

ВИСНОВОК

про наукову повнизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації

на тему:

**«Енергоефективне вентилявання повітря з комбінованим очищенням від
фізичних, хімічних та біологічних забруднювачів»**

здобувача ступеня доктора філософії

Макаренко Любові Ігорівни

з галузі знань 19 – Архітектура та будівництво

за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія

1. Актуальність теми дисертаційного дослідження Макаренко Любові Ігорівни пов'язана з дослідженням забезпечення якості повітря в місцях постійного перебування людей в умовах густонаселених міст при постійному навантаженні різних видів забруднення в повітряному середовищі, принципів видалення цих забруднювачів, зменшення терміну перебування людини під їх впливом шляхом підвищення якості повітря методом механічної фільтрації повітря. Автором було сконструйовану систему очищення повітря з вмонтованим в її очищувальну частину теплообмінником, що забезпечує нагрів свіжого повітря для дихання без використання енергії окрім тепла повітря, що очищається. Автор поставила перед собою завдання розробити методичні та практичні рекомендації щодо вирішення низки проблем, пов'язаних зі створенням безпечних екологічних зон з якісним повітряним простором.

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

Робота виконана відповідно до плану ДКТН України, розділ 04.12 "Економічні та технологічні засади енерго- та ресурсозбереження, а також постанов: «Комплексна державна програма енергозбереження в Україні» (постанова КМ України від 05.02.1997 р. №148); «Енергетична стратегія України до 2050 р.» (постанова КМ України від 21.04.2023 р. №373-р); Закону

України «Про систему громадського здоров'я від 18.12.2024 № 2573-IX, стаття 31. Медико-санітарні вимоги щодо безпечності для здоров'я і життя людини житлових приміщень; Закон України Про енергетичну ефективність від 01.01.2025 № 1818-IX, стаття 3 пункт 2, 8 та розпорядження Кабінету Міністрів України: «Про затвердження Національного плану заходів щодо неінфекційних захворювань для досягнення глобальних цілей сталого розвитку» пункт 22 підпункт 2: - проведення моніторингу ефективності заходів із зменшення шкідливого впливу наслідків небезпечних атмосферних полутантів, затвердженого розпорядженням Кабінету Міністрів України від 26 липня 2018 р. № 530.

Тема дисертації відповідає направленості тематики науково-дослідної роботи кафедри теплотехніки Київського національного університету будівництва і архітектури.

Дисертація відповідає паспорту спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія

3. Наукова новизна одержаних результатів.

У дисертації одержані наступні наукові результати.

вперше:

- розроблена фізико-математична модель процесу тепловіддачі конвекцією від потоку теплого відпрацьованого повітря до зовнішньої поверхні пучка циліндричних трубок, в середині яких рухається холодне свіже повітря для підвищення енергетичної ефективності фільтра-теплообмінника;
- методом повного факторного експерименту отримано рівняння для визначення часу очищення повітря із зниженням концентрації забруднювачів з 200 до 20 мкг/м³ (початкове значення рівня забруднення РМ_{2,5}), зміни витрат повітря з 300 до 800 м³/год та зміни відносної вологості повітря від 35 до 55%;
- в результаті експериментальних досліджень отримано залежність у критеріальному вигляді $Nu=0,3284 \cdot Re^{0,629}$, що описує задачу тепловіддачі конвекцією від переважаючого об'єму теплого відпрацьованого повітря, при його поперечному русі, до зовнішньої поверхні коридорного пучка труб, в

середині яких рухається холодне свіже повітря (визначальна температура-середня температура теплого відпрацьованого повітря по усьому об'єму камери теплообмінника, яка змінюється в діапазоні 18-22 °С, визначальний геометричний розмір - довжина трубочки, при співвідношенні об'єму пучка трубочок до об'єму теплообмінної секції 0,001;

- встановлено аеродинамічний опір 10-25 Па запропонованої конструкції фільтра- теплообмінника в залежності від зміни витрат повітря від 300 до 800 м³/год;

удосконалено :

- методику інженерного розрахунку теплообмінника “повітря-повітря” вбудованого в повітроочисник з використанням низькопотенційної теплоти відпрацьованого забрудненого повітря для підігріву свіжого холодного повітря, яке рухається всередині трубок у коридорному їх розташуванні при перехресному русі теплоносіїв (кут атаки 90°);

- удосконалено та набули подальшого розвитку рекомендації для ДБН В.2.2-10:2022 “Заклади охорони здоров'я” щодо кратності повітрообміну отримання повітря необхідної якості при різних рівнях його початкового забруднення для побутових приміщень площею до 150 м²;

набули подальшого розвитку

- науково обгрунтоване застосування фільтра-теплообмінника в умовах контрольованого процесу тепломасообміну як енергоефективної системи очищення повітря від фізичних, хімічних та біологічних забруднювачів з одночасним нагрівом об'єму повітря для дихання;

- конструкція теплообмінника для підігріву зовнішнього (свіжого) повітря за рахунок теплового потенціалу внутрішнього (рециркуляційного) повітря.

4. Теоретичне та практичне значення результатів дисертації.

Дисертація містить наукові положення, нові науково обгрунтовані теоретичні результати проведених досліджень, які мають істотне значення для галузі знань 19 – Архітектура та будівництво.

Практична цінність роботи полягає в розробці інженерного розрахунку для побудови приладів типу «фільтр-теплообмінник».

В роботі одержані практично важливі результати:

- теоретично доведено та експериментально підтверджено енергоефективність теплообмінної частини очисника повітря для нагріву зовнішнього повітря;
- теоретично отримані та експериментально підтверджено рівняння прогнозування процесу очищення при різних рівнях забруднення ;
- визначено експериментально дійсний коефіцієнт тепловіддачі для теплообмінника «фільтр - теплообмінника», отримані нові дані, які характеризують закономірності теплообміну до зовнішньої поверхні коридорного пучка труб в середині яких рухається холодне свіже повітря при швидкості повітряного потоку перед коридорним пучком що змінювалась в діапазоні 1...3,5 м/с, в діапазоні числа Рейнольдса $700 < Re < 3500$ і $Pr = 0,73$;
- експериментально отримано критеріальну залежність для процесу тепловіддачі конвекцією від потоку повітря до труб, що ним омивається;
- методика експериментального дослідження повітрообміну при різних рівнях забруднення може бути використана для визначення необхідних кратностей повітрообмінів для приміщень різного призначення;
- методика експериментального дослідження тепловіддачі в теплообміннику «повітря-повітря» може бути використана для визначення шляхів інтенсифікації процесу теплообміну, зменшення габаритів очисника та збільшення ефективності очищення;
- за результатами порівняння техніко-економічних показників повітроочисника з інженерними системами , що виконують такі ж функції, очевидно її меншу вартість і нульве споживання енергії на нагрів зовнішнього повітря;
- побудована експериментальна модель приладу «фільтр-теплообмінник», що може забезпечити очищення повітря в кімнаті площею

до 150m^2 з ефективністю очищення від $\text{PM}_{2.5}$ мінімум 95% з одночасним процесом передачі теплового потоку від гарячого теплоносія до холодного;

- удосконалено та набули подальшого розвитку рекомендації ДБН В.2.2-10:2022 «Заклади охорони здоров'я» щодо кратності повітрообміну для отримання необхідної якості повітря при різних рівнях початкового забруднення повітря для побутових приміщень площею до 150m^2 ;
- визначено кількості холодного теплоносія, як повітря для розбавлення надходжень CO_2 для забезпечення умови нагріву цієї кількості повітря гарячим теплоносієм без надходження додаткових енергоресурсів;
- виявлено вплив вологості в приміщенні на процес очищення в «фільтр-теплообміннику»;
- визначена частка природного осадження в CADR «фільтр-теплообмінника».

5. Використання результатів роботи.

Експериментальна установка встановлена в виробничому приміщенні ТОВ «Аксон» в приміщенні для виробництва виробів подвійного призначення (друк пайка та збірка пластикових деталей до літальних приладів).

6. Особиста участь автора в одержанні наукових та практичних результатів, що викладені в дисертаційній роботі є самостійною науковою працею, у якій висвітлено власні ідеї та розробки авторки, що дали змогу вирішити поставлені завдання. Робота містить теоретичні та практичні положення та висновки, сукупність яких кваліфікується як вагомий внесок у вирішення проблеми якості повітря в місцях перебування людей.

Особистий внесок здобувача полягає у формулюванні теми, мети та вирішенні основних теоретичних та експериментальних завдань, які поставлені в роботі. За безпосередньої участі автора виконано теоретичні та експериментальні дослідження, розвинуто наукові основи застосування інноваційних технологій в комплексному підході до очищення повітря. Автором розраховано параметри фільтр-теплообмінника, та його конструктивні елементи; побудовано експериментальну установку та розроблено методику проведення

експериментальних досліджень теплообмінних процесів, а також проведення всіх описаних експериментів в роботі. Авторів належать основні ідеї опублікованих праць, а також аналіз та узагальнення результатів роботи.

Дисертаційні дослідження, наукові результати автором отримані самостійно. Основні положення та результати дисертаційної роботи одержані автором особисто, що засвідчується 3-ма одноосібними публікаціями у наукових фахових виданнях та відображені в 12-ти одноосібних тез наукових доповідей в збірниках матеріалів міжнародних конференцій. В 3-х одноосібних публікаціях у наукових фахових виданнях, здобувачем описується спосіб прогнозування очищення повітря шляхом регресійного аналізу [1] та визначення теплообмінних процесів характерних для даного теплообмінника [4]-[6]. В 4-х публікаціях у наукових фахових виданнях у співавторстві, здобувачем описаний процес визначення необхідного повітрообміну при використанні механічної фільтрації [1]; описуються способи отримання якості повітря [2],[3]; та описується спосіб прогнозування очищення повітря при використанні механічної фільтрації та зміні кратності повітрообміну [7]. В 14-ти тезах наукових доповідей в збірниках матеріалів міжнародних конференцій у співавторстві та одноосібно, здобувачем описаний процес визначення необхідного повітрообміну для безпечного перебування людини [8], [16], [17], [20]; дотримання вимог якості повітря [10],[11],[18], [19]; засоби моніторингу якості повітря [12], [21]; впливу відносної вологості на процес очищення [13],[14],[7]; впливу природного осадження на процес очищення [15]. При цитуванні інших авторів здійснено посилання на відповідні джерела.

Дисертаційна робота виконана на кафедрі теплотехніки Київського Національного університету будівництва і архітектури, науковий керівник – доктор технічних наук, професор, декан факультету інженерних систем та екології КНУБА Приймак О.В.

Розглянувши звіт подібності щодо перевірки на плагіат, зроблено висновок, що дисертаційна робота Макаренко Л.І є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів плагіату та запозичень.

Максимальний відсоток співпадіння, виявлений у системі перевірки: Strike Plagiarism – дев'ятнадцять цілих п'ятдесят вісім десятих відсотки (19,58%). Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають посилання на відповідне джерело. Дисертація характеризується єдністю змісту та відповідає вимогам щодо її оформлення.

7. Перелік публікацій за темою дисертації із зазначенням особистого внеску здобувача.

За результатами досліджень опубліковано 21 наукових праць, у тому числі: 4 статі у наукових фахових виданнях України категорії «Б»; 3 – у періодичних наукових фахових виданнях інших держав, які входять до ЄС; 14 тез наукових доповідей в збірниках матеріалів міжнародних конференцій.

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Макаренко, Л. І. ., & Приймак, О. В. . (2023). Забезпечення рекомендованої ВООЗ якості повітря в офісних приміщеннях з існуючою системою вентиляції . Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання, 44, 17–22. <https://doi.org/10.32347/2409-2606.2023.44.17-22>
2. Макаренко, Л., & Приймак, О. (2024). Кратність повітрообміну як засіб забезпечення вимог до чистоти повітря на основі вискоєфективних фільтрів. Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання, 46, 18–27. <https://doi.org/10.32347/2409-2606.2023.46.18-27>
3. Макаренко, Л., & Приймак, О. (2024). Ефективність рециркуляційного повітроочишувача в реальних умовах при варіації продуктивності та вмісту РМ2.5. Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання, 48, 21–31. <https://doi.org/10.32347/2409-2606.2024.48.21-31>
4. Макаренко, Л. (2025). Ефективне вентильовання приміщень з комбінованим очищенням від забруднювачів. Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання, 51, 74–89. [https://doi.org/10.32347/2409-2606.2024.51.74-](https://doi.org/10.32347/2409-2606.2024.51.74-89)

Наукові публікації у періодичних виданнях інших держав, які входять до Організації економічного співробітництва та розвитку та/або Європейського Союзу, та у виданнях, включених до міжнародних наукометричних баз.

5. Макаренко, Л. (2024). Модель повітроочисника з фільтрувальними вставками HEPA 11 та теплообмінником нагріву зовнішнього повітря в рециркуляційній секції. *International Science Journal of Engineering & Agriculture*, 3(2), 67–77. <https://doi.org/10.46299/j.isjea.20240302.05> (*Index Copernicus; Crossref*)
6. Makarenko, L. (2024). Experimental determination of the heat transfer coefficient by a simplified method for the stationary heat exchange mode in the air cleaner. *International Science Journal of Engineering & Agriculture*, 3(5), 18–29. <https://doi.org/10.46299/j.isjea.20240305.03> (*Index Copernicus; Crossref*)
7. Oleksandr Pryimak, Liubov Makarenko (2024). Reducing the cleaning time of PM2.5 pollution to WHO-recommended air quality levels with a recirculation filter unit. *Construction of optimized energy potential* . Vol. 13, 2024, 143-151. <https://doi.org/10.17512/bozpe.2024.13.14> (*Index Copernicus*)

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

Особистий внесок здобувача: ідея та текстова частина про забезпечення кратності повітрообміну як складової забезпечення якості повітря

8. Тези доповідей IV Міжнародної науково-практичної онлайн-конференції, м. Київ, 10 лютого IV Міжнародної науково-практичної онлайн-конференції, м. Київ, 10 лютого 2022 року/ редкол. О.С.Волошкіна та ін. – К.: ІТТА, 2022. – 180с.

Теза Макаренко Л.І. Якість повітря в сучасних містах і створення безпечного повітряного середовища в житлових та офісних приміщеннях за допомогою очищувачів повітря. - 36-38 с.

9. Матеріали конференції «Енергоощадні машини і технології», Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції, 17-19 травня 2022 р. – К.:

КНУБА, 2022. – 209 с. Рекомендовано до друку Вченою радою Київського національного університету будівництва і архітектури (протокол №51 від 27.06.2022 р.)

Теза Любов Макаренко, Олександр Приймак. Повітрообмін для безпечного повітряного середовища в житлових приміщеннях за допомогою енергоефективних очищувачів повітря. – 122- 126 с. Сертифікат ID:2022-128.

10. Тези доповідей III Міжнародної науково-практичної конференції «ERE-2022» м. Київ, 23-25 листопад 2022 року. – К.: ІТТА, 2022. – 87 с.

Теза Макаренко Л.І. Кратність повітрообміну як засіб забезпечення вимог до чистоти повітря на основі вискоєфективних фільтрів .54-55 .

https://www.researchgate.net/publication/372779809_ERE-

[2022_Roboca_programa_ta_tezi_dopovidej_III-i_miznarodnoi_naukovo-prakticnoi_konferencii_Ekologia_Resursi_Energia_Bagatofunkcionalni_eko_-ta_energoefektivni_reursozberigauci_tehnologii_v_arhitektur](https://www.researchgate.net/publication/372779809_ERE-2022_Roboca_programa_ta_tezi_dopovidej_III-i_miznarodnoi_naukovo-prakticnoi_konferencii_Ekologia_Resursi_Energia_Bagatofunkcionalni_eko_-ta_energoefektivni_reursozberigauci_tehnologii_v_arhitektur)

<https://www.knuba.edu.ua/faculties/fise/ere-2/>

11. Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції «Green Construction» («Зелене будівництво»). Київ: Київський національний університет будівництва і архітектури. 2023, 607 с..

Теза за доповіддю. Макаренко Л.І., Приймак О.В. Забезпечення рекомендованої ВООЗ якості повітря в офісних приміщеннях з існуючою системою вентиляції - 149-155 с. https://www.knuba.edu.ua/wp-content/uploads/2023/04/materialy-konferencziyi_zelene-budivnycztvo_2023.p

12. Матеріали конференції «Енергоощадні машини і технології», Матеріали IV Міжнародної науково- практичної конференції, 23-25 травня 2023 р. – К.: КНУБА, 2023. – 180 с. Рекомендовано до друку Вченою радою Київського національного університету будівництва і архітектури (протокол №9 від 26.06.2023 р.)

Теза Любов Макаренко. Моніторинг мікроклімату приміщень при використанні переносного пристрою фіксації фізичних величин та реєстрації вимірів. – 115-119 с. http://esmt.knuba.edu.ua/?page_id=82

13. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених «BUILD MASTER CLASS 2023. Київ: Київський національний університет будівництва і архітектури. 2023, 514с .

Теза за доповіддю . Порівняння тривалості очищення повітря при зміні відносної вологості використовуючи рециркуляційної установки з комбінованими фільтрами – 225 - 226с. Сертифікат BMC №2023-4-1 <https://drive.google.com/file/d/18Hg2JA7eP4qkqhJbW4szjTBIwela-9bW/view>.

14. Матеріали конференції International scientific and practical conference «Modern Trends in the Development of Scientific Space» (February 14-16, 2024) .Dresden. Germany. International Scientific Unity. 2024. 286 p.

Теза Любов Макаренко. Кратність повітрообміну та відносна вологість як фактор впливу на тривалість очищення часток PM2.5 до рекомендованих ВООЗ рівнів. – 277-281с.

[https://isu-conference.com/wp-](https://isu-conference.com/wp-content/uploads/2024/02/Modern%20trends%20in%20the%20development%20of%20scientific%20space%20Feb%2014%2016%202024.pdf)

[content/uploads/2024/02/Modern trends in the development of scientific space Feb 14 16 2024.pdf](https://isu-conference.com/wp-content/uploads/2024/02/Modern trends in the development of scientific space Feb 14 16 2024.pdf)

Особистий внесок здобувача: експериментальна частина та текстова частина про способи отримання якості повітря.

15. Матеріали конференції The 10th International scientific and practical conference “Problems and prospects of modern science and education” (March 12 – 15, 2024) Stockholm, Sweden. International Science Group. 2024. 381 p. ISBN 979-8-89292-740-6 . DOI 10.46299/ISG.2024.1.10.

Теза Любов Макаренко. Природне осадження як складова механічної фільтрації PM2.5 в реальних умовах. – 363-365с. <https://isg-konf.com/wp-content/uploads/2024/03/PROBLEMS-AND-PROSPECTS-OF-MODERN-SCIENCE-AND-EDUCATION.pdf>

16. Матеріали Collection of Scientific Papers with the Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference «Scientific Exploration: Bridging Theory and Practice» (December 9-11, 2024. Berlin, Germany). European Open Science Space, 2024. 265 p.

Теза за доповіддю. Забезпечення безпечного повітряного простору перебування людини: повітроочишувачі . 257-259с. <https://www.eoss-conf.com/arkhiv/scientific-exploration-bridging-theory-and-practice-9-12-24/>

17. Матеріали XVI International scientific and practical conference “New ways of improving outdated methods and technologies” (December 17 – 20, 2024) Copenhagen, Denmark. International Science Group. 2024. 385 p. ISBN – 979-8-89619-785-0. DOI – 10.46299/ISG.2024.2.16.

Теза за доповіддю . Повітряні потоки як складова забезпечення якості повітря.344-346с.

<https://isg-konf.com/uk/new-ways-of-improving-outdated-methods-and-technologies/>
. Сертифікат.

18. Матеріали конференції Collection of Scientific Papers with the Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference «New Horizons in Scientific Research: Challenges and Solutions» (December 16-18, 2024. Marseille, France). European Open Science Space, 2024. 231 p.

Теза Любов Макаренко. Повітроочишувачі : необхідність сучасного життя.– 216-218с. <https://www.eoss-conf.com/arkhiv/new-horizons-in-scientific-research-challenges-and-solutions-16-12-24/>

19. Матеріали конференції Collection of Scientific Papers with the Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference «Innovative Solutions in Science: Balancing Theory and Practice» (December 23-25, 2024. San Francisco, USA). European Open Science Space, 2024. 297 p.

Теза Любов Макаренко. Як створити острів чистого повітря в забрудненому світі. – 291-293с. https://www.eoss-conf.com/wp-content/uploads/2024/12/San_Francisco_USA_23.12.2024.pdf

20. Матеріали конференції LI International scientific and practical conference «Evolution and Improvement of Traditional Approaches to Scientific Research» (December 11-13, 2024) Ljubljana, Slovenia. International Scientific Unity, 2024. 269 p. ISBN 978-617-8427-41-2. DOI 10.70286/ISU-11.12.2024.

Теза Любов Макаренко. Загальна картина впливу забруднення повітря та системи очищення. – 263-266с. https://isu-conference.com/wp-content/uploads/2024/12/Evolution_and_improvement_of_traditional_approaches_to_scientific_research_December_11-13_2024_Ljubljana_Slovenia.pdf

21. Матеріали конференції LII International scientific and practical conference «Scientific Research in the Age of Virtual Reality: Exploring New Frontiers» (December 18-20, 2024) Montreal, Canada. International Scientific Unity, 2024. 305 p. ISBN 978-617-8427-42-9. DOI 10.70286/ISU-18.12.2024

Теза Любов Макаренко. Розумне керування системами очищення повітря. – 281-283с. https://isu-conference.com/wp-content/uploads/2024/12/Scientific_research_in_the_age_of_virtual_reality_exploring_new_frontiers_December_18-20_2024_Montreal_Canada.pdf

ВВАЖАТИ, що дисертаційна робота Макаренко Л.І «Енергоефективне вентилявання повітря з комбінованим очищенням від фізичних, хімічних та біологічних забруднювачів», яка подана на здобуття ступеня доктора філософії, за своїм науковим рівнем та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам пп. 5, 6, 7, 8, 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженому постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, та відповідає напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми КНУБА зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія.

РЕКОМЕНДУВАТИ:

1. Дисертаційну роботу «Енергоефективне вентилявання повітря з комбінованим очищенням від фізичних, хімічних та біологічних забруднювачів», подану Макаренко Любов'ю Ігорівною на здобуття ступеня доктора філософії зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія.

2. Головою спеціалізованої вченої ради призначити:

- доктора технічних наук, професора Ткаченко Тетяну Миколаївну, професорку кафедри технологій захисту навколишнього середовища та охорони праці Київського національного університету будівництва і архітектури.

Рецензентами призначити:

- доктора технічних наук, професора Скочко Володимира Ігоровича, професора кафедри архітектурних конструкцій Київського національного університету будівництва і архітектури;

- кандидата технічних наук, доцента Коновалюк Вікторію Анатоліївну, доцента кафедри теплогазопостачання і вентиляції Київського національного університету будівництва і архітектури.

Опонентами призначити:

- доктора технічних наук, Давиденко Бориса Вікторовича, старшого наукового співробітника відділу теплофізичних основ енергоощадних технологій Інституту технічної теплофізики НАН України;

- кандидата технічних наук, доцентку Суходуб Ірину Олегівну, доцентку кафедри теплотехніки та енергозбереження НТУ України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

Рішення прийнято одноголосно (за –18, проти – немає, утримались – немає).

Головуюча розширеного засідання кафедри
доктор технічних наук, професор, декан
факультету інженерних систем та екології
КНУБА

О.В. Приймак

Секретар розширеного засідання кафедри
Кандидат технічних наук,
доцент кафедри теплотехніки
КНУБА

К.О. Габа