

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу **Клименка Олексія Андрійовича** «СИСТЕМНЕ УПРАВЛІННЯ ПІДВИЩЕННЯМ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ ТА ЗМЕНШЕННЯМ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ДОРОЖНІМИ ТРАНСПОРТНИМИ ЗАСОБАМИ», яка представлена на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту

1. Актуальність теми дисертації

За оцінкою Організації економічного співробітництва і розвитку, щорічні економічні збитки від забруднення атмосферного повітря автомобільним транспортом у східно- і центральноєвропейських країнах становлять близько 3...4 % від ВВП. Щорічні макроекономічні збитки від забруднення довкілля автотранспортом в Україні оцінюють орієнтовно в еквіваленті 2...3 млрд. євро. Близько 3/4 сумарних викидів парникових газів CO₂ на території України серед всіх видів транспорту продукують саме автомобілі.

В оглядовій перспективі є передумови для суттєвого збільшення викидів парникових газів в Україні та зростання його відносної частки у викидах у порівнянні з іншими секторами економіки з огляду на процеси деіндустріалізації та збільшення рівня автомобілізації, за яким Україна ще істотно відстає від багатьох країн світу. Це створює, зокрема, загрозу невиконання Україною міжнародних зобов'язань у сфері зміни клімату.

Результати теоретичних та експериментальних досліджень даної роботи, а також створені у роботі технології, методи, обладнання, та пропозиції щодо державного регулювання у визначеній сфері спрямовані на розв'язання важливої і актуальної науково-прикладної проблеми реалізації системного управління підвищенням ефективності використання енергії та зменшенням забруднення атмосферного повітря дорожніми транспортними засобами.

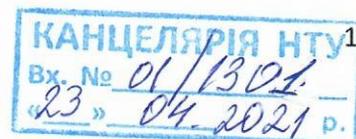
2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційне дослідження виконувалось відповідно до планів 20 науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт ДП «ДержавтотрансНДІпроект», науковим керівником та відповідальним виконавцем яких був безпосередньо автор. Роботи виконувалися за замовленнями центральних органів виконавчої влади, яким передавалися отримані результати.

3. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій.

До основних наукових положень, що представлені у дисертаційній роботі відносяться:

1. «Вперше створена концепція, система, що її реалізує, та математичний апарат, що забезпечують системне управління ефективністю використання енергії та забрудненням атмосферного повітря ДТЗ, що дозволяє визначити



оптимальні напрями і межі доцільного системного управління ефективністю використання енергії та забрудненням атмосферного повітря ДТЗ в Україні, отримати науково обґрунтовані прогнози зміни структури парку ДТЗ, споживання різних видів енергії та викидів CO₂ дорожнім транспортом в Україні на період до 2050 р., визначити рівні доцільних та оптимальних екологічних вимог і вимог до енергоефективності конструкції ДТЗ, та часових рамок їх впровадження в Україні, оцінити вплив заходів із стимулювання та різних сценаріїв збільшення частки електромобілів у парку ДТЗ країни на сукупні зведені викиди токсичних речовин у повітря, споживання первинної енергії, викиди парникових газів на період до 2050 р., визначити доцільні диференційовані рівні вимог, терміни впровадження та наступної дії зон низької емісії (екологічних зон) в містах на оглядову перспективу.»

Доведення цього наукового положення викладено у дисертації на стор. 120-168 другого розділу, у якому відображено створення та вирішення математичних моделей, а також на стор. 169-237 третього розділу, де наведено науково обґрунтовані прогнози зміни структури парку ДТЗ, споживання різних видів енергії та викидів CO₂ дорожнім транспортом в Україні на період до 2050 р. В авторефераті це представлено відповідно на стор. 6-12 та на стор. 13-14.

2. «Вперше в Україні створений комплекс технологій, обладнання і запатентованих методів експериментальних та розрахункових досліджень ефективності використання енергії та питомих викидів ЗР ДТЗ, що надав можливості з проведення випробувань ДТЗ та їх двигунів відповідно до вимог міжнародних технічних регламентів у цій сфері, та принципово нові можливості з проведення наукових досліджень в різних сферах.»

Дане наукове положення відображено у четвертому розділу дисертації на стор. 239-312 (в авторефераті це стор. 15-20), де розроблено повно-потоківу систему відбору проб постійного об'єму (систему CVS) моделі EMMS-CVS-010 для визначення масових викидів ЗР двигунами автомобілів. Розроблено систему аналізу емісії частинок моделі MT-010, що має оригінальну запатентовану конструкцію. Розроблено новий метод (отримано патенти України) визначення рахункової концентрації та дисперсного складу частинок у складі відпрацьованих газів двигунів і продуктів зношування. Розроблено технологію (метод) для визначення масових викидів ЗР безпосередньо на борту транспортного засобу в умовах реальної експлуатації (отримано патенти). Розроблене програмне забезпечення «Data-Model Processing System» для автоматизованої обробки експериментальних даних та їх опису із використанням сплайн-функцій, зокрема, витрати енергії в їздових циклах. Розроблений програмно-апаратний комплекс «Vehicle Performance Analysis System», що є єдиною платформою для проведення випробувань транспортних засобів і двигунів, та поєднує в єдиній системі експериментальні та віртуальні (математичне моделювання) методи досліджень.

3. «Вперше розроблені основи системи регулювання істотних екологічних властивостей ДТЗ, які включають: пропозиції щодо формування

державної стратегії підвищення ефективності використання енергії дорожнім транспортом та реалізації державної політики у сфері маркування та регулювання істотних екологічних властивостей колісних транспортних засобів; результати дослідження зведених викидів ЗР автомобілями різних екологічних класів «Євро», як основи маркування рівня екологічної небезпеки; запропоновану уніфіковану систему маркування рівнів екологічної небезпеки ДТЗ в частині інгредієнтного забруднення та, відповідно, рівнів диференційованих екологічних зон в містах; визначені обґрунтовані рівні з вимог до транспортних засобів в екологічних зонах, що є доцільним запроваджувати в Україні; отримані результати комплексного дослідження агрегованої токсичності ДТЗ, що включає 64 види ЗР, що запропоновано як основу для майбутнього регулювання у галузі захисту атмосферного повітря.»

Це наукове положення наведено у 5 розділі дисертації на стор. 313-381 (у авторефераті стор. 21-24) і формує державну стратегію підвищення ефективності використання енергії дорожніми транспортними засобами. Запропонована стратегія підкріплена результатами розрахунків 64 видів ЗР, які є найбільш токсичними, та встановлено коефіцієнти їх шкідливості відносно оксиду вуглецю СО (табл. 5.1), (рис. 5.5 – рис.5.10). Також у запропонованій системі враховується викиди електромобілів через продукти зношування і показано, що останні є менш шкідливими у 4 рази.

4. «Вперше, на основі проведених випробувань в європейському іздовому циклі NEDC великої репрезентативної вибірки автомобілів, розроблених і сертифікованих раніше відповідно до вимог північно-американських стандартів, що були в користуванні, та імпортовані в Україну з США, отримано характеристики розподілу цієї продукції щодо відповідності вимогам екологічних стандартів за окремими нормованими компонентами та залежно від загального пробігу; доведено неефективність задекларованої функції повідомлення OBD про перевищення встановлених нормативних значень питомих викидів, а також чинних стандартів технічного огляду в частині інструментального контролю екологічної небезпеки сучасних ДТЗ, що підтверджує необхідність розроблення нових підходів у цій сфері, до яких надано пропозиції.»

Для доведення даного наукового положення здобувачем було досліджено велику репрезентативну вибірку 1157 ДТЗ, розроблених відповідно до вимог північно-американських стандартів, що були в користуванні, та імпортовані в Україну з США. Встановлено, що основна частина викидів цих ДТЗ відбувається до моменту прогріву системи каталітичної нейтралізації і не відповідає вимогам екологічних норм протягом періоду експлуатації ДТЗ . У дисертації – це стор. 382, 383, у додатку до дисертації А.12 стор. 658-665, у авторефераті стор. 24-26 (рис.30 – рис. 34).

5. «Отримані результати дослідження впливу режимів руху і кліматичних умов експлуатації на споживання палива автомобілями, на основі яких істотно вдосконалено систему нормування та управління витратами енергії автомобілями в експлуатації, що успішно впроваджено у

третій, принципово новій редакції нормативного документу «Норми витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті».»

У підґрунтя даного наукового положення покладено значну кількість експериментальних досліджень з різними випадковими факторами впливу на паливну економічність ДТЗ – швидкість, манера керування, температура навколишньої середовища, час доби, тип маршруту тощо. За дисертацією це стор. 388-414, графіки та траєкторії руху на рис. 6.1 – рис. 6.22 (у авторефераті це стор. 27-28, рис. 35 – рис. 38). На підставі чого здобувачем у співавторстві було розроблено принципово нову редакцію галузевого нормативного документу «Норми витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті», затверджену Мінінфраструктури у 2012 р., що пройшла успішну апробацію. В авторській частині цього нормативного документу викладено численні запроваджені нововведення, що надали дійові інструменти для підвищення ефективності використання енергії та зменшення забруднення атмосферного повітря.

6. «Методологічні підходи та результати вирішення комплексу проблемних завдань, пов'язаних з необхідністю реконструкції даних щодо розгорнутої структури та активності парку ДТЗ в Україні, інвентаризацією споживання енергетичних ресурсів, викидів парникових газів і токсичних ЗР, та моніторингом стану забруднення атмосферного повітря.»

У даному науковому положенні отримало подальший розвиток відтворення відсутніх статистичних даних щодо кількості ДТЗ, детальної структури парку відповідно до вимог МГЕЗК і методики Європейського агентства навколишнього середовища, розрахунки викидів парникових газів та інших ЗР (більше 100 видів) з використанням програмного продукту COPERT на виконання завдання Кіотського протоколу. Встановлено, що за сценарієм впровадження екологічно сприятливого транспорту та перспективних транспортних систем в цілому є можливим в майбутньому кардинально зменшити концентрації ЗР в місцях масового зосередження людей у місті Києві: NO_x – до 20 разів; SO₂ – до 4,5 разів; CO – до 8 разів. За дисертацією це стор.416-438, у авторефераті це стор. 29-31

Зв'язок докторської дисертації з кандидатською. Наукові положення, результати та висновки, які захищені здобувачем у кандидатській дисертації за темою «Визначення умов і сфер раціонального заміщення бензину стисненим природним газом при експлуатації рухомого складу автомобільного транспорту», яка була захищена у 1998 р, не залучені до розгляду нових наукових положень, результатів та висновків та не стали предметом поданої до захисту докторської дисертації.

4. Достовірність і новизна висновків і рекомендацій

Математична модель, яка запропонована здобувачем у дисертації, складена у відповідності до теорії мультимножества. На відміну від існуючих детермінованих та статистичних моделей, які традиційно застосовуються при оцінці екологічних проблем в галузі автомобільного транспорту, запропонована модель дозволяє виконати розрахунки та зробити прогнози з

урахуваннях багатьох даних – структури автомобільного парку, паливної економічності транспортних засобів, складу забруднювальних речовин (ЗР), функції зміни з часом питомих викидів ЗР (деградація технічного стану та екологічних властивостей ДТЗ) і багато іншого. Модель вирішена числовими методами за 5 сценаріями. Все це дозволяє покращити точність розрахунків та прогнозів щодо забруднення атмосферного повітря ДТЗ і створює новий розрахунковий метод для вирішення прикладних завдань. На підставі розрахунків за допомогою нового методу та 5 сценаріїв розвитку екологічної небезпеки в Україні здобувач розробив концепцію системи управління підвищенням ефективності використання енергії та зменшенням забруднення атмосферного повітря дорожніми транспортними засобами.

Висновки дисертаційної наведено у розгорнутих висновках до кожного розділу, а також у 9 загальних висновках дисертаційної роботи. Представлені у роботі висновки відповідають поставленим задачам дисертаційного дослідження, є достовірними і аргументованими. Достовірність висновків і рекомендацій підтверджується використанням апробованих методів наукових досліджень та порівнянням теоретичних та експериментальних результатів досліджень. Встановлені у роботі похибки за основними моделями та розрахунками не перевищують 5%.

5 Теоретичне та практичне значення дисертації

В дисертаційній роботі здобувачем отримані принципово нові можливості і результати з системного управління ефективністю використання енергії та забрудненням атмосферного повітря ДТЗ, які впроваджені, зокрема, у чинних нормативно-правових документах, на міжнародному рівні, а також прийняті до використання та подальшого практичного впровадження центральними органами виконавчої влади України.

Розроблено оригінальні пропозиції щодо концепції реалізації державної політики у сфері маркування та регулювання істотних екологічних властивостей колісних транспортних засобів, прийняті до практичного впровадження Міністерством інфраструктури України (із розробленням проектів нормативно-правових актів, що мають на меті їх практичну реалізацію).

Істотно вдосконалено систему нормування та управління витратами енергії автомобілями в експлуатації, що успішно впроваджено у третій, принципово новій редакції нормативного документу «Норми витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті». Широкомасштабне застосування цього нормативного документу підприємствами в країні надало дійові інструменти для підвищення ефективності використання енергії та, опосередковано, забруднення атмосферного повітря ДТЗ.

Вирішено комплекс пріоритетних, продиктованих міжнародними вимогами, проблемних завдань, пов'язаних з необхідністю реконструкції даних щодо розгорнутої структури та активності парку ДТЗ в Україні, викидів парникових газів і токсичних ЗР.

Результати дисертаційної роботи отримали широке впровадження в державних структурах України та на міжнародному рівні:

- у нормативному документі «Норми витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті»;

- у нормативному документі «Порядок затвердження конструкції транспортних засобів, їх частин та обладнання»;

- Рекомендаціях (висновках) технічної служби, ухвалених Комісією Міністерства інфраструктури України з питань забезпечення виконання Женевської Угоди 1958 року (протоколи від 09.02.2018 № 24 та від 19.12.2018 № 33);

- у Національному кадастрі антропогенних викидів із джерел та абсорбції поглиначами парникових газів 2012 року подання, що охоплює період 1990 – 2010 рр.;

- у Національному кадастрі антропогенних викидів із джерел та абсорбції поглиначами парникових газів 2018 року подання, що охоплює період 1990 – 2016 рр., та національних кадастрів 2019 і 2020 років подання;

- За проханням Міндовкілля та Інституту економіки та прогнозування НАН України, отримані у розділі 3 результати моделювання також було їм передано у січні 2021 р. з метою обґрунтування коригування цільових завдань другого національно визначеного внеску України за Паризькою угодою (тобто міжнародних зобов'язань України), в частині, що стосується дорожнього транспорту;

- У Державному агентстві з енергоефективності та енергозбереження України результати дисертаційного дослідження впроваджено у співробітництві з Міжнародним енергетичним агентством;

- У Державній службі статистики України для покращення якості представлення динамічного ряду даних споживання моторних палив транспортом;

- У автомобілебудівної промисловості впроваджено розроблені в ДП «ДержавтотрансНДІпроект» під науковим керівництвом здобувача інноваційні технології та високотехнологічне обладнання випробувального комплексу для проведення різноманітних досліджень та дослідно-конструкторських робіт, а також робіт з оцінки відповідності продукції сучасним вимогам міжнародних технічних регламентів, а саме: Асоціацією автовиробників України (Асоціацією «Укравтопром»); Технічним центром ПрАТ «ЗАЗ»; ПрАТ «АвтоКрАЗ»; ТОВ «Чернігівський автозавод»; АТ «Черкаський автобус»; ТОВ «НВП Джионікс» (розробник та виробник електронних систем керування двигунами транспортних засобів).

В цілому, представлені результати теоретичних, практичних та експериментальних досліджень, створені у роботі технології, методи, обладнання, та пропозиції щодо державного регулювання у визначеній сфері, а також впроваджені нормативно-правові акти, реалізують системне управління підвищенням ефективності використання енергії та зменшенням забруднення атмосферного повітря дорожніми транспортними засобами.

6. Повнота відображення результатів дисертації в опублікованих працях

Основні результати дисертаційної роботи опубліковано в 43 наукових працях у фахових виданнях, у тому числі: 1 стаття у іноземному науковому фаховому виданні, індексованому у Web of Science; 3 статті у науковому фаховому виданні, індексованому у Scopus; 5 статей в іноземних наукових фахових виданнях; 34 статті у вітчизняних наукових фахових виданнях; видано 2 монографії у співавторстві. Також опубліковано 10 наукових праць, які додатково відображають наукові результати дисертації, отримано 4 патенти на винаходи і 9 патентів на корисні моделі.

Публікації здобувача відповідають вимогам Міністерства освіти і науки України, а їх кількість достатня для захисту докторської дисертації. Основні результати дисертації в повній мірі відображені в публікаціях. Кожному розділу дисертації відповідає 5-10 публікацій здобувача.

7. Апробація матеріалів дисертації

Основні положення та результати теоретичних і експериментальних досліджень дисертаційної роботи доповідалися, обговорювалися та отримали позитивні відгуки на 29 міжнародних та всеукраїнських науково-практичних та науково-технічних конференціях, а також 5 міжнародних семінарах за участю представників центральних органів виконавчої влади, науковців та фахівців з країн-членів ЄС.

8. Зауваження та рекомендації по дисертаційній роботі

Зауваження та рекомендації щодо формулювання новизни:

- у новизні за номером 6 не зрозуміла сама ступінь новизни – чи то вперше отримано або удосконалено, або отримало подальший розвиток.

Зауваження та рекомендації щодо оформлення дисертації:

- бажано уникати дуже довгих назв розділів і підрозділів з великою кількістю слів, як, наприклад, підрозділ 1.10 та деякі інші мають близько 20 слів у назві;

- у переліку умовних позначень та скорочень відсутнє скорочення ЗР – забруднювальні речовини;

- На стор. 71 після заголовку підрозділу відсутній пробіл;

- Назва розділів 5, 6, 7 наведена малими буквами. Потрібно як у попередніх розділах великими буквами;

Зауваження та рекомендації щодо висновків:

- Висновок 21 за розділом 3 сформульований як завдання до 4, 5, 6 та 7 розділів даної роботи.

- Висновки 1, 2, 3 за дисертацією подані в дуже розгорненому виді. Достатньо було б привести основні якісні та кількісні результати.

Зауваження та рекомендації щодо оформлення таблиць:

- Не позначена розмірність величин у таблиці 3.1 та 3.2

- На стор. 339-343 продовження таблиці повинне мати відповідне позначення – продовження табл. 5.1

Зауваження та рекомендації щодо рисунків:

- Рис. 1.7 підписаний, як кількість автотранспорту на період 1900-2028 р, але сам графік показує тільки до 2016 року, а шкала абсцис закінчується на 1930 році;

- Зображення рисунків 1,6-1,8 не зовсім чітко та читаємо;

- На рис. 3.16, рис. 3.18 показана 60% межа викидів CO₂ від рівня 1990 р. Бажано було б пояснити про умови визначення та впливу цієї межі;

Зауваження та рекомендації щодо формул дисертації:

- На стор. 285 та 337 нумерація формул виконана не за єдиною системою;

Зауваження та рекомендації щодо оформлення додатків:

- Деякі важливі результати роботи розміщені у додатку на стор. 588,589 – це табл. А.6.1 – табл. А.6.3 та розрахункова формула, які дозволяють оцінити точність запропонованого методу і технологій. Такий матеріал краще розміщувати у відповідному розділі основної частини дисертації;

- Основні розрахункові формули у додатках бажано нумерувати, наприклад, на стор. 678, 682, 683 тощо та давати до них посилання;

- На стор. 685 рис. А14.1 – А14.14 незрозуміло ким саме було отримано залежності.

Зауваження та рекомендації щодо автореферату:

- Не всі змінні розшифровані до виразу (2),

- На рис. 1 автореферату відсутні пояснення щодо позначень C'', S'';

- В списку опублікованих праць за темою дисертації у працях 1, 36, 40 відсутня кількість сторінок.

9. Висновок про відповідність дисертації вимогам МОН України

Дисертаційна робота Клименка Олексія Андрійовича є закінченою науково-дослідною роботою, у якій обґрунтовані нові результати, які у своїй сукупності вирішують актуальну наукову проблему підвищення ефективності використання енергії та зменшення забруднення атмосферного повітря дорожніми транспортними засобами.

Дисертація виконана відповідно до паспорту наукової спеціальності 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту.

Дисертаційна робота відповідає вимогам п.п. 9, 10, 12, 13, 14 «Порядку присудження наукових ступенів», що затверджений постановою Кабінету Міністрів України №567 від 24 липня 2013 р., які пред'являються до докторських дисертацій, а її автор Клименко Олексій Андрійович заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту.

Офіційний опонент:

Декан автомобільного факультету

Харківського національного

автомобільно-дорожнього університету

доктор технічних наук, доцент каф. автомобілів



О. В. Сараєв

