

ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА (144)

УДК 621.7; 658.5

РОЗРОБЛЕННЯ МОДЕЛІ ПОВНОЇ МНОЖИНИ СПОСОБІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМ ЯК ІНСТРУМЕНТУ ДОСЯГНЕННЯ БІЗНЕСОМ ЦІЛЕЙ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Кандидати техн. наук Г. В. Біловол, А. О. Каграманян, О. В. Василенко,
асист. А. В. Онищенко

DEVELOPMENT OF A MODEL OF THE COMPLETE SET OF METHODS FOR ENHANCING ENERGY EFFICIENCY IN PRODUCTION SYSTEMS AS A TOOL FOR ACHIEVING BUSINESS SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

PhD (Tech.) H. Bilovol, PhD (Tech.) A. Kagramanian, PhD (Tech.) O. Vasylenko,
A. Onishchenko

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.210.2024.320702>



***Анотація.** Показано доцільність створення механізмів та інструментів, які спростять представникам малого і середнього бізнесу перехід до сталої моделі функціонування. Класифіковано джерела втрат енергетичних ресурсів на різних ділянках виробничих систем. Розроблено алгоритм виявлення структурної моделі множини способів підвищення енергоефективності виробничих систем. Обґрунтовано доцільність формування такої множини в найбільш узагальненій формі з необхідністю подальшої конкретизації її структурних елементів. Показано, що модель повної множини способів підвищення енергоефективності виробничих систем включає дев'ять загальних структур способів підвищення ефективності. Наведено приклади заходів, які дадуть змогу реалізувати виявлені способи для роботи газової промислової котельні, яка забезпечує теплотою систему опалення.*

***Ключові слова:** цілі сталого розвитку, виробнича система, підвищення енергетичної ефективності, модель множини способів.*

***Abstract.** The article analyzes the success of Ukraine in achieving its set goals in energy efficiency and clean energy. It was found that out of seven indicators, three showed negative dynamics, and some positive results were achieved only due to a reduction in production in energy-intensive sectors of the economy. An analysis of Ukrainian companies' reports on achieving the Sustainable Development Goals (SDGs) for 2016–2019 revealed a low readiness of businesses for significant changes to achieve SDG 7, «Affordable and Clean Energy». The share of businesses prioritizing this area is 0 %. The necessity of creating mechanisms for small and medium-sized enterprises to simplify the transition to a sustainable operating model has been demonstrated.*

The article proposes the development and implementation of a specialized software tool, which will allow businesses to independently assess and navigate energy efficiency opportunities.

A Model of the Complete Set of Methods for Enhancing Energy Efficiency in Production Systems has been developed. The model was created using a system-process approach and includes nine general structures of methods for enhancing efficiency. The initial basis for determining the set

of methods is the set of production system objects and the set of techniques that ensure the transition to low-carbon and energy-efficient processes.

The purpose of the Model is to establish a theoretical foundation for creating a database with a comprehensive range of potential energy efficiency improvement solutions. The developed databases are also expected to be used in subsequent software product development.

The article provides examples of technical and organizational measures to implement the identified methods, using the operation of an industrial boiler house as a case study.

The application of the developed Model in software products enables a formalized, targeted search for methods to improve energy efficiency from the full range of possible solutions (within the adopted classification framework).

Keywords: *sustainable development goals, production system, improving energy efficiency, model of a set of methods.*

Вступ. Затверджений ООН Порядок денний до 2030 року «План дій для людей, планети та процвітання» поставив перед усіма країнами складні та амбіційні завдання щодо забезпечення сталого розвитку [1]. Цим планом було визначено стандарти якості життя, які мають бути забезпечені для всіх людей до 2030 року. Серед іншого цим документом було встановлено вимоги до стану навколишнього середовища, досягнення соціальної рівноваги в суспільстві та поставлено завдання щодо створення сприятливого середовища для розвитку партнерських відносин між країнами й соціальними групами (бізнес, влада, суспільство). У цьому трикутнику бізнес є найбільш уразливою групою.

Сучасний характер відносин між державою та представниками бізнесу в Україні досі має ознаки посттоталітарної моделі, яка багато в чому протирічить засадам сталості. Тому коли йдеться про традиційне державне регулювання у сфері досягнення цілей сталого розвитку, нерідко бізнес опиняється перед суттєвими викликами. Особливі ризики тут існують для малого і середнього бізнесу. Для розроблення нової бізнес-моделі, яка б урахувувала засади сталості, слід залучати нові ресурси, підвищувати рівень обізнаності працівників, змінювати культуру відносин із внутрішніми і

зовнішніми стейкхолдерами, оновлювати технології тощо.

Беручи до уваги умови недружнього середовища, у якому функціонує сучасний бізнес, вкрай важливим є розвиток двох механізмів регулювання розвитку сталості:

1. Механізм державного регулювання «згори вниз», як процес узгодженого впливу на галузь економіки із застосуванням послідовних відповідних процедур та інструментів, що забезпечать безпечний перехід компаній від старого до нового стану.

2. Механізм саморегулювання, за якого власники і топменеджери бізнесу зможуть прогнозувати і бачити реальний ефект від докладання додаткових зусиль на шляху підвищення своєї сталості.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За ініціативи Уряду України протягом 2016 року тривав відкритий та інклюзивний процес адаптації цілей сталого розвитку (ЦСР). Було розроблено національну систему ЦСР (86 завдань розвитку та 172 показники для моніторингу їх виконання) [2]. Задля вирішення цих завдань активне залучення приватного бізнесу є вкрай необхідним. У табл. 1 наведено перелік завдань із залучення приватного бізнесу, які, за Національною доповіддю України 2017 року, було обрано пріоритетними [2].

Завдання у пріоритетних для України сферах ЦСР

Сфера та ЦСР	Національні завдання
Енергоефективність і чиста енергія, ЦСР 7	<ul style="list-style-type: none"> збільшити частку енергії, виробленої з відновлюваних джерел, у 3,5 рази; знизити енергоємність ВВП у два рази; зменшити технологічні витрати електричної енергії в розподільчих мережах в 1,3 рази; зменшити втрати тепла в тепломережах в 1,7 рази
Водопостачання та водовідведення, ЦСР 6, 15	<ul style="list-style-type: none"> забезпечити доступ до питної води гарантованої якості 100 % міського та сільського населення; скоротити обсяги скидів забруднених стічних вод у водні об'єкти майже втричі; скоротити частку скидів забруднених стічних вод у загальному обсязі скидів до морського середовища втричі
Транспортна інфраструктура, ЦСР 9	<ul style="list-style-type: none"> зменшити частку сільського населення, яке проживає на відстані понад 3 км від дороги з покриттям, у 10 разів; підвищити частку транспорту громадського користування у 3,3 рази та частку транспортної інфраструктури, що враховують потреби людей з інвалідністю, у чотири рази; підвищити частку доріг загального користування державного значення з твердим покриттям, що відповідають нормативним вимогам, у сім разів
Поводження з відходами, ЦСР 12	<ul style="list-style-type: none"> збільшити частку спалених та утилізованих відходів у загальному обсягу їх утворення майже у два рази
Туризм, ЦСР 11	<ul style="list-style-type: none"> збільшити кількість робочих місць у сфері туризму у два рази

У публікації [3] проаналізовано успішність виконання завдань у сфері енергоефективності та чистої енергії. Цей напрям відповідає ЦСР 7 «Доступна та чиста енергія». Розглянуто період звітності з 2015 по 2020 рік. Через пандемію коронавірусу та повномасштабну війну, яка почалась у 2022 році, національний огляд цілей сталого розвитку пізніше 2020 року в Україні не проводили.

Прогрес у досягненні ЦСР 7 контролювали за двома напрямками: модернізація енергетичної інфраструктури та підвищення енергоефективності. Із семи індикаторів за трьома було зафіксовано негативну динаміку, що свідчить про недосягнення цілей. За індикатором «Зменшення енергоємності ВВП...» зафіксовано досягнення позитивної

динаміки, але це відбулося за рахунок скорочення виробництва в енергоємних секторах економіки.

У джерелі [4] оцінено внесок бізнесу в досягнення Цілей сталого розвитку в період 2016-2019 років. Аналіз виконували, спираючись на звіти українських компаній. Попри те, що у звітах ЦСР 7 «Доступна та чиста енергія» згадано багато учасників, але частка тих, хто відніс цю сферу до пріоритетних, дорівнює 0 %.

Аналіз заявок на Конкурс КСВ-кейсів на відповідність національним завданням Цілей сталого розвитку показав, що за чотири роки проведення конкурсу частка компаній, які подали кейси за ЦСР 7, дорівнює 0 % [4].

Така статистика показує неготовність бізнесу впроваджувати суттєві зміни у сфері

енерговикористання своїх підприємств лише під впливом регуляторних процедур. Це складна та комплексна проблема. Серед головних чинників, необхідних для її вирішення, є можливість доступу до великої бази спеціалізованих знань щодо можливостей підвищення енергоефективності на виробництві. І важливим є те, щоб конкретна компанія могла отримати індивідуально підібраний комплекс заходів, який буде адаптований до поточного рівня енергетичної ефективності і доцільний за економічними/екологічними показниками.

Показник енергетичної ефективності суттєво впливає на собівартість виробництва продукції. Тому питанням підвищення енергоефективності зазвичай приділяють багато уваги на всіх рівнях організації та управління виробництвом. Існує багато робіт, що висвітлюють можливість вирішення такого завдання за рахунок удосконалення основного технологічного обладнання та засобів автоматизації, задіяних у виробничому процесі [5], застосування сучасних енергозберігаючих технологій [6, 7], упровадження нових ефективних організаційно-технічних заходів [8÷10].

Але рівень формалізації знань щодо спрямованого та впорядкованого пошуку рішень у цій сфері залишається низьким. Тому створення моделі повної множини способів підвищення енергоефективності виробничих систем є актуальним питанням.

Визначення мети та завдання дослідження. Метою статті є створення моделі повної множини способів підвищення енергетичної ефективності виробничих систем як основи алгоритму роботи інструменту швидкої самооцінки та навігації у сфері енергоефективності для бізнесу.

Для досягнення сформульованої мети необхідно:

1. Розробити алгоритм виявлення структурної моделі множини способів підвищення енергоефективності виробничих систем.

2. Обґрунтувати доцільність формування такої множини в найбільш узагальненій формі з необхідністю подальшої конкретизації її структурних елементів.

3. Навести приклади заходів, які дають змогу реалізувати виявлені способи на прикладі роботи промислової котельні.

Основна частина дослідження. Через складність і невисокий рівень формалізації вирішення таких завдань пропонується створити алгоритм пошуку потенційних можливостей підвищення енергетичної ефективності на базі теоретичної моделі. Розроблена модель була отримана на основі системно-процесного підходу. Як відомо, системні дослідження мають теоретичну спрямованість і дають змогу вивчати об'єкти дещо абстраговано від процесів, що протікають у них, зосереджуючи увагу на встановленні взаємозв'язків між ними.

Тож на першому етапі було проведено узагальнену класифікацію основних елементів виробничих систем і джерел втрат енергетичних ресурсів на кожній із ділянок (рис. 1).

Будь-яке виробниче підприємство зазвичай має декілька типів енергоспоживчих систем. Вони можуть значно розрізнятися за типом споживаного енергетичного ресурсу, мати відмінності у способі транспортування до споживача, а також способом організації потрапляння на підприємство первісного потоку енергії. У разі відсутності власної генерації енергетичний ресурс закуповують у зовнішнього постачальника.

Задля належного оцінювання поточного рівня енергетичної ефективності кожного елемента слід мати спеціалізовані знання, яких часто не вистачає в інженерних працівників компаній. Залучення зовнішніх спеціалістів для представників малого та середнього бізнесу – це додаткове фінансове навантаження, що часто є стримуючим чинником. Тому одним із механізмів заохочення власників бізнесу до більш сміливих кроків з діяльності у сфері

енергоефективності є можливість проведення аудиту власними силами. Це можливо за наявності Програмних продуктів, які б давали змогу діагностувати

роботу конкретної системи та могли генерувати індивідуальні рекомендації щодо комплексу можливих заходів із підвищення результативності.

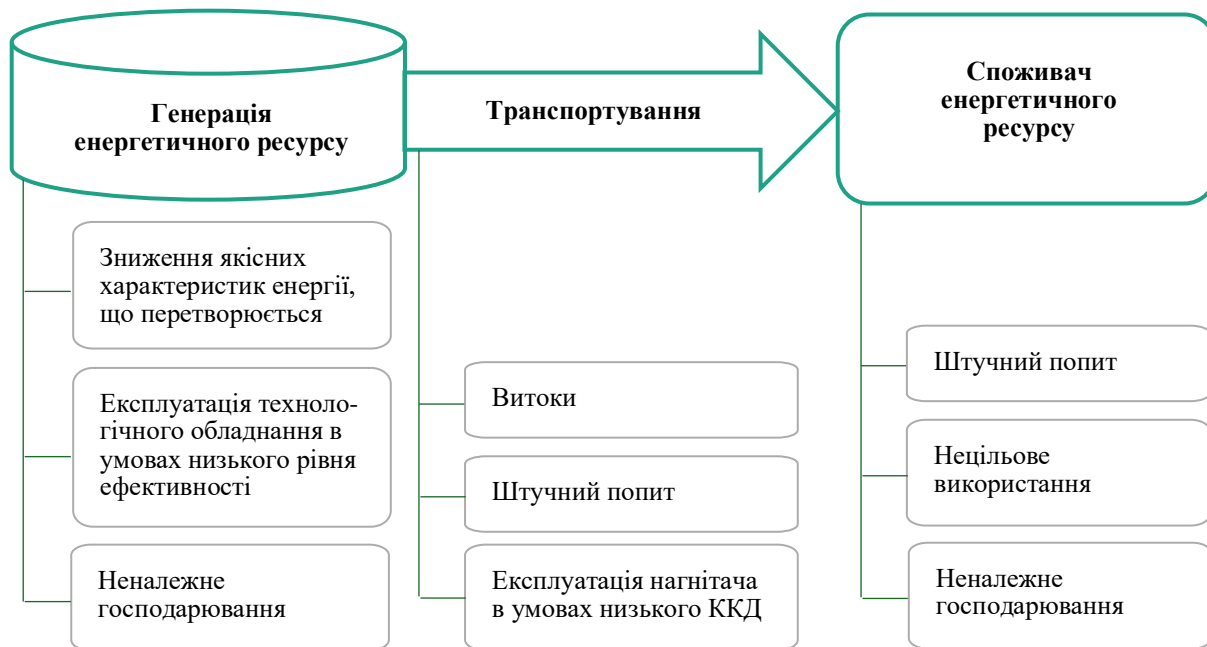


Рис. 1. Узагальнена класифікація джерел втрат енергетичних ресурсів на різних ділянках виробничої системи

Щоб задовольнити потребу малого і середнього бізнесу в саморегульованні діяльності в цій сфері, запропоновані Програмні продукти мають бути розроблені у вигляді зручного в користуванні інструменту. Цей інструмент має бути адаптований для аналізу окремої виробничої системи та мати такий комплекс функційних можливостей:

1. Швидка діагностика поточного рівня енергетичної ефективності системи.
2. Зручна система індикаторів ефективності та об'єктивна рейтингова шкала.
3. Генерування індивідуальних рекомендацій щодо можливостей більш ефективного використання енергії.

Для забезпечення генерації найбільш повного комплексу можливих рішень слід забезпечити наповнення баз даних інструменту, необхідно створити велику

базу з можливими заходами з підвищення ефективності на кожній ділянці відповідної системи. Така база має відповідати критерію максимально можливої повноти.

Для вирішення такого завдання розроблено модель повної множини способів підвищення енергетичної ефективності виробничих систем. Мета розроблення моделі – створити теоретичну основу для формування бази даних із повним обсягом можливих рішень щодо підвищення енергетичної ефективності.

Вихідною базою для визначення множини способів підвищення енергоефективності є множина об'єктів ($M_{об}$), до складу якої увійшли такі елементи виробничої системи:

- ділянка генерації енергетичного ресурсу (Γ_e); цей елемент системи може

знаходиться поза територією підприємства, тоді з аналізу виключають;

- ділянка транспортування енергетичного ресурсу (T_e);

- ділянка споживача (C_e).

Також доцільно систематизувати всі способи впливу на ефективність роботи кожної ділянки системи. Вони увійшли до складу множини прийомів ($M_{пр}$), які забезпечать перехід до низьковуглецевих та енергоефективних процесів на підприємстві:

- зменшення первісного обсягу споживання енергії ($Z_{по}$);

- виключення необґрунтованих втрат енергетичних ресурсів ($B_{вт}$).

Зазначені прийоми та згенеровані заходи на їхній основі застосовують для енергетичного ресурсу, який уже наявний. Але ЦСР 7, окрім підвищення енергоефективності, передбачає забезпечення переходу бізнесу на відновлювані та низьковуглецеві види енергії. З самодіагностикою щодо шляхів досягнення ЦСР 7 доцільно висвітлювати можливості такого переходу. Тому до множини прийомів додано третю групу – перехід до відновлюваних/низьковуглецевих джерел енергії ($P_{ве}$).

Класифікацію об'єктів і прийомів, на базі яких побудовано множини способів підвищення енергетичної ефективності виробничих систем, подано на рис. 2.



Рис. 2. Класифікація елементів моделі множини способів підвищення енергетичної ефективності виробничих систем

Використавши топологічні добутки елементів множини прийомів і множини об'єктів, можна отримати модель повної

множини способів підвищення енергетичної ефективності виробничих систем (у рамках прийнятої класифікації):

$$M_{сп}^i = M_{пр} \times M_{об} = \left\{ \begin{matrix} Z_{по} \times \Gamma_e, B_{вт} \times \Gamma_e, P_{ве} \times \Gamma_e, Z_{по} \times T_e, B_{вт} \times T_e, \\ P_{ве} \times T_e, Z_{по} \times C_e, B_{вт} \times C_e, P_{ве} \times C_e \end{matrix} \right\}, \quad (1)$$

де i – тип виробничої системи.

До найбільш поширених енергоспоживчих виробничих систем належать:

- опалення;
- вентиляційні системи;
- кондиціонування;
- стиснене повітря;
- насосні системи;
- парові системи;
- охолодження;
- освітлення.

Перелік включає лише типові системи, які відповідають за виконання додаткових забезпечувальних процесів на виробництві. Через свою широку затребуваність такі процеси наявні на багатьох підприємствах. Тому використання інструменту (програмного продукту) дасть змогу компаніям швидко здійснювати самодіагностику таких систем із залученням лише власних спеціалістів. Створювати в такий спосіб програму щодо аналізу ефективності роботи основного технологічного обладнання недоцільно.

Розроблена модель (1) включає дев'ять способів підвищення ефективності. Вони являють собою теоретичну основу для формування бази даних із найбільш повним переліком потенційних заходів, які забезпечать позитивні зміни. При цьому передбачено, що способи, виявлені за допомогою прийомів зменшення первісного обсягу ($Z_{по}$) і виключення необґрунтованих витрат ($V_{вт}$), будуть генеровані як індивідуальні рекомендації для компанії, спираючись на показники ефективності роботи конкретної системи. Запропонований підприємству комплекс заходів має відповідати умові економічної, екологічної та організаційної доцільності. Тому формування баз даних із максимально повним переліком пропозицій є важливою умовою результативності використання інструменту.

Приклади заходів, які можна використовувати для реалізації способів підвищення енергетичної ефективності виробничої системи опалення, наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Приклади заходів для реалізації способів підвищення енергетичної ефективності системи опалення з власною газовою котельнею

Спосіб	Захід
1	2
$Z_{по} \times G_e$	Розроблення режимних карт роботи котлоагрегатів на різних навантаженнях. Проведення перерахунку сопел пальників під реальне навантаження. Налаштування автоматики котлоагрегатів. Обладнання котельні робочими приладами контролю та регулювання тощо
$V_{вт} \times G_e$	Модернізація системи хімоводоочищення. Встановлення економайзера. Очищення поверхонь топки котла. Очищення поверхонь із боку води. Зменшення надлишку повітря. Регулярне обслуговування пальників. Відновлення теплоізоляції котлоагрегата. Усунення негерметичності обладнання, що спричиняють підсмоктування повітря в топку, тощо

1	2
$Z_{\text{по}} \times T_e$	Встановлення частотного привода на електродвигун насоса. Заміна насоса на більш енергоефективний. Усунення (скорочення) ділянки транспортування теплоносія тощо
$V_{\text{вт}} \times T_e$	Гідравлічне налаштування теплотраси. Модернізація трубопроводної запірно-регулювальної арматури. Усунення витоків теплоносія. Зменшення обсягу місцевих втрат тиску по всій довжині трубопроводу. Відновлення цілісності ізоляційного шару трубопроводів тощо
$Z_{\text{по}} \times C_e$	Встановлення термостатів в опалюваному приміщенні. Встановлення регуляторів температури на задану температуру. Налаштування витрат теплоносія відповідно до потреб і робочого часу тощо
$V_{\text{вт}} \times C_e$	Забезпечення рівномірного розподілу тепла по об'єктах споживання. Заміна радіаторів на більш енергоощадні. Очищення внутрішніх поверхонь радіаторів. Зменшення обсягів інфільтрації зовнішнього повітря в опалювані приміщення. Збільшення площі перенесення теплоти конвекцією тощо

Традиційна процедура проведення енергетичного аналізу виробничих процесів передбачає, що аудит насамперед починається з ділянки споживача енергетичного ресурсу. На другому етапі – ділянка транспортування, останньою аналізують ділянку генерації (за наявності). Алгоритм пошуку можливих рішень із використанням інструменту передбачає таку саму послідовність.

Створення баз даних із максимально повним переліком можливостей підвищення енергетичної ефективності дасть змогу систематизувати великий обсяг спеціалізованих знань із різних напрямів енергетичного господарства виробничих підприємств.

Використання інструменту швидкої самооцінки та навігації у сфері енергоефективності дасть змогу представникам малого та середнього бізнесу самостійно і більш впевнено робити кроки в

цьому напрямі. Інструмент дає своїм користувачам такі функційні переваги:

1. Генерує індивідуальні рекомендації про можливості більш ефективного використання енергії.
2. Спрощує доступ до спеціалізованих знань у сфері енергоефективності різних об'єктів виробничих систем.
3. Допомогає компаніям у досягненні Цілі сталого розвитку 7 «Доступна та чиста енергія» за рахунок покращення екологічної та економічної складової.

Висновки. 1. Для представників малого та середнього бізнесу необхідно створювати механізми, які спростять перехід до сталої моделі функціонування.

2. Пропоновано залучення спеціалізованих програмних продуктів, які дадуть змогу самостійно оцінювати і орієнтуватися в можливостях енергоефективності.

3. Модель повної множини способів підвищення енергоефективності виробничих систем отримана з використанням системно-процесного підходу і включає дев'ять загальних структур способів підвищення ефективності.

4. Застосування розробленої моделі у програмних продуктах дає змогу проводити формалізований спрямований пошук способів підвищення енергетичної ефективності з повного обсягу можливих рішень (у рамках прийнятої класифікації).

Список використаних джерел

1. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015 – A/RES/70/1. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. URL: https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_RES_70_1_E.pdf.
2. Національна доповідь «Цілі сталого розвитку: Україна» (2017). URL: <https://ukraine.un.org/uk/49413-2017-національна-довідь-«цілі-сталого-розвитку-україна»>.
3. Добровільний національний огляд щодо цілей сталого розвитку в Україні (2020). URL: <https://ukraine.un.org/uk/151096-добровільний-національний-огляд-щодо-цілей-сталого-розвитку-в-україні>.
4. Внесок українського бізнесу в реалізацію Україною Цілей сталого розвитку 2016-2020 рр. URL: <https://csr-ukraine.org/wp-content/uploads/2020/12/Vpliv-biznesu-na-CSR.pdf>.
5. Запашук Л. В. Енергозбереження як напрям підвищення ефективності виробничої діяльності /Мукачівський державний університет. 2017. № 7. С. 428-434.
6. Мелконова І. В., Мелконов Г. Л. Підвищення енергоефективності промислових підприємств. *Інноваційні технології для промисловості*. 2023. № 1 (1). URL: <https://doi.org/10.33216/ITP-2022-1-1-1>.
7. Афанасьєв М. В., Салашенко Т. І. Стратегія підвищення енергоефективності промисловості регіону: теоретико-методичні аспекти формування: монографія. Харків: ХНЕУ, 2014. 284 с.
8. Гаприндашвілі Б. В. Енергозбереження як чинник підвищення конкурентоспроможності промислових підприємств. *Бізнес-Інформ*. 2014. № 8. С. 213–217.
9. Vorfolomeiev A. Implementation of resource efficient and cleaner production options at Ukrainian enterprises. *Acta Innovations*. 2019. № 30. P. 68-75.
10. Біловол Г. В. Моделювання множини загальних структур способів підвищення енергоефективності виробничих систем. *Прогресивні технології і системи машинобудування: зб. наукових праць*. Донецьк: ДонНТУ, 2014. № 1. С. 21-28.

Біловол Ганна Володимирівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри теплотехніки, теплових двигунів та енергетичного менеджменту, Український державний університет залізничного транспорту.

ORCID iD: 0000-0001-6168-5216. E-mail: hanna.bilovol@gmail.com.

Каграманян Артур Олександрович, кандидат технічних наук, проректор із науково-педагогічної роботи, Український державний університет залізничного транспорту. ORCID iD: 0000-0003-3520-4911.

E-mail: kartal2@ukr.net.

Василенко Олег Вадимович, кандидат технічних наук, в. о. завідувача кафедри теплотехніки, теплових двигунів та енергетичного менеджменту, Український державний університет залізничного транспорту.

ORCID iD: 0000-0002-6770-0955. E-mail: 0673966747@ukr.net.

Онищенко Андрій Володимирович, асистент кафедри теплотехніки, теплових двигунів та енергетичного менеджменту, Український державний університет залізничного транспорту. ORCID iD: 0000-0003-1217-5724. E-mail: onyshchenko@kart.edu.ua.

Bilovol Hanna, Associate Professor of the Department of Heat Engineering, Heat Engines and Energy Management of the Ukrainian state university of railway transport. ORCID iD: 0000-0001-6168-5216.

Email: hanna.bilovol@gmail.com.

Kagramanian Artur, Vice-Rector for Research and Education of the Ukrainian state university of railway transport. ORCID iD: 0000-0003-3520-4911. E-mail: kartal2@ukr.net.

Vasylenko Oleh, Acting Head of the Department of Heat Engineering, Heat Engines and Energy Management of the Ukrainian state university of railway transport. ORCID iD: 0000-0002-6770-0955. E-mail: 0673966747@ukr.net.

Onishchenko Andrii, Assistant of the Department of Heat Engineering, Heat Engines and Energy Management of the Ukrainian state university of railway transport. ORCID iD: 0000-0003-1217-5724. E-mail: onyshchenko@kart.edu.ua.

Статтю прийнято 13.12.2024 р.