

ВІДГУК

офіційного опонента

**доктора медичних наук, професора Омельчука Сергія Тихоновича
на кандидатську дисертацію Маремухи Тетяни Петрівни
«Гігієнічна оцінка забруднення атмосферного повітря теплоенергетичними
об'єктами», що представлена на здобуття наукового ступеня кандидата
медичних наук за спеціальністю 14.02.01– гігієна та професійна патологія**

Актуальність теми дисертаційної роботи. Забруднення атмосферного повітря є потужним і постійним чинником впливу техносфери на організм людини. Теплові електростанції (ТЕС), які працюють на вугіллі, залишаються основними стаціонарними забруднювачами атмосферного повітря в Україні. Загалом, викиди від роботи ТЕС складають близько 41 % від усієї кількості пилу недиференційованого за складом (пил НДЗС), 62 % – сірки діоксиду, 32 % – оксидів азоту, що надходять в атмосферу, внаслідок господарської діяльності людини та від чотирьох до 40 разів перевищують стандарти ЄС. Не дивлячись на те, що з січня 2018 року в Україні почав діяти Національний план зі скорочення викидів від великих спалювальних установок (НПСВ), який передбачає поступову модернізацію або виведення з експлуатації енергоблоків ТЕС і теплоелектроцентралей (ТЕЦ), його виконання не відбувається у повному обсязі в погоджені строки. Це насамперед пов'язано з відсутністю механізмів реалізації та фінансування НПСВ. Отже, найближчим часом не варто сподіватися на значне зниження забруднення атмосферного повітря продуктами згоряння органічного палива, насамперед вугілля. Тому, актуальними залишаються проблеми щодо охорони здоров'я населення, яке проживає на територіях зон впливу твердопаливних ТЕО.

Пріоритетними забруднюючими речовинами (ЗР), що утворюються ТЕО при спалюванні викопного палива та можуть пошкоджувати здоров'я населення є оксиди азоту, сірки діоксид, пил НДЗС та тверді частки пилу різного

аеродинамічного діаметру (менше 10 мкм – PM_{10} , менше 2,5 мкм – $PM_{2.5}$). Водночас, слід зазначити, що в Україні $PM_{2.5}$ та PM_{10} досі не входять до переліку ЗР, які характеризують токсичність викидів від теплоенергетичних об'єктів. Заразом оксиди азоту, оксид вуглецю та леткі органічні сполуки, що надходять до атмосферного повітря від вугільних електростанцій, відносяться до прекурсорів приземного озону, який є небезпечним для здоров'я людини.

З огляду на те, що сучасний інженерно-технічний рівень розвитку теплоенергетики не дозволяє забезпечити суттєве зниження викидів ЗР в атмосферне повітря, на державному рівні не проводиться моніторинг PM_{10} , $PM_{2.5}$ та озону, виникає необхідність у вивченні особливостей формування забруднення атмосферного повітря в зонах впливу ТЕО (насамперед PM_{10} , $PM_{2.5}$ та озоном), кількісній оцінці його впливу на здоров'я населення, а також застосуванні інтегральних показників визначення якості повітря з метою оперативного інформування населення щодо ризиків для здоров'я пов'язаних з шкідливими рівнями ЗР.

Враховуючи вищенаведене, слід зазначити, що мета дисертаційної роботи – «удосконалення методів гігієнічної оцінки забруднення атмосферного повітря теплоенергетичними об'єктами», є актуальною, а запланований перелік досліджень є достатнім для розкриття теми роботи.

Дисертаційна робота Т.П. Маремухи виконана в рамках науково-дослідних робіт Державної установи «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва Національної академії медичних наук України»: «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).

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

Дисертаційна робота Т.П. Маремухи виконана на сучасному науково-методичному рівні та ґрунтується на аналізі достатнього за обсягом матеріалу. Вона присвячена удосконаленню методів гігієнічної оцінки забруднення атмосферного повітря теплоенергетичними об'єктами.

Дисертанткою проведено комплексні дослідження з використанням сучасних методів: бібліографічний метод аналізу наукової та нормативно-методичної інформації; фізико-хімічні методи; методи математичного моделювання (Aermod View, ліцензія ISCA Y0002896; AirQ+, версія 2.0); методи міжнародної інтегральної оцінки якості атмосферного повітря (AQI); оцінка ризику для здоров'я населення; статистичні методи з використанням стандартних пакетів програм для опрацювання даних (StatSoft STATISTICA 10.0 portable, Microsoft® Excel 2019). Використані методи аналізу є досить вибірковими, чутливими, інформативними та відповідають поставленій меті та завданням дослідження. Об'єм наукових досліджень та кількість критично розглянутих науково-технічних документів і стандартів, прийнятих у країнах ЄС, США щодо аналізу сучасного стану проблеми забруднення атмосферного повітря теплоенергетичними об'єктами, є цілком достатнім, а наведені результати досліджень є вагомими та значущими.

Одержані та статистично оброблені результати дослідження не викликають сумнівів щодо їх достовірності. Наукові положення та висновки, викладені в дисертації, обґрунтовані та відображають зміст дисертаційної роботи. Висновки базуються на аналізі та узагальненні наведених у роботі даних.

Наукова новизна одержаних результатів.

Окреслена наукова новизна та теоретичне значення результатів, отриманих у процесі виконання роботи, не викликають сумнівів. Вперше

на підставі комплексних досліджень поглиблено розуміння особливостей формування рівнів забруднення (зокрема PM_{10} , $PM_{2.5}$ та озон) приземного шару атмосфери (ПША) в зонах впливу ТЕО, які працюють на вугіллі; науково обґрунтовано застосування коригувальних коефіцієнтів під час розрахунків середньодобових концентрацій $PM_{2.5}$ окремо для опалювального сезону та міжопалювального періоду на територіях, де наявні дані щодо забруднення атмосферного повітря лише для PM_{10} ; вдосконалені методичні основи оцінки експозиції населення в зонах впливу ТЕО; оцінено ймовірність виникнення додаткових випадків смертей від захворювань серцево-судинної, дихальної систем та захворюваності на хронічний бронхіт серед дорослого населення, які пов'язані з експозицією твердих часток пилу.

Практичне значення одержаних результатів.

На основі аналітичних досліджень та натурних вимірювань (фіксованих та індикативних, проведених з використанням стандартних методів, які відповідають вимогам Постанови КМУ від 14.08.2019 р. за № 827 та Директиви 2008/50/ЄС) удосконалено методичні підходи до гігієнічної оцінки забруднення атмосферного повітря викидами ТЕО; проведено кількісну оцінку впливу ТЕО, що працюють на вугіллі, на здоров'я населення з використанням європейського програмного комплексу AirQ+.

За участю авторки підготовлено інформаційний лист «Використання оцінки ризику для здоров'я населення при розробці технологічних нормативів допустимих викидів» (№334-2015) та патент на корисну модель «Спосіб визначення розповсюдження забруднюючих речовин в атмосферному повітрі» (№131880-2018), які впроваджено в навчальний процес кафедри загальної гігієни Дніпропетровської державної медичної академії, кафедри гігієни та екології № 4 Національного медичного університету імені О.О. Богомольця та у практичну діяльність ДУ «Запорізький обласний лабораторний центр МОЗ України», ТОВ «Центр екології та розвитку нових технологій»,

ПНВП «Екологія» та ТОВ «Екологічний центр поводження з небезпечними відходами та промислової технології», що підтверджено відповідними актами впровадження, наданими у 2018-2020 роках. Матеріали, отримані в дисертації, використані при розробці патенту на корисну модель «Спосіб визначення рівня забруднення атмосферного повітря зваженими твердими частинками недиференційованими за складом (TSP)» (№ 201911494 від 28.11.2019 р.).

Апробація результатів дисертації.

Апробація дисертаційної роботи здійснювалась протягом всього періоду наукових досліджень. Основні положення дисертаційної роботи були висвітлені на: XXI Міжнародній науково-практичній конференції «КАЗАНТИП-ЭКО-2013. Инновационные пути решения актуальных проблем базовых отраслей, экологии, энерго- и ресурсосбережения» (Щолкіне, 2013), Міжнародній науково-практичній конференції, присвяченій Всесвітньому дню здоров'я (Київ, 2013), науково-практичних конференціях «Актуальні питання громадського здоров'я та екологічної безпеки України (Марзєєвські читання)» (Київ, 2015, 2016, 2019), 6-й Всеукраїнській конференції «GEO-UA» (Київ, 2018), міжнародній конференції «The International Society of Exposure Science» (ISES) (Каунас, 2019).

Відповідність дисертації профілю спеціалізованої вченої ради.

Мета дисертаційної роботи, завдання, методи дослідження, основні результати, їхній аналіз і узагальнення, висновки дисертаційної роботи Т.П. Маремухи «Гігієнічна оцінка забруднення атмосферного повітря теплоенергетичними об'єктами», відповідають спеціальності 14.02.01 – «гігієна та професійна патологія» та профілю спеціалізованої вченої ради Д 26.604.01 при ДУ «Інститут громадського здоров'я імені О.М. Марзєєва НАМН України».

Аналіз дисертації та автореферату

Дисертація має анотацію українською та англійською мовами, складається зі вступу, шести розділів (результати власних досліджень, їх аналіз

та узагальнення), висновків, списку використаних джерел, що містить 301 літературне посилання (197 – кирилицею, 104 – латиницею). Роботу викладено на 204 сторінках (обсяг основного тексту становить 157 сторінок), вона містить 42 рисунки, 30 таблиць, 4 додатки.

У **Вступі** дисертанткою переконливо аргументовано актуальність роботи, вказано її зв'язок з науковими програмами та темами, що розроблялися в ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України», сформульована мета роботи та завдання для її досягнення. Наведено об'єкти і предмети дослідження, зазначена наукова новизна і практичне значення одержаних результатів. Подано особистий внесок здобувача в визначенні актуальності проблеми, проведенні аналітичного огляду інформаційних джерел, обґрунтуванні методів та обсягу досліджень, проведенні самих досліджень, обробці, аналізі та узагальненні результатів тощо.

В розділі «**Огляд літератури**» подано аналіз даних літератури щодо загальних тенденцій світового споживання первинних енергетичних ресурсів та відповідності вітчизняного законодавства вимогам ЄС у секторі енергетичної політики та охорони атмосферного повітря. Особливу увагу дисертантка приділила аналізу впливу забруднення атмосферного повітря на здоров'я населення, обумовленого діяльністю ТЕО, та сучасних міжнародних методичних підходів до оцінки якості повітря та його впливу на здоров'я. Встановлено, що забруднення атмосферного повітря, пов'язане зі спалюванням викопного палива, є головним фактором захворюваності та смертності в усьому світі. Розділ побудований логічно і базується на аналізі сучасних вітчизняних та міжнародних інформаційних джерел. Дисертантка продемонструвала глибоке знання проблеми, а проміжні висновки в кінці розділу ґрунтуються на аналізі наведених публікацій. Огляд літератури дозволив сформулювати мету і завдання дисертаційної роботи, вибрати методи, розробити схему й обґрунтувати перелік і обсяг досліджень.

У другому розділі авторка визначає програму досліджень, характеризує використані у роботі матеріали та методи дослідження, що охоплюють всі розділи дисертаційної роботи та за змістом і кількістю відповідають масштабам завдань роботи. Звертає на себе увагу проведений аналіз наукової та нормативно-методичної інформації, за допомогою якого визначено проблемні питання. Позитивної оцінки заслуговує те, що для кількісних оцінок частки смертей (від раку легень, хронічного обструктивного захворювання легень, ішемічної хвороби серця, інсульту) та випадків захворюваності на хронічний бронхіт серед дорослих, які пов'язані з тривалою експозицією твердих часток пилу в м. Київ та Київській області, вперше в Україні використано програмний комплекс AirQ +, розроблений регіональним бюро ВООЗ. Для характеристики якості атмосферного повітря було розраховано індекс якості повітря (AQI) з використанням методології запропонованої Агентством США з охорони довкілля (EPA AQI) та Європейським агентством з навколишнього середовища (EU AQI) на підставі даних спостережень концентрацій PM_{10} , $PM_{2.5}$ та озону. Описані в розділі об'єкти і методи досліджень адекватні меті та завданням роботи.

Розділ 3 присвячений вивченню забруднення атмосферного повітря Трипільською ТЕС та подано у двох підрозділах. В першому підрозділі на підставі проведення натурних досліджень визначено особливості формування забруднення атмосферного повітря діоксидом азоту, діоксидом сірки, оксидом вуглецю, озоном, пилом НДЗС, PM_{10} та $PM_{2.5}$ в зонах впливу підприємства. В другому підрозділі, за допомогою моделювання усереднених 1-годинних, добових та річних концентрацій азоту діоксиду, оксиду вуглецю, сірки діоксиду, пилу НДЗС, PM_{10} та $PM_{2.5}$ в ПША (в зоні впливу радіусом до 10 км від джерела забруднення підприємства), оцінено експозицію та відповідні ризики для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря ТЕС, що працює на вугіллі. За даними моделювання встановлено максимальне перевищення

нормативних рівнів забруднення атмосферного повітря (обумовлене впливом золовідвалу) на відстанях 2-4 км від джерела викиду ТЕС для пилу НДЗС – до 15 разів (ГДК_{м.р}); PM_{10} – до 18 разів (24-годинна концентрація, Директива 2008/50/ЄС) та $PM_{2.5}$ – до 23 разів (24-годинна концентрація, ВООЗ).

Таким чином, поєднання натурних вимірювань з моделюванням розсіювання ЗР дозволяє розширити можливості гігієнічної оцінки забруднення атмосферного повітря та визначити оптимальні контрольні точки для подальших оцінок інгаляційного впливу на здоров'я експонованого населення.

Розділ четвертий був присвячений вивченню особливостей забруднення атмосферного повітря PM_{10} , $PM_{2.5}$ та озоном у м. Київ в зоні впливу Дарницької ТЕЦ-4 ТОВ «ЄВРО-РЕКОНСТРУКЦІЯ». Визначено, що середньорічні концентрації твердих часток пилу (PM_{10} – 33,0 мкг/м³, $PM_{2.5}$ – 21,0 мкг/м³) не перевищували граничні значення, вказані в Директиві 2008/50/ЄС, але обумовлювали небезпечний рівень, згідно з рекомендаціями ВООЗ. Водночас кількість днів з перевищенням середньодобової концентрації протягом року становила для PM_{10} – 54 дні, $PM_{2.5}$ – 95 днів (з них 79 днів в опалювальний період), а максимальні концентрації перевищували граничні значення для PM_{10} у 2,4 раза. Середні концентрації $PM_{2.5}$, що визначалися протягом жовтня-березня (опалювального періоду) в середньому в 1,4 рази перевищували величини отримані у квітні-вересні та знаходилися відповідно на рівні: 25,0 мкг/м³ (медіана – 23,3 мкг/м³) та 17,1 мкг/м³ (медіана – 15,6 мкг/м³), що вказує на суттєвий внесок ТЕО у рівень забруднення атмосферного повітря $PM_{2.5}$, а також про підвищення небезпеки для здоров'я населення від їх впливу в опалювальний період

Оцінено та розраховано співвідношення $PM_{2.5}/PM_{10}$ на рівні значень: 0,65 – середньорічне; 0,75 – в опалювальний сезон; 0,57 – в міжопалювальний період опалювальний період. Особливої уваги заслуговує наукове обґрунтування застосування коригувальних коефіцієнтів при розрахунках середньодобових концентрацій $PM_{2.5}$ на основі лінійної регресії (окремо для опалювального

періоду та міжопалювального сезону) на територіях, де наявні дані щодо забруднення атмосферного повітря лише для PM_{10} . Показано, що використання коригувальних коефіцієнтів підвищує точність збігів розрахованих та зареєстрованих концентрацій та дозволяє скоротити невизначеність під час оцінювання експозиції.

У п'ятому розділі Маремуха Т.П. наводить результати дослідження, які стосувались оцінки якості атмосферного повітря та кількісної оцінки впливу викидів ТЕО на здоров'я населення. На підставі отриманих даних щодо моделювання усереднених концентрацій ЗР у приземного шару атмосфери від стаціонарних джерел викидів Трипільської ТЕС виявлено перевищення неканцерогенного ризику для пилу $NDZC$ та PM_{10} у м. Українка та с. Таценки. Розраховано рівні індивідуального ризику смерті для PM_{10} , які характеризувалися як допустимі для професійних контингентів та недопустимі для населення.

Необхідно відмітити, що дисертантка отримала об'єктивні та достатньо вагомі результати для висновку про те, що ймовірність виникнення додаткових випадків смертей від захворювань серцево-судинної та дихальної систем, а також захворюваності на хронічний бронхіт серед дорослого населення, що пов'язана з експозицією твердих часток пилу. Застосування програмного комплексу AirQ+ дозволило встановити, що зменшення концентрацій $PM_{2.5}$ до референтного значення 10 мкг/м^3 та PM_{10} до 20 мкг/м^3 , рекомендованого ВООЗ, у м. Київ та Київській області, могло б у середньому знизити кількість додаткових смертей серед дорослого експонованого населення від: хронічного обструктивного захворювання легень на 8,8 % (5 випадків) та 6,4 % (7 випадків); раку легень – 9,2 % (59 випадків) та 6,6 % (39 випадків); ішемічної хвороби серця – 4,9 % (754 випадки) та 3,7 % (531 випадок); інсульту – 4,4 % (150 випадків) та 3,4 % (70 випадків); а також показників захворюваності на хронічний бронхіт у дорослих на 13,9 % (776 випадків) та 8,3 % (196 випадків).

Авторкою дисертації, з метою інформування населення щодо можливих загроз для його здоров'я внаслідок забруднення атмосферного повітря, було проведено розрахунок та аналіз індексу якості повітря, відповідно до міжнародних вимог. Проведені дослідження показали, що більш прийнятною методологією розрахунку індексу якості повітря в Україні є методологія запропонована Європейським агентством з навколишнього середовища. Виявлено, що влітку шкідливий вплив атмосферного повітря був зумовлений високими рівнями озону, а протягом опалювального сезону – концентраціями $PM_{2.5}$. Отримані результати ще раз доводять те, що ТЕО є основними стаціонарними забруднювачами повітря $PM_{2.5}$ в опалювальний період.

У шостому розділі авторкою запропоновано алгоритм кількісної оцінки впливу на здоров'я населення атмосферного повітря забрудненого ТЕО, який передбачає використання фіксованих та індикативних вимірювань, змодельованих сценаріїв забруднення, ймовірнісну оцінку впливу та його наслідків для здоров'я населення, що дозволить врахувати специфіку функціонування ТЕО як джерела забруднення атмосферного повітря. Його впровадження на державному рівні може бути основою для визначення управлінських заходів, необхідних для розробки та здійснення медико-екологічних програм щодо зниження інгаляційних ризиків для здоров'я експонованого населення, що проживає в зонах впливу ТЕО.

Усі зазначені розділи написані на достатньо високому рівні за стилем викладання матеріалу, наведеними ілюстраціями, графічними зображеннями процесів та групуванням цифрового матеріалу у таблицях. Висновки витікають із досліджень, проведених дисертанткою.

Автореферат дисертаційної роботи Т.П. Маремухи написаний до існуючих вимог і повністю відповідає змісту та структурі дисертації, дає чітке уявлення про проведені наукові дослідження і отримані результати.

Повнота викладу результатів дослідження в опублікованих працях.

За матеріалами дисертації опубліковано 15 наукових праць, серед них: 6 статей, з них 3 – у наукових фахових виданнях України, 1 – у періодичному науковому виданні іншої держави, 2 – в інших виданнях та 7 тез доповідей на вітчизняних та міжнародних конференціях. Отримано 1 патент на корисну модель та видано 1 інформаційний лист. Публікації виконано у співавторстві.

Одержані результати й основні наукові положення, що викладені в опублікованих працях і авторефераті, ідентичні тим, які наведені у дисертації та відповідають сучасним вимогам. Конфлікт інтересів відсутній.

Принципових зауважень до дисертаційної роботи немає.

Позитивно оцінюючи дисертаційну роботу Маремухи Тетяни Петрівни, вважаю за необхідне зупинитися на наступних питаннях, які потребують пояснення:

1. У дисертаційній роботі Ви поєднали використання методів математичного моделювання та натурних вимірювань концентрацій забруднюючих речовин у приземному шарі атмосфери. Скажіть будь ласка, на вашу думку, яким методам необхідно надавати перевагу для проведення більш точних кількісних оцінок впливу забруднення повітря на здоров'я населення?

2. Які існують основні вимоги та перешкоди для забезпечення моніторингу PM_{10} , $PM_{2.5}$? Чи планується імплементація основних засад їх моніторингу, відповідно до вимог Директиви 2008/50/ЄС, рекомендацій ВООЗ та Постанови КМУ № 827?

3. На сьогодні в Україні відсутні дані щодо гігієнічних нормативів якості атмосферного повітря для фракцій твердих часток пилу менше 10 мікрон (PM). Яким чином можна використати дані, отримані в роботі для обґрунтування гігієнічних нормативів PM_{10} , $PM_{2.5}$?

Висновок

Дисертаційна робота Маремухи Тетяни Петрівни «Гігієнічна оцінка забруднення атмосферного повітря теплоенергетичними об'єктами» представлена на здобуття наукового ступеня кандидата медичних наук, є самостійним, комплексним, виконаним на сучасному науково-методичному рівні, закінченим науковим дослідженням в якому містяться нові науково обґрунтовані результати досліджень щодо удосконалення методів гігієнічної оцінки забруднення атмосферного повітря теплоенергетичними об'єктами.

За своєю актуальністю, методичним рівнем, науковою новизною та практичним значенням одержаних результатів, повнотою викладення матеріалів у опублікованих працях, а також рівнем впровадження дисертаційна робота Маремухи Тетяни Петрівни повністю відповідає вимогам пунктів 9 та 11 «Порядку присудження наукових праць», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24.07.13 року зі змінами, внесеними згідно з Постановою Кабінету Міністрів України № 656 від 19.08.15 року, а її авторка заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата медичних наук за спеціальністю 14.02.01 – гігієна та професійна патологія (медичні науки).

**Директор Інституту гігієни та
екології Національного медичного
університету ім. О.О. Богомольця
МОЗ України,
доктор медичних наук, професор**

С.Т. Омельчук

