питання визначення вмісту в ньому твердих часток пилу (з діаметром менше 10 мкм – PM_{10} , $PM_{2.5}$) та озону, оскільки їх державний моніторинг й досі не запроваджено в Україні за відсутності технічних можливостей перепрофілізації мережі моніторингу.

Таким чином, діюча в Україні система оцінки якості атмосферного повітря характеризується відсутністю міжсекторальної координації дій органів виконавчої влади. Це унеможливує здійснення комплексної гігієнічної оцінки впливу забруднення атмосферного повітря на здоров'я населення та знижує ефективність прийняття управлінських рішень. Відтак, ця система вимагає методологічних змін шляхом використання міждисциплінарного підходу, який базується на впровадженні єдиних оцінок якості атмосферного повітря від «джерела викиду» до «здоров'я» населення всіма суб'єктами моніторингу незалежно від їх організаційної приналежності.

З огляду на зазначене, актуальність дослідження Петросян А.А. «**Наукове обґрунтування системи гігієнічної оцінки якості атмосферного повітря**» не викликає сумнівів. Воно є своєчасним, теоретично і практично значущим, а соціальна та економічна цінність цього дослідження є надзвичайно вагомими для сфері гігієни та охорони атмосферного повітря.

Адже **мета дисертації** полягала в удосконаленні системи гігієнічної оцінки якості атмосферного повітря для обґрунтування та розробки управлінських заходів, спрямованих на збереження громадського здоров'я. Для досягнення цієї мети автором роботи було поставлено низку завдань, кожне з яких вирішило окреме важливе питання сучасної проблематики гігієни атмосферного повітря в Україні.

При реалізації поставлених завдань дисертант ефективно використала широкий спектр сучасних науково-методичних підходів, які були направлені на виконання комплексу теоретичних, інструментальних та експериментальних медико-біологічних досліджень. До їх складу входили загальнонаукові і спеціальні методи дослідження, які підтвердили репрезентативність отриманих даних. Це, зокрема, бібліографічні методи, які використовувалися для аналізу

міжнародної та вітчизняної законодавчої, наукової та методичної літератури за основними напрямками дослідження. Еколого-гігієнічні та картографічні методи використовувалися для оцінки забруднення атмосферного повітря викидами промислових підприємств і автотранспорту, а також – для визначення особливостей їх розташування. Фізико-хімічні натурні методи та методи математичного моделювання були застосовані з метою визначення концентрацій ЗР у приземному шарі атмосфери (ПША). За допомогою такого гігієнічного методу як оцінка ризику для здоров'я населення проводилося визначення вираженості ризиків для показників стану здоров'я. Щодо визначення основних показників динаміки здоров'я населення і стану забруднення атмосферного повітря, використовувались статистичні методи обробки та аналізу отриманої інформації, зокрема, за допомогою програм Excel та STATISTICA 10.0. Відтак, як бачимо, був застосований комплексний інструментарій сучасних методів широкого наукового спектру, які й забезпечили отримання достовірного та суспільно важливого результату, одержаного в ході наукового дослідження.

Наукова новизна отриманих результатів полягала у розробці теоретичних та методичних засад удосконалення гігієнічної складової міждисциплінарної системи оцінки якості атмосферного повітря за допомогою реалізації комплексу натурних вимірювань та з використанням ймовірнісного підходу, у структурно-логічному моделюванні розповсюдження ЗР у ПША, у впровадженні нових інформаційних технологій для визначення зон підвищеного інгаляційного ризику для здоров'я населення та розробки профілактичних програм у сфері громадського здоров'я. Серед основних досягнень проведеного дослідження є те, що вперше в Україні було здійснено комплексну еколого-гігієнічну та фізико-географічну оцінку забруднення атмосферного повітря на різних територіях країни; обґрунтовано визначення зон впливу джерел викидів в населених пунктах з використанням даних ДЗЗ та ГІС та з урахуванням щільності проживання населення, токсичності викидів та територіальних особливостей забруднення стаціонарними й пересувними джерелами. Було визначено особливості формування інгаляційного ризику на певних територіях за окремі проміжки часу впливу та встановлено закономірності для різних періодів усереднення (година, доба, рік); доведено необхідність використання методичних підходів МОРЗН для організації, удосконалення та здійснення автоматизованого моніторингу атмосферного повітря в зонах та агломераціях (у т.ч. – обов'язковість впровадження спостережень за PM_{10} , $PM_{2.5}$ та озоном). Також, під час розроблення технологічних нормативів допустимих викидів ЗР в атмосферне повітря, при яких використовувались результати оцінок ризику, було проведено порівняльний аналіз української нормативної бази з висновками найкращих доступних технологій і методик (НДТМ), що рекомендовані ЄС. До переліку практично важливих пунктів наукової новизни дослідження належить і запропоноване дисертанткою впровадження ймовірнісного підходу та сучасних методичних інструментів для удосконалення системи гігієнічної оцінки якості повітря під час прийняття управлінських рішень на державному рівні.

Саме на основі названого та інших результатів дослідження, сформувався його практична значущість. Так, на підставі отриманих дисертанткою даних нею були надані пропозиції щодо організації системи моніторингу атмосферного повітря в Україні, підкреслена необхідність термінового впровадження спостережень за PM_{10} , $PM_{2.5}$ та висунуто гіпотезу щодо підсилення хімічного забруднення аеробіологічним у певні періоди року. Адаптовано програмний комплекс ISC-Aermod View для можливості розрахунків усереднених концентрацій у ПША за різний період усереднення. Це дозволило оцінити ризик викидів ЗР від різних видів промислових підприємств та автотранспорту на здоров'я експонованого населення як за умови хронічних, так і гострих інгаляційних впливів забруднювачів. Розроблено профілактичні та природоохоронні заходи для міських програм соціально-економічного розвитку з метою удосконалення процедур оцінки впливу ЗР на довкілля, стратегічної екологічної оцінки та прийняття містобудівних рішень.

За результатами досліджень та участю автора розроблено 2 патенти на корисну модель. Це, зокрема, «Спосіб прогнозування забруднення атмосферного повітря викидами автомобільного транспорту» (№96939-2015) та «Спосіб визначення розповсюдження ЗР в атмосферному повітрі» (№131880-2018). Було опубліковано 5 інформаційних листів: №149-2015 «Обґрунтування доцільності поєднання різних економічних підходів та методології оцінки ризику для здоров'я населення при оцінках соціально-економічних збитків здоров'я населення», №150-2015 «Обґрунтування підходів до оцінки соціальних втрат, обумовлених підвищеними ризиками від дії забрудненого атмосферного повітря для здоров'я населення України», №227-2015 «Вдосконалення підходів до оцінки кількісного впливу забруднення атмосферного повітря, обумовленого викидами автомобільного транспорту та визначення зон підвищеного ризику для здоров'я населення», №334-2015 «Використання оцінки ризику для здоров'я населення при розробці технологічних нормативів допустимих викидів», №300-2017 «Визначення розповсюдження хімічних забруднюючих речовин з вираженими запахоутворюючими властивостями, що утворюються в процесі діяльності свинокомплексів».

Матеріали, отримані під час виконання дисертаційної роботи, знайшли своє практичне відображення у вигляді змін та доповнень до проєктів ЗУ «Про стратегічну екологічну оцінку», ЗУ «Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності», ЗУ «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», ЗУ «Про Стратегію національної екологічної політики України на період до 2020 року»; розпорядження КМУ «Про схвалення концепції реформування державної системи моніторингу довкілля»; Національного плану дій з охорони навколишнього природного середовища України на періоди 2011-2015 рр., 2016-2020 рр.; наказу МВС України «Про затвердження Порядку встановлення зон та агломерацій за рівнем забруднення атмосферного повітря та їх класифікації»; положень щодо імплементації Директив 2008/50/ЄС про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи та 2004/107/ЄС про миш'як, кадмій, ртуть, нікель та ПАВ в атмосферному

повітрі; наказах МЕРПУ №671 від 21.12.2012 р., №262 від 01.07.2015 р., № 260 від 01.07.2015 р., № 261 від 01.07.2015 р., № 504 від 25.12.2015, під час затвердження технологічних нормативів допустимих викидів ЗР із устаткування (установки) для різних видів виробництв; національних доповідях про стан навколишнього середовища в Україні у 2015, 2017 та 2018 рр.

Результати оцінки ризику та розроблені методичні підходи були використані під час створення Запорізької обласної комплексної програми охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки (рішення Запорізької ОДА від 28.03.2013 р. за №29), проєкту програми «Організація, розбудова та удосконалення регіональної автоматизованої мережі спостережень за станом атмосферного повітря у Дніпропетровській області», міських програм – «Охорона та оздоровлення навколишнього середовища м. Маріуполь на 2012-2020 роки» (рішення Маріупольської міської ради від 25.09.12 р. за №6/22-2462 (зі змінами) з додатками 1, 2, 3, відповідно, до рішення міської ради №7/8-375 від 30.06.2016 р.). Результати дослідження використовувались для створення програм «Охорона довкілля, раціональне використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки на території м. Чорноморська Одеської області на 2017-2020 рр.» (рішення Чорноморської міської ради від 12.03.2016 р. за №38-VII), «Здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря та управління якістю атмосферного повітря м. Київ (2019-2021 рр.)».

Також, результати впроваджено у навчальний процес кафедри загальної гігієни ДЗ «Дніпропетровська державна медична академія МОЗ України», кафедри гігієни та екології №4 Національного медичного університету імені О.О. Богомольця, Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління, ННЦ «Інститут біології та медицини» Київського національного університету імені Тараса Шевченка та у практичну діяльність ДУ «Запорізький обласний лабораторний центр МОЗ України», Головних управлінь Держпродспоживслужби в м. Києві, Донецькій та Хмельницькій областях, ТОВ «Автокоприлад», ТОВ «Центр екології та розвитку нових технологій», що підтверджено відповідними актами впровадження, отриманими дисертанткою у 2017-2020 роках.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації. Положення та висновки дисертації добре аргументовані та підтверджені достатнім обсягом фактичного матеріалу, отриманого автором і обробленого статистично з використанням сучасних стандартизованих методик. Репрезентативність отриманих результатів забезпечена високим науково-методичним рівнем планування та проведення гігієнічних досліджень. Звертає на себе увагу різноплановість застосованих методів: еколого-гігієнічних, фізико-хімічних, математичних (моделювання), картографічних та оцінки ризику. Усі названі методи цілком співвідносяться з об'єктом, предметом, метою і завданнями дисертації.

Автором самостійно проаналізовано отримані результати та сформульовано обґрунтовані висновки, які відповідають представленим матеріалам і логічно впливають із суті виконаної роботи.

Відповідність дисертації профілю спеціалізованої вченої ради.

Дисертація Петросян А.А. є завершеною працею, в якій удосконалено систему гігієнічної оцінки якості повітря шляхом впровадження ймовірнісного підходу та сучасних методичних інструментів у санітарно-епідеміологічну і природоохоронну практику (створення міжсекторальної моделі партнерства органів виконавчої влади) з метою обов'язкового встановлення на державному рівні меж допустимого (прийняттого) ризику для здоров'я населення, зумовленого впливом різних об'єктів господарської діяльності та автотранспорту. Проаналізовано та адаптовано елементи інтеграції та імплементації міжнародних вимог до національної нормативної бази з питань гігієнічної оцінки якості атмосферного повітря. Результати цих досліджень мають суттєве значення для гігієнічної науки, санітарно-епідеміологічної та природоохоронної практики в роботі органів виконавчої влади, що здійснюють державний нагляд і контроль за дотриманням санітарного і екологічного законодавства у сфері охорони атмосферного повітря та забезпечення санітарного і епідемічного благополуччя населення України. Мета, завдання, методи досліджень, основні результати та висновки дисертації відповідають спеціальності 14.02.01 – гігієна та професійна патологія та профілю спеціалізованої вченої ради Д 26.604.01 ДУ «Інститут громадського здоров'я імені О.М. Марзєєва НАМН України».

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота Петросян Аріни Агасіївни написана за традиційною схемою, викладена логічно, грамотно, зрозуміло. Робота легко сприймається та оформлена належним чином. Наукову працю викладено на 438 сторінках (обсяг основного тексту становить 322 сторінки). Вона містить 103 рисунки, 22 таблиці, 6 додатків. Робота складається з анотації, списку публікацій здобувача, змісту, переліку умовних позначень, вступу, аналітичного огляду літератури, розділу «Матеріали та методи дослідження», шести розділів власних досліджень та аналізу і узагальнення результатів, висновків, списку використаних джерел, який нараховує 437 найменувань процитованої літератури. З них 229 – кирилицею, 208 – латиницею.

Слід зазначити, що літературні джерела, на які автор посилається в роботі, охоплюють усі розглянуті питання й цитуються у відповідних структурних підрозділах дисертації. Всі розділи дисертації написані на достатньо високому науковому й методичному рівні. Наведена відповідна тексту роботи кількість табличного та графічного матеріалу. Висновки дисертації науково обґрунтовані, цілком логічно витікають із суті проведених досліджень, заперечень не викликають.

За своєю структурою, обсягом виконаних експериментальних досліджень, сформульованими науковими положеннями, висновками і практичним впровадженням результатів дисертація Петросян А.А. є завершеною науково-дослідною роботою. Достатній обсяг та різноплановість представлених

результатів досліджень стали запорукою успішного вирішення дисертантом поставлених у науковій роботі завдань та досягнення її мети.

У **Вступі** дисертаційної роботи представлені дані про актуальність дослідження, зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Роботу виконано в рамках таких науково-дослідних робіт Державної установи «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва Національної академії медичних наук України»: «Оцінка соціальних втрат, обумовлених підвищеними ризиками від дії забрудненого атмосферного повітря для здоров'я населення», 2012-2014 рр. (№ держреєстрації 0115U002081); «Наукові засади оцінки ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря викидами автомобільного транспорту», 2012-2014 рр. (№ держреєстрації 0112U001053); «Вдосконалення наукових підходів до гігієнічної оцінки діяльності теплоенергетичних об'єктів», 2015-2017 рр. (№ держреєстрації 0115U000648); «Наукове обґрунтування критеріїв оцінки небезпеки, обумовленої забрудненням атмосферного повітря речовинами у вигляді твердих суспендованих частинок, відповідно до вимог ЄС», 2018-2020 рр. (№ держреєстрації 0118U003709). Деякі положення дисертаційної роботи висвітлено у рамках: міжнародного проєкту SAICM QSP «Розвиток субрегіонального інституційного співробітництва у сфері охорони здоров'я для зміцнення спроможності та обміну інформацією для вирішення проблем впливу небезпечних хімікатів на здоров'я в Білорусі та Україні» за фінансової підтримки ВООЗ та Програми з навколишнього середовища ООН (ЮНЕП), 2018 р.; міжнародного проєкту «Breathing Together for Local Air Quality, CONSPIRO» Європейського об'єднаного дослідного центру (EU JRC) «Європейська стратегія для Дунайського регіону» (пріоритетна область з питань якості повітря), 2017-2018 рр.; міжнародного проєкту BELUGA Каролінського Інституту, 2016-2019 рр.; цільової програми наукових досліджень НАН України «Аерокосмічні спостереження довкілля в інтересах сталого розвитку та безпеки як національний сегмент проєкту Горизонт-2020 ERA-PLANET», виконуваної за підтримки EU JRC (НДР «Визначення концентрацій забруднюючих речовин (зважених частинок та озону) у ПША та інформування громади щодо їх небезпеки для здоров'я населення», 2017-2020 рр.).

Також у вступі висвітлені мета й завдання дослідження, розкриваються наукова новизна одержаних результатів, їх практична значущість, особистий внесок автора, подані відомості про апробацію результатів дисертації та публікації. Для досягнення мети дисертаційної роботи автором сформульовано 7 завдань, що, як вже зазначалося, є адекватними поставленій у роботі меті. Матеріали вступної частини дисертації оцінюються позитивно.

Матеріали **першого розділу «Актуальні проблеми еколого-гігієнічної оцінки забруднення атмосферного повітря та його впливу на здоров'я населення (аналітичний огляд літератури)»** присвячено аналізу доступної наукової вітчизняної та зарубіжної літератури, що описує проблеми еколого-гігієнічної оцінки забруднення атмосферного повітря та його впливу на здоров'я населення. Розділ включає огляд літератури з питань аналізу національної політики щодо охорони атмосферного повітря в Україні та її відповідності

міжнародним вимогам; відомості щодо вивчення сучасного стану та характеристик наявних методичних підходів до оцінки якості атмосферного повітря (системи моніторингу та аналізу моделей розсіювання ЗР у ПША); оцінки ризику та впливу на здоров'я людини забруднення повітря, обумовленого викидами промислових підприємств та автотранспорту. Автором показано, що вирішення проблеми забруднення атмосферного повітря та його впливу на стан здоров'я населення є своєчасним та актуальним, але вимагає пошуку єдиних методичних підходів з метою узгодження дій різних ланок системи гігієнічної оцінки якості атмосферного повітря для обґрунтування та розробки управлінських заходів, спрямованих на збереження громадського здоров'я.

Проведений аналіз літературних джерел дозволив автору зробити висновок, що дослідження за цим напрямком не втрачають актуальності, а питання потребує подальшої розробки. Розділ заслуговує на позитивну оцінку.

У другому розділі «Методи та обсяг досліджень» автором описані основні методи, матеріали, використані під час виконання дисертаційної роботи, та наведений обсяг проведених досліджень. Всі вони відповідають програмі та цільовій структурі організації наукового дослідження і забезпечують його поетапну реалізацію з позицій системного підходу. Методичною основою для вибору перспективних напрямків роботи слугувало вивчення вітчизняної і міжнародної законодавчої нормативно-правової бази щодо регулювання викидів з джерел забруднення атмосферного повітря (промислових підприємств та автотранспорту) та оціночних характеристик їх впливу та ризику для здоров'я населення.

Дисертантка детально описує основні вимоги до оцінок фізико-географічних параметрів територій дослідження, просторового розподілу та визначення розташування джерел викидів (ДВ) промислових підприємств та ділянок автодоріг і перехресть руху автотранспорту, шляхом географічної прив'язки (геокодування) та обробки супутникових даних в системі координат WGS-84 з використанням картографічних методів дослідження (ArcGis версія 10.1). Вона обґрунтовує використання математичних та натурних досліджень, описує шляхи визначення концентрацій ЗР у ПША від викидів різних за господарською діяльністю промислових підприємств та автотранспорту.

Авторка дослідження також зазначає, що при розрахунках рівнів ризику (неканцерогенних – за умови гострих та хронічних інгаляційних впливів (HQ_{acute} , $HQ_{chronic}$); індивідуальних та сумарних канцерогенних ризиків (ICR , ICR_{total}); індивідуальних ризиків смерті (IRM)) для здоров'я експонованого населення, обумовлених викидами різних видів промислових підприємств та автотранспорту, була використана загальна процедура методології оцінки ризику для здоров'я населення (Human Health Risk Assessment), розроблена та рекомендована Агентством США з охорони довкілля та ВООЗ.

Звертає на себе увагу різноплановість застосованих методів: еколого-гігієнічних, фізико-хімічних, математичних (моделювання), картографічних та методу оцінки ризику. Як вже зазначалося, ці методи цілком адекватні об'єкту, предмету, меті і завданням дисертаційної роботи.

Таким чином, представлена у розділі програма досліджень є логічною та передбачає реалізацію послідовного виконання запланованих завдань з використанням сучасних та достатніх за обсягом методів досліджень.

У третьому розділі «Сучасні методичні підходи до використання оцінки ризику для здоров'я населення в системі гігієнічної оцінки якості атмосферного повітря» описані результати дослідження, які були отримані з метою удосконалення основних етапів МОРЗН та наукового обґрунтування переваг її використання в системі гігієнічної оцінки якості атмосферного повітря.

На підставі аналізу офіційних статистичних даних за 2010-2018 рр. виявлене загальне зменшення в Україні забруднення атмосферного повітря від викидів стаціонарних та пересувних джерел, що, в основному, пов'язано зі спадом промислового виробництва і впровадженням природоохоронних заходів (в середньому на 16,9 % по областях). Водночас, встановлено поступове збільшення забруднення в умовно «чистих» областях України, таких як: Житомирська, Волинська, Сумська, Тернопільська, Хмельницька, Херсонська області (в середньому на 12,6 % щорічно).

Автором розроблено алгоритм, за яким, з використанням інструментів ГІС-технологій, удосконалена оцінка етапу експозиції шляхом оброблення та конвертації метеорологічних, топографічних даних, характеристик землекористування та джерел викидів. В результаті проведено еколого-гігієнічне та фізико-географічне оцінювання зон впливу територій досліджень 43 різних за господарською діяльністю промислових підприємств та 46 ділянок автодоріг і 14 перехресть, які розташовані у різних регіонах України. На підставі перевіреної та обробленої за допомогою програмного комплексу ISC-AERMOD View вищевказаної інформації було розраховано усереднені годинні, добові і річні концентрації ЗР у ПША для досліджуваних промислових підприємств та автотранспорту, необхідні для подальших розрахунків та оцінок ризику для здоров'я населення.

Також, у розділі представлено порівняльний аналіз отриманих концентрацій ЗР з даними, що були змодельовані за допомогою програми ЕОЛ+, яка законодавчо затверджена у дозвільній системі. Оцінено співвідношення усереднених концентрацій хімічних речовин між собою у загальному забрудненні атмосферного повітря промисловими підприємствами та визначено середній коефіцієнт співвідношення між: середньодобовою та максимально разовою концентраціями на рівні 0,17 ($C_{сд}=0,17 \cdot C_{мр}$); середньорічною та середньодобовою концентраціями – на рівні 0,1 ($C_{ср} = 0,1 \cdot C_{сд}$). Проведені дослідження показали неможливість використання законодавчо закріплених в Україні програмних комплексів для оцінювання хронічних впливів на організм людини та, відповідно, – для визначення оцінок ризику для здоров'я населення.

Матеріали розділу викладені послідовно, обґрунтовані розрахунками, таблицями і рисунками та заслуговують на позитивну оцінку.

Четвертий розділ «Організація, розбудова та удосконалення автоматизованої мережі спостережень за станом атмосферного повітря» присвячений розробці та узагальненню методичних підходів до визначення місць

розташування автоматизованих постів спостережень (АПС). На підставі моделювання та результатів оцінки ризику для здоров'я населення розроблено пропозиції до організації регіональної автоматизованої мережі спостережень за станом атмосферного повітря на прикладі Дніпропетровської області. У досліджуваних містах визначено переліки пріоритетних хімічних речовин для обов'язкового моніторингу та рекомендовано встановити у м. Кам'янське 7 АПС. Зокрема, на п'яти наявних організувати автоматизований моніторинг та доповнити мережу двома АПС. У м. Марганець рекомендовано встановити 3 АПС; у м. Жовті води – 2 АПС.

З метою впровадження та розширення моніторингових програм вимірювання твердих часток пилу (PM_{10} , $PM_{2.5}$) та озону в атмосферному повітрі населених місць, вперше в Україні виконано їх довготривалі натурні дослідження, відповідно до вимог проведення еталонних/референтних вимірювань. Встановлено, що рівні середньодобових концентрацій PM_{10} та $PM_{2.5}$ перевищують нормативні значення, рекомендовані ВООЗ та Директивою 2008/50/ЄС, а населення перебуває під хронічним інгаляційним впливом. Кількість днів з перевищенням середньодобових масових концентрацій PM_{10} становила 76 та 43 дні у 2018 та 2019 роках, відповідно. Перевищення концентрацій спостерігалися у квітні, травні, вересні, жовтні, що було обумовлено несприятливими метеорологічними умовами та аеробіологічним забрудненням. Для $PM_{2.5}$ кількість днів з перевищенням концентрацій цих ЗР у 2018 та 2019 роках становила 99 та 125 днів. В основному, вони спостерігалися у листопаді-березні під час опалювального сезону. Визначено, що середньорічні масові концентрації твердих часток пилу PM_{10} знаходились на рівні $37,8 \pm 0,4$ та $31,1 \pm 0,9$ $\mu\text{кг}/\text{м}^3$ відповідно, у 2018 та 2019 роках; $PM_{2.5}$ – на рівні, відповідно, $22,8 \pm 0,2$ та $23,3 \pm 0,6$ $\mu\text{кг}/\text{м}^3$. Згідно з рекомендаціями ВООЗ ці концентрації знаходяться на небезпечному рівні для здоров'я експонованого населення, втім, вони не перевищують граничні величини для цих ЗР, зазначені у Директиві 2008/50/ЄС та Постанові КМУ від 14.08.2019 р. за № 827.

Також проведено серію інструментальних досліджень (774 вимірювання, усереднені за годину) концентрацій озону з подальшим усередненням за 8 годин та встановлено середні масові концентрації на рівні від 0,13 до 0,28 $\text{мг}/\text{м}^3$ ($0,19 \pm 0,04$ $\text{мг}/\text{м}^3$) у 2018 р.; від 0,04 до 0,28 $\text{мг}/\text{м}^3$ ($0,17 \pm 0,05$ $\text{мг}/\text{м}^3$) у 2019 р. Визначено, що виявлені величини перевищували діючий гігієнічний норматив в Україні у 29 випадках (1,1-1,7 ГДК_{м.р}) для 38 восьмигодинних усереднень у 2018 р. та у 39 випадках (1,0-1,4 ГДК_{м.р}) з 62 таких епізодів у 2019 р. А відповідно до нормативів, визначених рекомендаціями ВООЗ та Директиви 2008/50/ЄС, перевищення від 1,2 до 2,7 разів спостерігалися майже у кожному випадку. Піки максимальних масових концентрацій ($>0,2$ $\text{мг}/\text{м}^3$) озону фіксувалися у травні та червні, що за оцінками ВООЗ зумовлює зростання числа додаткових випадків щоденних смертей на 3-5 % у порівнянні зі смертністю при експозиції на розрахунковому фоновому рівні.

Матеріали розділу викладені послідовно, обґрунтовані розрахунками та значним обсягом натурних вимірювань та оцінюються позитивно.

У п'ятому розділі «Обґрунтування та розробка технологічних нормативів допустимих викидів промислових підприємств» в рамках проведених досліджень з використанням методичних підходів МОРЗН, було розроблено, встановлено та оцінено поточні і перспективні технологічні нормативи допустимих викидів (ТНДВ) ЗР та висновки найкращих доступних технологій і методик управління (НДТМ; рекомендовані ЄС) для різних типів устаткування. Це вимагало вирішення оберненої задачі наукового експерименту – «експозиція населення - джерело викиду» з метою уніфікації вимог щодо контролю якості повітря та прийняття адекватних природоохоронних заходів, відповідно до європейських вимог (Директива 2010/75/ЄС), що передбачені у проекті ЗУ «Про запобігання, зменшення та контроль промислового забруднення» та технологічних можливостей оптимізації виробничого процесу. В рамках виконаних досліджень було виконано еколого-гігієнічну та фізико-географічну характеристику зон впливу 9 досліджуваних підприємств гірничо-металургійного комплексу України, оцінено рівні експозиційних навантажень та інгалаційного ризику для здоров'я населення за умови застосування поточних ТНДВ, розроблених і запропонованих перспективних ТНДВ та оцінено висновки НДТМ, які повинна імплементувати Україна. Показано неможливість впровадження висновків НДТМ, які затверджено та рекомендовано ЄС, без урахування оцінки впливу на здоров'я. Це зумовлено специфікою (ефекти потенціювання та сумації впливу ЗР; фон) промислового забруднення атмосферного повітря та жорсткішими вимогами щодо нормування його якості в Україні.

На підставі результатів оцінки ризику встановлено та погоджено технологічні нормативи допустимих викидів із устаткування (установок) для різних видів виробництва (накази МЕРПУ № 671 від 21.12.2012 р., №262 від 01.07.2015 р., № 260 від 01.07.2015 р., № 261 від 01.07.2015 р., № 504 від 25.12.2015 р.), що підтверджує вагомим практичне впровадження отриманих результатів.

Шостий розділ «Використання оцінки ризику під час проведення державної санітарно-епідеміологічної експертизи для обґрунтування розмірів санітарно-захисних зон промислових підприємств», присвячений науковому обґрунтуванню важливості використання методології оцінки ризику для здоров'я населення під час встановлення розмірів санітарно-захисних зон (СЗЗ) для промислових підприємств у разі проведення державної санітарно-епідеміологічної експертизи (ДСЕЕ).

На підставі порівняльного аналізу даних натурних вимірювань та моделювання у контрольних точках, розташованих на межі нормативної СЗЗ та найближчої до підприємств житлової забудови, продемонстровано обов'язковість вивчення повного спектру потенційно-небезпечних ЗР на етапі оцінки токсичності викидів з метою розширення можливостей оцінок віддалених наслідків біологічних ефектів, що обумовлені характером викидів певних промислових підприємств. Доведено необхідність вивчення закономірностей розповсюдження хімічних речовин у ПША та аналізу рівнів їх концентрацій в зоні впливу підприємства (радіус 40 висот найбільшої труби, м) на різних

відстанях в усіх напрямках сторін світу за румбами з урахуванням територіальних особливостей (характеристики землекористування, топографічних та метеорологічних даних) розташування промислових об'єктів та сельбищних територій. Розроблено алгоритм та доведено ефективність використання МОРЗН під час обґрунтування розмірів СЗЗ для промислових підприємств I-II класу небезпеки та показана важливість їх впровадження на законодавчому рівні в рамках дозвільних процедур з метою прийняття управлінських рішень.

Представлені результати розділу підкріплені переконливим аналізом, виконаним для всього великого обсягу проведених досліджень, ілюстровані рисунками, таблицями, прокоментовані літературними посиланнями та оцінюються позитивно.

У сьомому розділі «Оцінка ризику для здоров'я та соціальні втрати населення від забруднення атмосферного повітря викидами промислових підприємств та автотранспорту» представлено узагальнені результати розрахунків ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря викидами різних видів промислових підприємств (металургійних, машинобудівних, хімічних, коксохімічних, будівельних, нафтопереробних, гірничорудних, виробництв олії та тваринних жирів, сільськогосподарських) та автотранспорту.

На підставі проведених досліджень визначено, що найвищі рівні неканцерогенного ризику (HQ) при оцінюванні гострого інгаляційного впливу населення зазнає від викидів металургійних ($HQ_{acute}=1,1\div7,9$), нафтопереробних ($HQ_{acute}=1,1\div7,8$), хімічних ($HQ_{acute}=1,1\div6,6$), машинобудівних ($HQ_{acute}=1,1\div5,6$) підприємств, підприємств виробництва олії та тваринних жирів ($HQ_{acute}=1,1\div5,3$), коксохімічних ($HQ_{acute}=1,1\div5,1$), гірничорудних ($HQ_{acute}=1,1\div2,8$), будівельних ($HQ_{acute}=1,1\div2,1$), теплоенергетичних ($HQ_{acute}=1,2\div1,5$) підприємств, автотранспорту ($HQ_{acute}=1,1\div2,8$) та тваринницьких комплексів ($HQ_{acute}=1,1\div1,6$). Щодо останніх додатково проведено порівняння з порогоми запаху та встановлено перевищення для сірководню і метилмеркаптану. Найвищі рівні неканцерогенного ризику під час оцінювання хронічних інгаляційних впливів характерні для хімічних ($HQ_{chronic}=1,1\div8,5$), металургійних ($HQ_{chronic}=1,1\div6,7$), гірничорудних ($HQ_{chronic}=1,3\div5,8$), машинобудівних ($HQ_{chronic}=1,1\div5,5$) виробництв, для підприємств з виробництва олії та тваринних жирів ($HQ_{chronic}=1,0\div3,9$), нафтопереробної промисловості ($HQ_{chronic}=1,1\div3,6$), коксохімічних ($HQ_{chronic}=1,1\div3,4$) підприємств та автотранспорту ($HQ_{acute}=1,1\div4,5$). Такі рівні ризику ($HQ=3,0\div6,0$; $HQ\geq6$), відповідають помірним та високим рівням забруднення атмосферного повітря та можуть спричинити виникнення, відповідно, слабких та виражених ефектів, особливо – у чутливих груп населення (людей похилого віку, вагітних жінок та дітей).

Під час аналізу рівнів забруднення атмосферного повітря пріоритетними хімічними канцерогенами встановлено, що рівні сумарного канцерогенного ризику (ICR_{total}), знаходилися на недопустимому рівні для машинобудівних (за рахунок викидів хрому (VI)) – $ICR_{total}=6,8\times10^{-6}\div8,7\times10^{-4}$); хімічних – за рахунок хрому (VI), бензолу, дихлоретану, гідразин гідрату та формальдегіду,

$ICR_{total}=1,04 \times 10^{-5} \div 6,0 \times 10^{-4}$, нафтопереробних підприємств (бензину) – $ICR_{total}=1,8 \times 10^{-5} \div 7,0 \times 10^{-4}$ (рис. 6) та автотранспорту (формальдегіду та бенз(а)пірену) – $ICR_{total}=6,9 \times 10^{-6} \div 7,9 \times 10^{-4}$; на *високому рівні* для металургійних підприємств (за рахунок хрому (VI), нікелю, кадмію, миш'яку) – $ICR_{total} = 4,8 \times 10^{-6} \div 5,2 \times 10^{-3}$.

Додатково було розраховано рівні індивідуального ризику смерті (IRM) населення від впливу фракції пилу з діаметром часток менше 10 мкм (PM₁₀).

Недопустимими рівні ризику було визначено для підприємств хімічної галузі (IRM=2,0×10⁻⁵÷3,4×10⁻⁴), для будівельних (IRM=6,8×10⁻⁶ ÷7,4×10⁻⁴), теплоенергетичних (IRM=6,0×10⁻⁵÷7,7×10⁻⁴), тваринницьких підприємств потужністю 50 тис. голів (IRM = 6,8×10⁻⁵÷3,4×10⁻⁴) та автотранспорту (IRM=7,4×10⁻⁶÷4,8×10⁻⁴). Високі рівні ризику спостерігались від впливу металургійних, машинобудівних та гірничорудних підприємств (IRM=1,4×10⁻⁵÷2,9×10⁻³, IRM=3,4×10⁻⁶÷2,1×10⁻³ та IRM=5,1×10⁻⁶÷1,2×10⁻³ відповідно).

Важливо, що результати, отримані під час дослідження, узгоджуються з описаними в розділі аналогічними даними, одержаними вітчизняними і зарубіжними науковцями.

У розділі представлений значний обсяг досліджень та розрахунків, які були ретельно проаналізовані. Сформульовані висновки є обґрунтованими, відповідають представленим матеріалам і логічно впливають з визначених завдань.

Восьмий розділ «Наукове обґрунтування системи профілактики негативного впливу забруднення атмосферного повітря на стан громадського здоров'я (аналіз та узагальнення результатів)» дисертації присвячений узагальненню результатів дослідження та розробці пропозицій, спрямованих на удосконалення системи гігієнічної оцінки якості атмосферного повітря. На підставі отриманих результатів оцінено можливості резистентності організму до негативного впливу забруднення атмосферного повітря та створено базис для прийняття управлінських рішень органами виконавчої влади на державному рівні. Проведені дослідження є основою для впровадження профілактичних та природоохоронних заходів, на підставі яких був розроблений алгоритм (механізм) оцінки впливу забруднення атмосферного повітря на здоров'я експонованого населення, яке проживає в зонах неприйнятної ризику, обумовленого викидами різних видів промислових підприємств і автотранспорту.

Встановлено, що найбільш несприятливий прогностичний рівень захворюваності від впливу усіх груп промислових підприємств та автотранспорту очікується у вигляді хвороб органів дихання, зокрема, бронхіальної астми (гострих та хронічних станів), серцево-судинних та захворювань центральної нервової системи. Серед населення, яке проживає в зонах впливу (HI_{max}=27,2) металургійних, машинобудівних, хімічних, теплоенергетичних, будівельних, нафтопереробних підприємств та поруч з автомагістралями, необхідно передбачати організацію профілактичних програм у вигляді медичних оглядів дітей/дорослих, генетичного та соціально-гігієнічного моніторингу.

Виконані наукові дослідження показали ефективність використання МОРЗН під час прийняття управлінських рішень щодо зменшення забруднення

атмосферного повітря та оцінок його впливу на експоноване населення. Це дозволило розглядати МОРЗН як надійний інструмент, здатний визначити доцільність, пріоритетність, ефективність оздоровчих та природоохоронних заходів. Водночас, МОРЗН може виступати головним механізмом (методичним підходом) у створенні міжсекторальної моделі партнерства органів виконавчої влади в системі гігієнічної оцінки якості повітря.

Матеріали розділу переконливі, проілюстровані розрахунками, таблицями, схемами, рисунками та заслуговують на позитивну оцінку.

У **Висновках** дисертаційної роботи авторка роботи узагальнює, аналізує і підсумовує отримані нею результати. Висновки є логічним завершенням дисертації, підтверджують реалізацію поставлених завдань, містять найважливіші наукові, теоретичні та практичні результати дослідження, сформульовані у відповідності з отриманими автором даними. Висновки доповнені цифровим матеріалом та оцінюються позитивно.

У **Переліку посилань** автором представлено достатньо вагомий список використаних джерел наукової зарубіжної та вітчизняної літератури (більшість посилань – за останні 5 років), що складений згідно вимог ДСТУ 8302:2015.

Повнота викладу основних результатів дисертації в наукових і фахових виданнях. Отримані результати наукового дослідження були апробовані під час виконання дисертації на міжнародних та вітчизняних науково-практичних конференціях, з'їздах, симпозіумах, семінарах. За темою дисертації Петросян А.А. опубліковано 66 наукових праць. Серед них 29 статей та 30 тез доповідей на вітчизняних та міжнародних конференціях, форумах та з'їздах. Зокрема, 21 стаття вийшла друком у наукових фахових виданнях України та періодичних наукових виданнях інших держав, 8 статей – в інших виданнях. Отримано 2 патенти на корисну модель та видано 5 інформаційних листів. Публікації виконано самостійно та у співавторстві. Відмічені публікації повною мірою висвітлюють наукові положення та висновки, які сформульовані в дисертації. Повнота їх викладу відповідає вимогам Постанови КМУ «Про затвердження Порядку присудження наукових ступенів» № 567 від 24 липня 2013 р (із змінами).

Ідентичність змісту автореферату і основних положень дисертації. Зауважень щодо оформлення дисертаційної роботи та автореферату, наразі, немає. Орфографічні та граматичні помилки, виявлені під час прочитання дисертації опоненткою, усунуті авторкою повністю. Структура та зміст автореферату ідентичні даним, що наведені у відповідних розділах дисертації. Висновки щодо дисертації конкретні, відповідають завданням дослідження, відображають усі встановлені закономірності і адекватно впливають з результатів роботи, є цілком логічними, науково обґрунтованими, такими, що мають об'єктивне підґрунтя та носять чітко виражений інформативний характер. Висновки характеризуються вагомою науковою новизною, теоретичною та практичною значущістю для сучасної гігієнічної науки.

Отже, дисертаційна робота Петросян Аріни Агасіївни «**Наукове обґрунтування системи гігієнічної оцінки якості атмосферного повітря**», заслуговує на високу оцінку.

Втім, у ході прочитання роботи, у порядку дискусії, до дисертантки виникли декілька питань:

1. Ваша роботи вирізняється масштабністю та ретельністю проведених досліджень. Втім, моніторинг концентрацій озону Ви проводили в неоднакові періоди 2018-го та 2019-го років. Зокрема, у 2018-му році це був квітень-вересень, а у 2019-му році – березень-серпень. З чим була пов'язана така різниця?
2. Для виконання поставлених у дослідженні завдань Вами адаптовано програмний комплекс ISC-Aermod View та інші програми. Втім, для моделювання, наприклад, аеробіологічного забруднення, європейські науковці в цілому та українські, зокрема, послуговуються програмою SILAM, розробленою Фінським Метеорологічним Інститутом (Гельсінкі) для оцінки якості повітря у континентальному та регіональному масштабах майже за 200 параметрами. Чому для своєї роботи Ви не використовували цю модель?
3. Під час процедури оцінки ризику забруднення атмосферного повітря Ви визначали швидкості та переважаючі аеронавігаційні напрямки вітру у румбах. Чим вони відрізняються від рози вітрів для даної місцевості і чому був обраний саме цей параметр?
4. Чому при описі рівнів сумарного канцерогенного ризику у вузлах рецепторної сітки їх оцінка як відносно малих (рівень De minimas) проводилась на підставі їх сприйняття як досить малих «усіма верствами населення»? Чи не є такий критерій оцінки суб'єктивним?
5. Чому температура для моделювання розсіювання ЗР обчислювалась у Кельвінах? Як це співпадає із системою SI, у якій проводились обчислення для інших показників?

Зазначені запитання та технічні зауваження та коментарі, які виникали під час прочитання роботи і були взяті до уваги, в жодному разі не зменшують наукової новизни і практичної значущості представленої на рецензування дисертації та не впливають на формування для неї загальної позитивної та високої оцінки.

ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Петросян Аріни Агасіївни «**Наукове обґрунтування системи гігієнічної оцінки якості атмосферного повітря**» на здобуття наукового ступеня доктора біологічних наук за спеціальністю 14.02.01 - гігієна та професійна патологія є актуальною та самостійною завершеною науковою працею, що виконана на високому науково-методичному рівні. В дисертаційній роботі на підставі комплексних еколого-гігієнічних, фізико-хімічних, математичних (моделювання), картографічних та соціальних (оцінка ризику) досліджень узагальнено та науково обґрунтовано нове рішення актуальної наукової проблеми щодо удосконалення системи гігієнічної оцінки якості атмосферного повітря для обґрунтування та розробки управлінських заходів, спрямованих на збереження громадського здоров'я. Результати виконаних

досліджень мають суттєве значення для гігієнічної науки, санітарно-епідеміологічної та природоохоронної практики, застосовуваної в роботі органів виконавчої влади, що здійснюють державний нагляд і контроль за дотриманням санітарного і екологічного законодавства у сфері охорони атмосферного повітря та забезпечення санітарного і епідемічного благополуччя населення.

За своєю актуальністю, методичним рівнем, науковою новизною та практичним значенням отриманих результатів, повнотою викладення матеріалів в опублікованих працях, обґрунтованістю висновків та рівнем впровадження результатів, дисертаційна робота Петросян Аріни Агасіївни «Наукове обґрунтування системи гігієнічної оцінки якості атмосферного повітря», цілком відповідає вимогам п. 10 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року за №567 (із змінами), а її автор заслуговує на присудження наукового ступеня доктора біологічних наук за спеціальністю 14.02.01 - гігієна та професійна патологія.

Офіційний опонент:

**Професорка кафедри фармації
Вінницького національного медичного
університету імені М.І. Пирогова,
докторка біологічних наук, професорка В.В. Родінкова**

