

ВІДГУК

офіційного опонента кандидата технічних наук
доцента Круглякової Ольги Володимирівни
на дисертаційну роботу

Мазура Андрія Олександровича

**«ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ З РАЦІОНАЛЬНОЇ
МОДЕРНІЗАЦІЇ ТЕПЛОВИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ ІЗ
ЗАСТОСУВАННЯМ ЕКОЛОГО-ТЕРМОЕКОНОМІЧНОГО АНАЛІЗУ»,**
представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю **144 – Теплоенергетика**

Актуальність теми дисертаційної роботи.

Проблема модернізації теплової генерації має для України особливе значення. Ще на початок 2022 року значна частина енергетичного обладнання ТЕС і ТЕЦ характеризувалася тривалими строками експлуатації та значним напруцюванням, що обумовлювало необхідність його оновлення або реконструкції. У дисертаційній роботі, зокрема, наведено дані про те, що понад 85 % енергоблоків ТЕС перевищили 200 тис. годин напруцювання. Водночас у сучасних умовах до проблеми накопиченого зносу додалися масштабні пошкодження об'єктів генерації. Це істотно підвищує вимоги до обґрунтованості технічних рішень щодо відновлення та подальшого використання існуючих енергетичних потужностей.

Повна заміна енергетичного обладнання потребує значних капітальних вкладень і не завжди є технічно та економічно виправданою. Тому важливим напрямом залишається пошук варіантів модернізації, які б забезпечили підвищення ефективності енергетичних установок за максимально можливого використання придатного до подальшої експлуатації обладнання, станційних споруд та інженерної інфраструктури. За таких умов обґрунтування варіанта реконструкції не може зводитися лише до зіставлення ККД або необхідних капітальних витрат, адже потрібне одночасне врахування термодинамічної ефективності, економічних витрат, екологічних наслідків та складності реалізації відповідних схемних рішень.

Саме в цьому напрямі виконано дисертаційну роботу Мазура Андрія Олександровича, присвячену теоретичному обґрунтуванню методів і заходів раціональної модернізації теплових електростанцій на основі застосування еколого-термoeкономічного аналізу. Суттєвим є те, що автор розглядає ефективність модернізації з позицій обґрунтованого вибору технічно реалізованого рішення за умови збереження існуючої архітектури, структури та інженерної інфраструктури енергетичного об'єкта.

Актуальність обраного напрямку дослідження зумовлена також потребою у розвитку методологічних підходів до вибору та оцінювання варіантів модернізації ТЕС і ТЕЦ. Енергетичний аналіз характеризує кількісні показники перетворення енергії, проте не дає можливості повною мірою оцінити термодинамічну недосконалість окремих процесів та елементів теплової схеми. Використання ексергетичного аналізу розширює можливості дослідження, оскільки забезпечує визначення місць і величини деструкції ексергії, а термoeкономічний підхід дозволяє пов'язати термодинамічну ефективність із вартісними характеристиками обладнання, енергетичних ресурсів і виробленої продукції.

Для обґрунтованого вибору варіанта модернізації цього, однак, недостатньо. Важливо також враховувати складність інтеграції технічного рішення в існуючу теплову схему. У дисертації ця складова врахована через критерій структурної складності модернізації, що дає змогу порівнювати варіанти реконструкції з урахуванням реальних умов та інфраструктурних обмежень конкретного енергетичного об'єкта.

Поставлені в роботі завдання охоплюють послідовні етапи дослідження: аналіз сучасних схем парогазових установок, оцінювання їх енергетичних характеристик, ексергетичний аналіз обладнання ТЕЦ-3, дослідження варіантів інтеграції газотурбінних установок і розроблення методу термoeкономічної структурно-варіантної оптимізації з урахуванням екологічних показників.

Практичну спрямованість дослідження забезпечує апробація запропонованих підходів на діючій теплофікаційній паротурбінній установці електричною потужністю 20 МВт, що експлуатується на ТЕЦ-3 (м. Харків). Це дозволило врахувати реальні умови роботи обладнання, особливості існуючої теплової схеми та обмеження, пов'язані з реалізацією запропонованих заходів модернізації.

Окремої уваги заслуговує застосування при термoeкономічній оптимізації екологічного чинника. У роботі він представлений через вартість вуглецевих квот, що дозволяє включити екологічну складову до порівняння варіантів модернізації. У п'ятому розділі критерій структурної складності використано як варіюваний параметр при визначенні оптимального рішення з урахуванням ексергетичних, економічних і екологічних показників та тривалості експлуатації установки протягом року.

Наукові дослідження, наведені в дисертації, пов'язані з планами науково-дослідних робіт Інституту енергетичних машин і систем ім. А. М. Підгорного НАН України, у виконанні яких здобувач брав безпосередню участь. Тематика роботи відповідає пріоритетним напрямкам розвитку енергоефективної та

екологічно безпечної енергетики, а її результати можуть бути використані під час обґрунтування реконструкції та модернізації діючих ТЕС і ТЕЦ.

Таким чином, тема дисертаційної роботи «Теоретичне обґрунтування заходів з раціональної модернізації теплових електростанцій із застосуванням еколого-термoeкономічного аналізу» є актуальною, своєчасною та важливою для розвитку вітчизняної теплоенергетики. Виконане дослідження спрямоване на вирішення практично значущого наукового завдання, пов'язаного з обґрунтованим вибором ефективних заходів модернізації існуючих теплових електростанцій в умовах технічних, економічних, екологічних та інфраструктурних обмежень.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації.

Ознайомлення зі змістом дисертаційної роботи Мазура Андрія Олександровича дає підстави стверджувати, що сформульовані в ній наукові положення, висновки та рекомендації є достатньо обґрунтованими, логічно пов'язаними між собою та відповідають поставленій меті дослідження.

Обґрунтованість основних результатів забезпечується коректною постановкою наукових задач, послідовним застосуванням методів прикладної термодинаміки, енергетичного й ексергетичного аналізу, термoeкономічної оптимізації та математичного моделювання. Обраний методичний апарат відповідає предмету дослідження, яким є еколого-енергетичні та економічні характеристики теплових електростанцій, а також дозволяє комплексно оцінювати ефективність різних варіантів модернізації.

Структура дисертаційної роботи підпорядкована логіці послідовного переходу від аналізу сучасного стану проблеми до розроблення методичних підходів, їх застосування для конкретних теплоенергетичних установок та формування практичних рекомендацій. Кожний наступний етап дослідження спирається на результати попереднього, що забезпечує цілісність роботи та внутрішню узгодженість отриманих висновків.

Достовірність розрахункових результатів ґрунтується на застосуванні фундаментальних положень прикладної термодинаміки, рівнянь матеріального та енергетичного балансів, методів ексергетичного аналізу і термoeкономіки. Використані розрахункові залежності відповідають фізичній сутності процесів, що відбуваються в основних елементах досліджуваних теплових схем.

Позитивним є використання реальних технічних параметрів обладнання діючої ТЕЦ-3. Це підвищує репрезентативність розрахунків і дозволяє пов'язати розрахункові результати з реальними умовами функціонування теплоенергетичного об'єкта. Практичне значення отриманих результатів

підтверджується їх використанням при аналізі технічного стану та розробленні рекомендацій щодо модернізації обладнання ТЕЦ-3..

Обґрунтованість рекомендацій щодо модернізації підтверджується виконаним порівняльним аналізом кількох варіантів теплових схем, урахуванням впливу параметрів парової та газової частин комбінованого циклу, визначенням ексергетичних втрат і вартості потоків, а також оцінюванням економічних та екологічних чинників.

Сформульовані в дисертації загальні висновки відповідають змісту основних розділів, узагальнюють отримані результати та свідчать про вирішення поставлених наукових задач. Висновки не суперечать сучасним уявленням прикладної термодинаміки та логічно випливають із проведеного аналізу.

Таким чином, ступінь *обґрунтованості та достовірності наукових положень*, висновків і рекомендацій дисертаційної роботи Мазура Андрія Олександровича слід визнати достатнім. Використані методи дослідження відповідають меті та задачам роботи, а отримані результати мають належний рівень достовірності й можуть бути використані при розв'язанні практичних задач модернізації теплових електростанцій.

Оцінка наукової новизни дисертаційної роботи.

Оцінюючи результати дисертаційного дослідження Мазура Андрія Олександровича, слід зазначити, що вони характеризуються достатнім рівнем наукової новизни та спрямовані на подальший розвиток методів аналізу й оптимізації теплоенергетичних установок. Основні наукові положення роботи є логічно взаємопов'язаними, а отримані результати доповнюють сучасні підходи до вирішення задач модернізації теплових електростанцій.

Насамперед необхідно відзначити розроблений автором підхід до вибору раціональної структури комбінованих парогазових установок з урахуванням структурної складності модернізації. Введений критерій характеризує зміни складу елементів енергоустановки та структури їх взаємозв'язків при реалізації модернізації, що розширює можливості передпроектного порівняння альтернативних схем.

Безумовно новим науковим результатом є введення критерію *відносної різниці ексергетичної вартості Δk* , який запропоновано використовувати для порівняння різних варіантів модернізації теплоенергетичних установок. Критерій кількісно характеризує зміну ексергетичної вартості окремих елементів при зміні режиму або структури установки та може бути використаний для виявлення найбільш чутливих до модернізації ділянок теплової схеми.

Вагоме наукове значення має розвиток структурно-варіантної термoeкономічної оптимізації теплових схем енергоустановок. У

запропонованій постановці враховано екологічну складову та капітальні витрати, пов'язані з модернізацією, а критерій структурної складності використано як варійований параметр. Такий підхід дозволяє визначати раціональну конфігурацію модернізованої теплової схеми з урахуванням термодинамічних, економічних та екологічних показників.

Позитивної оцінки заслуговує комплексне використання енергетичного, ексергетичного, економічного та екологічного аналізів при оцінюванні різних варіантів модернізації. Такий інтегрований підхід забезпечує більш повне дослідження ефективності роботи теплоенергетичних систем та дозволяє уникнути прийняття технічних рішень, оптимальних лише за окремими показниками.

Важливим результатом дисертаційного дослідження є встановлення закономірностей впливу структури комбінованих парогазових схем, параметрів газотурбінної установки та коефіцієнта бінарності на енергетичні характеристики модернізованих теплоенергетичних установок. Отримані залежності можуть бути використані під час проєктування нових і модернізації існуючих ТЕС та ТЕЦ.

Слід також відзначити, що наукова новизна дисертації не обмежується окремими новими розрахунковими залежностями або конструктивними рішеннями. Основною перевагою роботи є створення комплексної методології прийняття рішень щодо модернізації теплових електростанцій, яка об'єднує сучасні методи прикладної термодинаміки, ексергетичного аналізу та термoeкономічної оптимізації. Саме такий системний підхід становить найбільшу наукову цінність виконаного дослідження.

Отже, дисертаційна робота містить нові науково обґрунтовані результати, які мають істотне значення для розвитку методів аналізу, оптимізації та модернізації теплоенергетичних установок. Отримані автором результати характеризуються достатнім рівнем наукової новизни, відповідають сучасному рівню розвитку теплоенергетики та можуть бути використані як основа для подальших наукових досліджень і практичного впровадження при реконструкції теплових електростанцій.

Значення результатів для науки і практичного використання.

Результати дисертаційної роботи Мазура Андрія Олександровича мають важливе теоретичне та практичне значення для розвитку сучасної теплоенергетики, оскільки спрямовані на вирішення актуальної науково-практичного завдання підвищення ефективності діючих теплових електростанцій шляхом їх раціональної модернізації.

Теоретичне значення дослідження полягає у розвитку методичних підходів до застосування ексергетичного та термoeкономічного аналізу при оцінюванні ефективності теплових схем. Поєднання енергетичних, ексергетичних, економічних та екологічних показників розширює можливості комплексного оцінювання варіантів модернізації теплоенергетичних установок.

Безумовне науково-практичне значення має запропонований метод структурно-варіантної термoeкономічної оптимізації теплових схем. На відміну від традиційних підходів, які базуються переважно на мінімізації витрати палива або максимізації коефіцієнта корисної дії, запропонована методика дозволяє одночасно враховувати технічні можливості модернізації, величину ексергетичних втрат, економічну ефективність та екологічні обмеження. Такий підхід значно розширює можливості інженерного аналізу при виборі варіантів модернізації діючих теплоенергетичних об'єктів.

Важливим практичним результатом є розроблення методики вибору раціональної структури модернізації теплових електростанцій із використанням критерію структурної складності. Його застосування дозволяє вже на етапі передпроектного аналізу порівнювати варіанти за обсягом структурних змін та враховувати можливості розміщення додаткового обладнання в межах існуючого енергетичного об'єкта.

Практичний інтерес становлять результати ексергетичного аналізу теплофікаційної паротурбінної установки ТЕЦ-3. Автором визначено основні джерела ексергетичних втрат, встановлено елементи теплової схеми, модернізація яких забезпечує найбільший приріст ефективності, а також сформульовано рекомендації щодо раціонального вибору параметрів відборів пари. Отримані результати становлять практичний інтерес при обґрунтуванні заходів щодо модернізації теплофікаційних паротурбінних установок.

Слід позитивно відзначити, що в роботі досліджено декілька принципово різних варіантів модернізації паротурбінної установки, серед яких застосування комбінованих парогазових схем, використання додаткової турбіни та оптимізація параметрів існуючої теплової схеми. Це значно розширює сферу практичного використання отриманих результатів і дозволяє застосовувати запропоновані методичні підходи для енергетичних установок різної потужності та конфігурації.

Практичну цінність мають також результати дослідження впливу параметрів газотурбінної установки, коефіцієнта бінарності та структури комбінованих циклів на ефективність модернізованих енергоустановок. Отримані залежності можуть бути використані проєктними та експлуатаційними організаціями при техніко-економічному обґрунтуванні реконструкції теплових електростанцій.

Особливу увагу слід звернути на врахування екологічної складової під час вибору оптимального варіанта модернізації. Запропонований автором підхід, який використовує вартість вуглецевих квот як один із критеріїв оптимізації, відповідає сучасним світовим тенденціям розвитку енергетики та дозволяє оцінювати ефективність технічних рішень з урахуванням перспективних вимог екологічного законодавства. Це істотно підвищує практичну цінність виконаного дослідження.

Одержані результати можуть бути використані:

- під час модернізації існуючих теплових електростанцій і теплоелектроцентралей;
- при розробленні нових теплових схем комбінованих енергоустановок;
- у проєктних організаціях при виконанні техніко-економічного обґрунтування реконструкції енергетичних об'єктів;
- у науково-дослідних установах для подальшого розвитку методів ексергетичного та термoeкономічного аналізу;
- у навчальному процесі закладів вищої освіти під час викладання дисциплін, пов'язаних із прикладною термодинамікою, теплоенергетикою та проєктуванням теплоенергетичних установок.

Практична значущість роботи підтверджується використанням її результатів при аналізі технічного стану та розробленні рекомендацій щодо модернізації теплотехнічного обладнання ТЕЦ-3.

Отже, результати дисертаційної роботи мають істотне значення як для подальшого розвитку наукових досліджень у галузі теплоенергетики, так і для практичного вирішення задач реконструкції та модернізації теплових електростанцій. Запропоновані автором методичні підходи можуть бути використані при створенні сучасних високоефективних теплоенергетичних установок, а також при підвищенні ефективності експлуатації існуючого енергетичного обладнання.

Аналіз змісту та форми дисертації.

Дисертаційна робота Мазура Андрія Олександровича є завершеним науковим дослідженням, виконаним на належному науковому та методичному рівні. Робота характеризується чіткою логічною структурою, послідовністю викладення матеріалу та достатнім ступенем обґрунтованості основних положень. Зміст дисертації відповідає сформульованій меті та поставленим завданням, а всі розділи взаємопов'язані між собою й логічно завершуються проміжними висновками.

У вступі автором переконливо обґрунтовано актуальність обраної тематики, визначено мету, сформульовано основні завдання дослідження, об'єкт

і предмет дослідження, наведено інформацію про наукову новизну, практичне значення отриманих результатів, особистий внесок здобувача, апробацію результатів та публікації. Структура вступу відповідає чинним вимогам до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії та достатньо повно характеризує зміст виконаного дослідження.

У **першому розділі** проаналізовано сучасний стан теплоенергетики та основні напрями підвищення ефективності теплових електростанцій. Розглянуто існуючі схеми парогазових установок, методи енергетичного, ексергетичного, екологічного та термoeкономічного аналізу, а також окремі технологічні рішення щодо підвищення ефективності ТЕЦ. Важливо, що літературний огляд не має описового характеру, а завершується формулюванням конкретних наукових проблем, вирішення яких здійснюється в наступних розділах дисертації.

Позитивною рисою першого розділу є систематизація сучасних напрямів модернізації теплоенергетичних установок та критичний аналіз існуючих методів оцінювання їх ефективності. Це дозволило автору чітко обґрунтувати вибір власного напрямку досліджень та сформулювати методологічну основу подальшої роботи.

У **другому розділі** розроблено методичний підхід до вибору раціональної структури модернізації енергоблоку ТЕЦ. Досліджено варіанти комбінованих парогазових схем із використанням газотурбінної установки ГТЕ-60, виконано аналіз їх енергетичних характеристик та запропоновано модифікований критерій структурної складності модернізації, що враховує зміни складу елементів і зв'язків теплової схеми. Саме цей розділ формує методичну основу подальших досліджень та є одним із ключових у дисертаційній роботі.

Слід відзначити достатню аргументованість запропонованого підходу, використання великої кількості розрахункових даних і наочних графічних матеріалів, що значно полегшують сприйняття отриманих результатів.

У **третьому розділі** виконано детальний енергетичний та ексергетичний аналіз теплофікаційної паротурбінної установки електричною потужністю 20 МВт, що експлуатується на ТЕЦ-3. Автором визначено розподіл ексергетичних втрат між окремими елементами теплової схеми, досліджено вплив параметрів відборів пари на ефективність роботи установки та сформульовано рекомендації щодо їх оптимізації.

Саме цей розділ демонструє високий рівень володіння здобувачем сучасними методами прикладної термодинаміки та ексергетичного аналізу. Отримані результати є логічною основою для формування технічних рішень, які наведені в наступному розділі.

У **четвертому розділі** досліджено різні варіанти модернізації теплофікаційної паротурбінної установки. Виконано порівняльний аналіз

кількох структурних схем, визначено зміну ексергетичної вартості потоків, проведено оцінювання ефективності модернізації та запропоновано використовувати відносну різницю ексергетичної вартості як критерій вибору оптимального варіанта.

У розділі простежено зв'язок між зміною структури та параметрів теплової схеми і відповідною зміною її енергетичних та ексергетичних характеристик. Отримані результати стали основою для подальшого порівняння варіантів модернізації.

У **п'ятому розділі** розроблено метод термoeкономiчної структурно-варіантної оптимізації теплових схем із урахуванням екологічних показників. Розділ логічно завершує проведене дослідження, оскільки поєднує результати попередніх етапів роботи в єдину методику прийняття інженерних рішень щодо модернізації теплових електростанцій. Запропонований підхід має не лише теоретичне, але й вагомe практичне значення.

Кожен розділ дисертації завершується змістовними висновками, які узагальнюють отримані результати та забезпечують логічний перехід до наступного етапу дослідження. Загальні висновки дисертації повністю відповідають поставленій меті та сформульованим завданням.

Дисертаційна робота містить значний обсяг графічного та табличного матеріалу, який доповнює виклад результатів розрахунків і проведеного аналізу. Умовні позначення, математичні залежності та скорочення використовуються послідовно й коректно. Список використаних джерел охоплює праці за основними напрямками дослідження.

Загалом зміст дисертації відповідає її назві, а структура роботи є логічною, цілісною та завершеною. Оформлення дисертації відповідає встановленим вимогам, а стиль викладення матеріалу є науковим, послідовним і зрозумілим.

Дискусійні положення, зауваження та питання до дисертаційної роботи.

Позитивно оцінюючи науковий рівень, актуальність та практичну цінність дисертаційної роботи Мазура Андрія Олександровича, слід зазначити, що окремі положення потребують додаткового обговорення або уточнення.

1. Запропонований критерій структурної складності модернізації враховує кількість елементів і зв'язків, що додаються або вилучаються при зміні теплової схеми. Водночас фактична складність реконструкції визначається також компонуванням обладнання, довжиною та трасуванням трубопроводів, необхідністю будівельно-монтажних робіт. Яким чином ці чинники можуть бути враховані при подальшому розвитку запропонованого критерію?

2. Розрахункові дослідження виконано для стаціонарних режимів роботи енергоустановок. Яким чином запропоновані підходи можуть бути адаптовані для умов змінного навантаження, характерного для сучасної енергосистеми, та чи може врахування часткових режимів змінити вибір раціонального варіанта модернізації?

3. У роботі вартість викидів CO₂ використовується як один із критеріїв термoeкономічної оптимізації. Наскільки чутливими є вибір оптимального варіанта модернізації до зміни вартості вуглецевої квоти? Чи може зміна екологічної політики або сценаріїв ціноутворення на викиди CO₂ вплинути на вибір оптимального варіанта комбінованої енергетичної установки?

4. При термoeкономічній оптимізації вартість основного обладнання визначається за узагальненими кореляційними залежностями. Наскільки чутливими є результати оптимізації до прийнятих вартісних залежностей і якою мірою їх використання відповідає сучасним умовам реалізації проєктів модернізації в Україні?

5. При порівнянні режимів з найбільшим і найменшим ККД у четвертому розділі спостерігається різноспрямована зміна ексергетичної вартості деаераторів низького та високого тиску. Чим зумовлений такий характер зміни цих показників з термодинамічної точки зору і які параметри потоків мають при цьому визначальний вплив?

Крім наведених питань, слід висловити окремі зауваження редакційного характеру. Так, у тексті дисертації трапляються окремі стилістичні неточності, повторення термінів та речення з надмірно складною побудовою, що дещо ускладнює сприйняття окремих фрагментів роботи. Водночас зазначені недоліки не впливають на зміст дослідження та правильність отриманих результатів.

Наведені питання та зауваження мають переважно дискусійний характер, не знижують наукової цінності виконаної роботи, не впливають на достовірність отриманих результатів і не змінюють загальної позитивної оцінки дисертаційного дослідження.

Повнота викладення результатів дисертації в опублікованих працях.

Основні наукові положення, результати та висновки дисертаційної роботи Мазура Андрія Олександровича достатньою мірою відображені у наукових публікаціях автора.

За темою дисертації опубліковано 8 наукових праць, серед яких 3 статті у наукових виданнях, що індексуються в міжнародних наукометричних базах даних Scopus, 3 статті у фахових наукових виданнях України, а також 2 тези доповідей на міжнародних науково-практичних конференціях.

Опубліковані праці відображають основні етапи дослідження, зокрема результати аналізу парогазових установок, підхід до оцінювання структурної

складності модернізації, результати енергетичного та ексергетичного аналізу теплофікаційної паротурбінної установки, а також дослідження впливу параметрів газової та парової частин на ефективність комбінованого циклу.

Зміст наукових публікацій відповідає тематиці дисертації, а наведені у них результати узгоджуються з матеріалами, викладеними в дисертаційній роботі. Основні результати роботи були представлені на міжнародних і всеукраїнських наукових конференціях, що забезпечило їх апробацію та обговорення у фаховому середовищі.

Аналіз опублікованих праць свідчить, що вони достатньою мірою висвітлюють наукову новизну, практичне значення та основні результати виконаного дослідження. Обсяг і рівень публікацій відповідають вимогам, встановленим для дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії.

Таким чином, результати дисертаційної роботи повною мірою відображені в опублікованих наукових працях автора, а їх кількість і якість відповідають чинним вимогам щодо апробації результатів дисертаційних досліджень.

Відповідність дисертації вимогам, що ставляться до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії.

Дисертаційна робота є самостійною завершеною науковою працею, у якій отримано нові науково обґрунтовані результати, що мають істотне значення для розвитку теплоенергетики.

За актуальністю обраної теми, науковою новизною, рівнем теоретичних досліджень, практичною цінністю отриманих результатів, ступенем їх обґрунтованості та достовірності, повнотою викладення в наукових публікаціях дисертаційна робота відповідає вимогам, що висуваються до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 144 – Теплоенергетика.

Оформлення дисертації, структура роботи, логіка викладення матеріалу, рівень апробації результатів та кількість наукових публікацій відповідають чинним нормативним вимогам. Порухів принципів академічної доброчесності під час ознайомлення з дисертаційною роботою не виявлено.

ВИСНОВОК

За своїм науковим рівнем, актуальністю, практичною цінністю, ступенем наукової новизни, обґрунтованістю та достовірністю отриманих результатів дисертаційна робота **«Теоретичне обґрунтування заходів з раціональної модернізації теплових електростанцій із застосуванням еколого-термoeкономiчного аналізу»** Мазура А. О. відповідає спеціальності 144 – Теплоенергетика, вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора

філософії, а саме вимогам пунктів 6, 7, 8 і 9 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. №44., а її автор, **Мазур Андрій Олександрович**, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 144 – Теплоенергетика.

Офіційний опонент

Доцент кафедри теплотехніки
та енергоефективних технологій
НТУ "ХПІ",
кандидат технічних наук, доцент

Ольга КРУГЛЯКОВА

« ____ » _____ 2026 р.