

DOI: <https://doi.org/10.26565/2079-1747-2024-34-08>
УДК 621.311.22

¹**Г.І. КАНЮК**, доктор технічних наук
завідувач кафедри автоматизації, метрології та енергоефективних технологій
e-mail: genadiykanuk@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1399-9039>

¹**А.Ю. МЕЗЕРЯ**, кандидат технічних наук
доцент кафедри автоматизації, метрології та енергоефективних технологій
e-mail: mezzer@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2946-9593>

¹**Т.Ю. ВАСИЛЕЦЬ**, кандидат технічних наук
доцент кафедри автоматизації, метрології та енергоефективних технологій
e-mail: vasylecz.ty@uipa.edu.ua ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2148-8645>

¹**А.О. ЦВЕТКОВА-КАНЮК**,
аспірант кафедри автоматизації, метрології та енергоефективних технологій
e-mail: annacvetkovakanuk@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-9059-4052>

¹**О.Т. ТОЛСТОРЕБРОВ**,
аспірант кафедри автоматизації, метрології та енергоефективних технологій
e-mail: oleksandrtolstorebrov@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-3203-8909>

¹*Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
майдан Свободи, 4, м. Харків, 61022, Україна.*

ДЕКОМПОЗИЦІЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЕНЕРГОБЛОКІВ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

В статті наведена структурна схема декомпозиції техніко-економічних показників якості енергоблоків теплових та атомних електростанцій та структура формування економії ресурсів. Показано, що в якості критерія ефективності енергозбереження може бути рекомендована питома величина економії енергії в будь-якому з елементів схеми електростанції відносно сумарного вироблення електроенергії енергоблоком, якому належить цей елемент. Наведено дані щодо витрати електроенергії на власні потреби конденсаційної електростанції залежно від потужності енергоблоків, початкових параметрів пари та виду палива. Наведено, що використання методів еквівалентування та декомпозиції при дослідженні енергозбереження, можна розробити структурні схеми формування показників ефективності (економічності, надійності тощо) для будь-якої технологічної схеми (системи) електричної станції в залежності від витрати первинної енергії. Визначено істотну негативну роль у вирішенні проблем енерго- та ресурсозбереження на теплових і атомних електростанціях за рахунок власних потреб, яка полягає у відсутності методики визначення ефективності енергозберігаючих технологій в окремих системах, підсистемах та елементах технологічної схеми електростанцій та впливу їх на загальностанційні техніко-економічні показники. Проведено аналіз частки окремих агрегатів та підсистем у витраті електроенергії на власні потреби. Показані витрати електроенергії на власні потреби в залежності від навантаження та параметрів енергоблоку. Розроблено структурну схему формування економії при виробництві електроенергії на електростанціях, яка дозволяє оцінювати ефективність та взаємний вплив енергозберігаючих технологій у будь-якій підсистемі та її елементах.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: *техніко-економічні показники, енергозбереження, економічність, електростанція.*

Як цитувати: Канюк Г. І., Мезеря А. Ю., Василець Т. Ю., Цветкова-Канюк А. О., Толсторебров О. Т. Декомпозиція техніко-економічних показників якості енергоблоків електростанцій. *Машинобудування*. 2024. Вип. 34 С. 82-91. DOI: <https://doi.org/10.26565/2079-1747-2024-34-08>



Постановка проблеми та її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями

Теплові та атомні електричні станції є складними технічними системами, що складаються з підсистем та елементів, що забезпечують вироблення електричної та теплової енергії. При цьому, взаємодіючи в єдиному процесі, вони виконують різні функції, як забезпечують вироблення енергії, її передачу і перетворення; підвищують ефективність вироблення енергії; забезпечують високу надійність та довговічність функціонування, як усієї системи в цілому, так і її підсистем та елементів; знижують негативний вплив електростанції на довкілля; забезпечують безпечну роботу обслуговуючого персоналу.

Найближчим часом, долю нееконічних блоків в Україні доведеться вирішувати шляхом впровадження

маловитратних, економічно чистих енерготехнологій переведення конденсаційних електростанцій (КЕС) у режим теплоелектроцентралей (ТЕЦ), впровадження технологій спалювання низькосортних палив при витісненні рідкого та газоподібного палив, удосконалення низькопотенційних комплексів тощо.

У цьому будь-яка електрична станція може бути об'єктом системного підходу під час аналізу рівнів енергозбереження у ньому. Оскільки сумарний рівень енергозбереження складної технічної системи електростанції залежить від рівня енергозбереження в підсистемах та окремих елементах, необхідно встановити зв'язок і взаємний вплив їх між собою і системами в цілому.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Питанням аналізу, дослідження та підвищенню техніко-економічних показників роботи електростанцій та окремих її елементів присвячено велику кількість наукових робіт. Найбільш повно в літературі відображені питання підвищення техніко-економічних показників роботи окремого обладнання, наприклад, підвищення показників якості системи автоматичного регулювання турбогенераторних установок [1], підвищення ефективності роботи систем низькопотенційного комплексу [2], підвищення експлуатаційної надійності та ефективності обладнання котельних установок теплоелектростанцій [3] та інше. Досить вичерпно освітлені питання визначення загальностанційних техніко-економічних показників [4, 5] як в сталому режимі роботи, так і в маневрових [6, 7]. Підвищуються техніко-економічні показники як шляхом удосконалення систем керування [8, 9] так і шляхом оптимізації

режимів роботи обладнання [2], удосконалення якості вимірювань [3] та впровадження автоматизованого розрахунку [10].

Корисні напрацювання в цьому напрямку знайшли своє відображення в національній енергетичній Стратегії України на період до 2035 року [11]. В енергетичній Стратегії питання підвищення техніко-економічних показників систем генерації, розподілу та споживання енергії займають провідну роль та обґрунтовано доведена їх актуальність.

Незважаючи на це, в наявній науковій методології бракує належної систематизації та упорядкування техніко-економічних показників за видом обладнання та їх підпорядкованості, що не дає повною мірою прогнозувати та визначати вплив окремих енергозберігаючих заходів на загальні техніко-економічні показники.

Постановка мети та завдання дослідження

Метою роботи є упорядкування та ієрархізація техніко-економічних показників якості електростанцій та її окремих елементів та визначення їх взаємного

впливу у будь-якій підсистемі та її елементах шляхом використання методів декомпозиції та еквівалентування.

Виклад основного матеріалу

1. Декомпозиція техніко-економічних показників якості

Одним з основних показників ефективності є питома собівартість електроенергії, що виробляється на електростанціях, яка в основному залежить від питомої витрати палива b_y (паливна складова – 80% від собівартості, тобто $C_e = f(b_y)$ (грн/кВт·год). Питома витрата палива, тобто первинної енергії залежить від коефіцієнта корисної дії (ККД) ТЕС η_c або енергоблоку $b_y = 123/\eta_c$, кг/кВт·год. ККД ТЕС, як складної технологічної системи залежить від ККД основних підсистем та елементів:

- котельні установки $\eta_{ку}$;
- трубопроводів $\eta_{тр}$;
- турбоустановки $\eta_{ту}$;
- електрогенератора η_g ;
- витрати електроенергії на власні потреби $\alpha_{вп}$, тобто:

$$\eta_c = \eta_g \eta_{oi} \eta_m \eta_{tr} \eta_{tu} \eta_{ку} (1 - \alpha_{вп}). \quad (1.1)$$

На основі фізичної моделі ТЕС (рис. 1) з використанням методу декомпозиції, розроблено структурну схему декомпозиції техніко-економічних показників енергоблоків (рис. 2). Наведено декомпозицію питомої витрати умовного палива залежно від ККД ТЕС з вироблення електричної енергії η_c . ККД ТЕС залежить від ККД підсистем: котельня установка (КУ) – η_k ; трубопроводи (ТР) – $\eta_{тр}$; турбоагрегату (ТА) – $\eta_{та}$, які у свою чергу залежить від витрат електроенергії на власні потреби $\alpha_{вп}$. Дана методика апробована на деяких ТЕС України і зокрема на Зміївській ТЕС, і продовжується її включення до автоматизованих систем управління енергоблоками (АСУ) та системи діагностування (АСУТП).

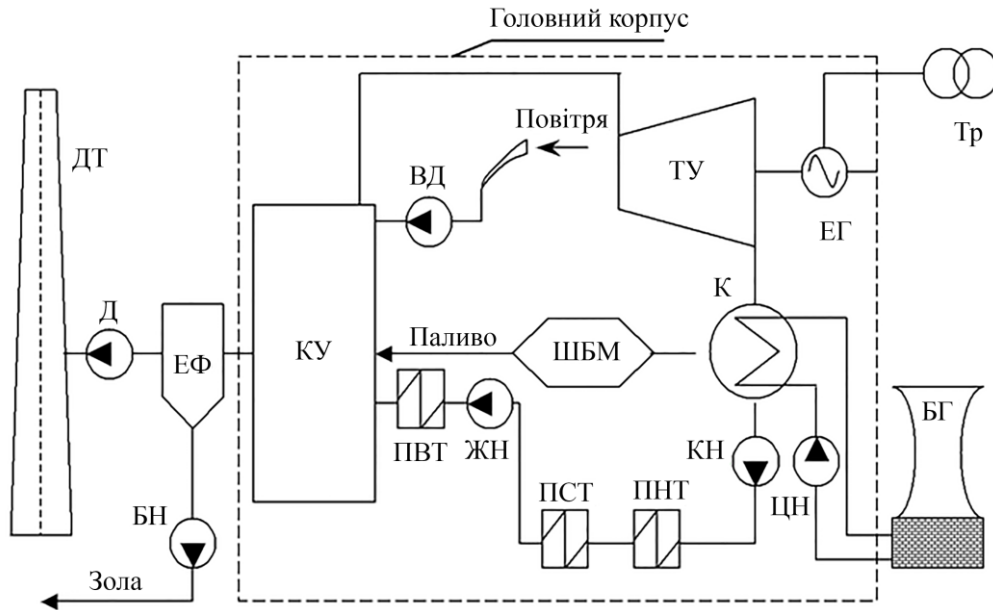
У таблиці 1 наведено деякі дані щодо витрати електроенергії на власні потреби КЕС залежно від потужності енергоблоків, початкових параметрів пари та виду палива.

Очевидна необхідність диференціація цього показника щодо окремих елементів, технологічної системи електростанції, тобто визначати ролі кожної підсистеми та кожного елемента в енергозбереженні (зниження витрати первинної енергії).

При дослідженні енергозбереження в енергетиці широко використовують метод еквівалентування, тобто заміни групи окремих споріднених елементів одним укрупненим еквівалентним. Еквівалентування широко застосовується при дослідженнях у теплоенергетиці – заміна груп конденсатних, живильних, мережевих та циркуляційних насосів одним (еквівалентним); паралельних груп підігрівачів – однією; паралельних ниток паропроводів тощо. Це дозволяє зменшити кількість математичних моделей та скоротити час досліджень. Однак при цьому еквівалентування призводить до зниження достовірності кінцевих результатів дослідження.

Використовуючи методи декомпозиції та еквівалентування, можна розробити структурні схеми формування показників ефективності (економічності, надійності тощо) для будь-якої технологічної схеми (системи) електричної станції в залежності від витрати первинної енергії.

Як приклад, можна розглянути технологічну схему енергоблоку ТЕС конденсаційного типу (рис. 1). Ця схема розроблена з використанням методу еквівалентування (тут групи КН, ЦН, ПВД, ШБМ, ВД та ін.) замінені одним елементом. Велику роль в енергозбереженні на ТЕС відіграє витрати електроенергії на привід насосів, вентиляторів тощо.



ДТ – димова труба; Д – димосос; ЕФ – електрофільтр; БН – багерний насос; КУ – котельня установка; ВД – вентилятор дуттьовий; ТУ – турбоустановка; ЕГ – електрогенератор; Тр – трансформатор; ШБМ – кульовий барабанний млин; ПВД – підігрівач високого тиску; ПСТ – підігрівач середнього тиску; ПНТ – підігрівач низького тиску; КН – конденсатний насос; ЦН – циркуляційний насос; К – конденсатор; БГ – баштова градирня.

Рис. 1 – Принципова теплова схема ТЕС
Fig. 1 - Schematic thermal diagram of a TPP

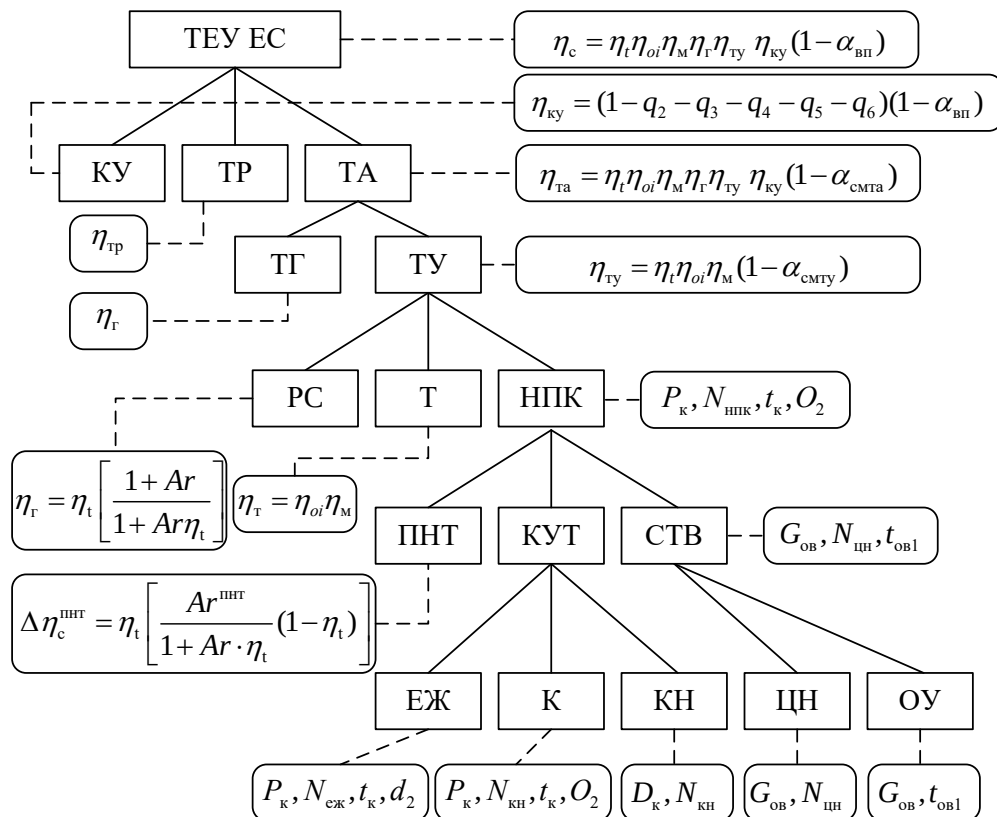


Рис. 2 – Структурна схема декомпозиції техніко-економічних показників енергоблоків ТЕС та АЕС
Fig. 2 - Structural diagram of the decomposition of technical and economic indicators of TPP and NPP power units

Таблиця 1

Витрата електроенергії на власні потреби енергоблоку КЕС, %

Table 1

Electricity consumption for the own needs of the KES power unit, %

№ з/п	N_n , МВт	P_0 , МПа	Газ	Мазут	Тверде паливо
1	100	9,0	-	-	7,6
2	210	12,7	-	-	7,4-7,9
3	300	23,5	2,6-3,3	3,0-3,2	4,2-5,3
4	500	23,5	-	2,7-3,1	4,5-5,1
5	800	23,5	2,2-3,0	1,9-2,4	4,5-4,9
6	1200	23,5	-	2,1	-

2. Структура енергозбереження (економія ресурсів)

Більш докладно зупинимося на декомпозиції турбоагрегату, що складається з електричного турбогенератора (ТГ) та турбоустановки (ТУ). ККД залежить від економічності турбіни (Т) η_t та системи низькопотенційного комплексу $E_{нпк}$. У свою чергу НПК включає до свого складу конденсаційну установку (КУТ), підігрівачі низького тиску (ПНТ) та системи технічного водопостачання (СТВ).

До складу КУТ входить конденсатор (К), конденсатні насоси (КН) та ежектори (ЕЖ); до СТВ входять циркуляційні насоси (ЦН) та охолоджувальні пристрої (ОУ).

Питома витрата електроенергії на потреби ТЕС залежить від типу електростанції (КЕС чи ТЕЦ), початкових параметрів пари, виду палива, типу системи технічного водопостачання та інших факторів.

Як видно з таблиці, збільшення потужності енергоблоків та початкових параметрів пари призводять до зниження витрат електроенергії на власні потреби КЕС. Витрата на власні потреби залежить від виду палива. Для блоків 300 МВт, під час переходу на мазут чи газ, знижується відповідно приблизно 1,53 і 1,61 раза. Для блоків 800 МВт – 1,80 і 2,18 раза.

Для ТЕЦ питома витрата електроенергії розраховується окремо на вироблення електроенергії та на тепло, що відпускається. Так, для ТЕЦ, оснащеної турбоустановками Т-110/120-130, з початковим тиском пари $P_0=12,7$ МПа, що працює на природному газі, питома витрата електроенергії складає: на вироблення електроенергії 3,5% і на відпуску тепла 3,5%.

Для ТЕЦ з турбоустановками ПТ-135/165-130 при $P_0 = 12,7$ МПа та роботі на вугіллі ці величини становлять, відповідно, 5,2% та 2,7%. Тобто сумарна витрата електроенергії на ТЕЦ становить $\sim 7,0$ %

Частка α_i окремих агрегатів та підсистем у витраті електроенергії на власні потреби для ТЕС коливається в широких межах (табл. 2).

На величину витрати електроенергії на власні потреби впливає економічність та навантаження енергоблоку. У таблиці 3 наведено витрати електроенергії на власні потреби в залежності від тиску в конденсаторі, питомих витратах палива та завантаження енергоблоків при роботі на кам'яному вугіллі.

Особливо істотні зміни питомих витрат електроенергії під час роботи у змінних режимах (при $N_i/N < 60\%$) для енергоблоків потужністю 160, 200 і 300 МВт, т.я. в даному діапазоні навантажень у роботі знаходяться живильні насоси з електропроводом.

З табл. 2 випливає, що найбільш суттєвими потребами власних потреб для КЕС з енергоблоками потужністю 160-200 МВт, що працюють на вугіллі є: живильні насоси, оснащені електроприводами; тягодуттьові установки; пилоприготування; циркуляційні насоси. Для КЕС з енергоблоками 300÷800 МВт, що працюють на мазуті, газі або їх комбінації – живильні насоси; тягодуттьові установки; циркуляційні насоси. Для ТЕЦ – живильні насоси, теплофікаційні насоси; тягодуттьові установки; циркуляційні насоси.

Таблиця 2

Частки α_i окремих підсистем від загальної витрати $\alpha_{\text{вп}}$

Table 2

Shares of individual subsystems in total cost

№ з/п	Елемент, підсистема	%
1	Живильні насоси	10-40
2	Тяга та дуття	20-35
3	Циркуляційні насоси	0-20
4	Теплофікаційні насоси	0-35
5	Пилоприготування	0-20

Таблиця 3

Витрати електроенергії на власні потреби

Table 3

Electricity consumption for own needs

Потужність блоку, МВт	Тиск P_k , КПа	Питома витрата палива, навантаження %, $\alpha_{\text{вп}}$, %					
		100,0		80,0		70,0	
300	3,50	330	3,8	336	4,1	340	4,3
500	3,74	328	4,3	333	4,7	340	4,9
800	3,50	324	3,7	331	4,0	336	4,1

У сучасній енергетиці істотну негативну роль у вирішенні проблем енерго- та ресурсозбереження на ТЕС за рахунок власних потреб відіграє відсутність методики визначення ефективності енергозберігаючих технологій в окремих системах, підсистемах та елементах технологічної схеми електростанцій та впливу їх на загальностанційні показники.

Якщо говорити тільки про енергозбереження, маючи на увазі економію електричної енергії на власні потреби ТЕС, то як критерій ефективності енергозбереження, може бути рекомендована питома величина економії енергії ($\Delta \bar{E}$), яка визначається за формулою:

$$\Delta \bar{E} = \frac{\Delta E}{E}, \quad (2)$$

де: ΔE – економія електричної енергії в будь-якому з елементів схеми ТЕС, кВт·год; E – сумарне вироблення електроенергії енергоблоком, якому належить цей елемент, кВт·год.

Розроблено структурну схему енергозбереження при виробництві електроенергії на типовій ТЕС (рис. 3), яка дозволяє оцінювати ефективність енергозберігаючих технологій у будь-якій підсистемі та її елементах. Водночас вона

дозволяє оцінювати взаємний вплив енергозберігаючих технологій у різних підсистемах та елементах ТЕС.

$\sum \Delta E_c$ – загальна економія енергоресурсів на ТЕС за рахунок власних потреб;

$\sum \Delta E_{\text{ку}}$, $\sum \Delta E_{\text{ту}}$, $\sum \Delta E_{\text{ег}}$ – економія енергоресурсів у котельній, турбінній установках та генераторі; $\Delta E_{\text{рс}}$, $\Delta E_{\text{т}}$, $\Delta E_{\text{нпк}}$ – економія енергоресурсів у регенеративній системі, турбіні та низькопотенційному комплексі; $\Delta E_{\text{жн}}$, $\Delta E_{\text{рп}}$, $\Delta E_{\text{цн}}$, $\Delta E_{\text{кн}}$, $\Delta E_{\text{к}}$ – економія енергоресурсів у живильних насосах, регенеративних та мережевих підігрівачах, циркуляційних та конденсатних насосах та конденсаторах парових турбін.

Зі схеми видно, що визначальною є енергозберігаюча технологія, впроваджена в одній із підсистем технологічної схеми ТЕС (котельної або турбінної установки, або при $+\Delta E_c$). При цьому необхідно врахувати: витрати, пов'язані з модернізацією регенеративної системи (РС) турбоустановки та термін окупності додаткових витрат; збільшення теплового забруднення навколишнього середовища, внаслідок збільшення температури газів.

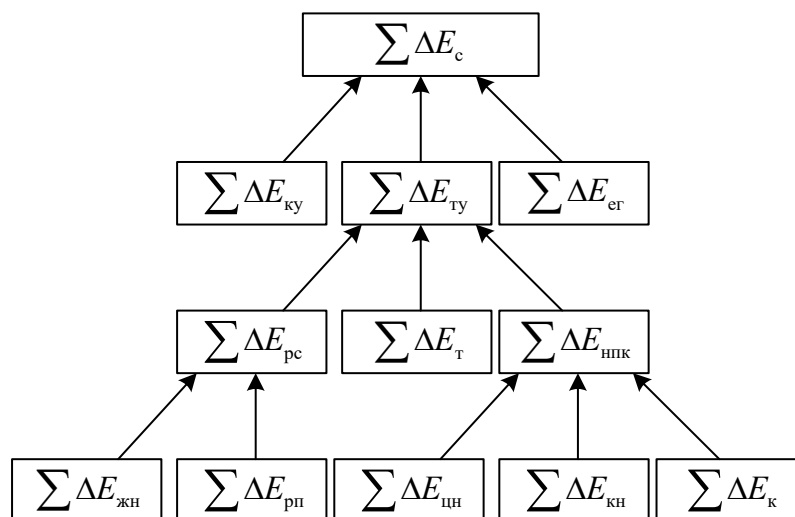


Рис. 3 – Структурна схема енергозбереження на ТЕС
Fig. 3 - Structural diagram of energy saving at a thermal power plant

У другому випадок енергозбереження досягається з допомогою режимного чинника (без модернізації). Витрати модернізації відсутні. Однак збільшення швидкості води призведе до підвищення інтенсивності стирання трубок, а отже до зниження надійності роботи конденсатора, НПК, ТУ і ТЕС в цілому. Одночасно з цим збільшиться викид теплоти в довкілля та збільшиться витрата природного ресурсу – води.

Очевидно, що оцінку ефективності енерго- та ресурсозберігаючих технологій, що впроваджуються, можна проводити шляхом порівняння річних наведених витрат на діючій ТЕС після впровадження нових технологій (B_m) з річними наведеними витратами на більш сучасній

ТЕС (B_n). Оптимальному варіанту повинна відповідати умова: $B_m < B_n$. Витрати на ТЕС повинні враховувати як паливні, капітальні та експлуатаційні, так і екологічні та навіть соціально-економічні складові.

У випадках, коли впровадження енерго- та ресурсозберігаючих технологій на ТЕС вимагає великих капітальних витрат (термінових кредитів або інвестицій), необхідно визначати термін їх окупності.

Наразі на ТЕС України практично вичерпано можливі впровадження енергозберігаючих, екологічно чистих та безпечних технологій за рахунок режимних факторів. У зв'язку з цим перспективними є енерготехнології, пов'язані з великими комплексними модернізаціями обладнання ТЕС.

Висновки

1. Наведена структурна схема декомпозиції техніко-економічних показників якості енергоблоків ТЕС та АЕС та структура енергозбереження.

2. В якості критерію ефективності енергозбереження може бути рекомендована питома величина економії енергії в будь-якому з елементів схеми ТЕС відносно сумарного вироблення електроенергії енергоблоком, якому належить цей елемент.

3. Оцінку ефективності енерго- та ресурсозберігаючих технологій можна

проводити шляхом порівняння річних наведених витрат після впровадження нових технологій та витрат на більш сучасних ТЕС.

4. Розроблено структурну схему формування енергозбереження при виробництві електроенергії на електростанціях. Запропонована структура дозволяє оцінювати ефективність та взаємний вплив енергозберігаючих технологій у будь-якій підсистемі та її елементах.

Конфлікт інтересів

Автори заявляють, що конфлікту інтересів щодо публікації рукопису немає. Крім того, автори повністю дотримувались етичних норм, включаючи плагіат, фальсифікацію даних та подвійну публікацію

Список використаної літератури

1. Прецизійні системи автоматичного регулювання турбогенераторних установок / Г. І. Канюк, А. Ю. Мезеря, О. М. Близниченко, В. Є. Мельников, І. А. Бабенко // *Енергозбереження, енергетика, энергоаудіт*. – 2014. – № 11(130). – С. 12-27.
2. Чеботарьов А. М. Аналіз нормативного забезпечення ефективності роботи елементів систем низькопотенційних комплексів електростанцій / А. М. Чеботарьов, Ю. О. Бондаренко // *Машинобудування : зб. наук. пр. / Укр. інж.-пед. акад.* – Харків, 2022. – Вип. 29. – С. 97-103. DOI 10.32820/2079-1747-2022-29-97-103.
3. Підвищення експлуатаційної надійності та ефективності обладнання котельних установок теплоелектростанцій шляхом підвищення якості вимірювань їх технологічних параметрів / Г. І. Канюк, Т. М. Фурсова, А. Ю. Мезеря, О. А. Долматов, С. О. Заїка, П. Р. Галинський // *Машинобудування : зб. наук. пр. / Укр. інж.-пед. акад.* – Харків, 2023. – Вип. 31. – С. 42-49. DOI: <https://doi.org/10.32820/2079-1747-2023-31-42-49>
4. Automatic Control System for Thermal Power Plants Based on Artificial Intelligence / Qi Wang // *Conference, 2023. International Conference on Electronics and Devices, Computational Science (ICEDCS)*. – 2023. DOI:10.1109/ICEDCS60513.2023.00027
5. Пантелеева І. В. Реалізація задач розрахунків та аналізу техніко-економічних показників теплових електричних станцій / І. В. Пантелеева // *Енергетика та Електротехніка. Наукові праці ВНТУ*. – 2017. – № 4. – С. 1-6.
6. Alpeev A. S. Automated Control and Safety of Nuclear Power Plants / A. S. Alpeev // *Atomic Energy*. – 2001. – № 90(2). – С. 109-112. DOI:10.1023/A:1011344806693
7. Коберник В. С. Техніко-економічні показники технологій теплової енергетики, що експлуатуються в маневрених режимах / В. С. Коберник // *The Problems of General Energy*. – 2021. – issue 3(66). – Рр. 36-42. DOI.org/10.15407/pge2021.03.036
8. Мезеря А. Ю. Дослідження показників якості спрощеної системи автоматичного регулювання мініГЕС / А. Ю. Мезеря, С. С. Придворов // *Машинобудування : зб. наук. пр. / Укр. інж.-пед. акад.* – Харків, 2024. – Вип. 33. – С. 78-91. DOI: <https://doi.org/10.32820/2079-1747-2024-33-78-91>
9. Підвищення якості АСУ теплових електростанцій шляхом уточнення критерія оптимальності техніко-економічних показників / Г. С. Грінченко, Т. Ю. Василець, О. В. Купріянов, О. М. Близниченко, Т. М. Фурсова // *Машинобудування : зб. наук. пр. / Укр. інж.-пед. акад.* – Харків, 2023. – Вип. 31. – С. 71-79. DOI 10.32820/2079-1747-2023-31-71-79
10. Любчик Л. М. Коррекция автоматизированного расчета технико-экономических показателей энергоблока / Л. М. Любчик, Г. Л. Гринберг // *Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»*. Тематичний випуск: Системний аналіз, управління та інформаційні технології : зб. наук. праць. – Харків : НТУ «ХПІ», 2006. – Вип. 19. – С. 45-52.
11. Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність : нова енергетична стратегія України до 2035 року. – Режим доступу : <https://niss.gov.ua/sites/default/files/2015-04/Energy%20Strategy.pdf> (дата звернення 23. 10. 2024)

Стаття надійшла для редакції 01. 11.2024

Стаття рекомендована до друку 03.12.2024

¹KANJUK G., D.Sc.,

Head of the Department of Automation, Metrology and Energy Efficient Technologies
e-mail: genadiykanuk@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1399-9039>

¹MEZERYA A., Ph.D.,

Associate Professor of the Department of Automation, Metrology and Energy Efficient Technologies
e-mail: mezzzer@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2946-9593>

¹VASILETS T., Ph.D.,

Associate Professor of the Department of Automation, Metrology and Energy Efficient Technologies
e-mail: vasylecz.ty@uipa.edu.ua ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2148-8645>

¹TSVETKOVA-KANYUK A.,

Postgraduate student of the Department of Automation, Metrology and Energy Efficient Technologies
e-mail: annacvetkovakanuk@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-9059-4052>

¹TOLSTOREBROV O.,

Postgraduate student of the Department of Automation, Metrology and Energy Efficient Technologies
e-mail: oleksandrtolstorebrov@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-3203-8909>

¹V.N. Karazin Kharkiv National University
Svobody square, 4, Kharkiv, 61022, Ukraine

DECOMPOSITION OF TECHNICAL AND ECONOMIC QUALITY INDICATORS OF POWER PLANTS

The article presents a structural diagram of the decomposition of technical and economic indicators of the quality of power units of thermal and nuclear power plants and the structure of the formation of resource savings. It is shown that the specific value of energy saving in any of the elements of the power plant scheme relative to the total production of electricity by the power unit to which this element belongs can be recommended as a criterion of energy saving efficiency. Data on electricity consumption for the condensing power plant's own needs depending on the capacity of power units, initial parameters of steam, and type of fuel are given. It is stated that using the methods of equivalence and decomposition in the study of energy saving, it is possible to develop structural schemes for the formation of efficiency indicators (economical, reliability, etc.) for any technological scheme (system) of an electric station depending on the consumption of primary energy. A significant negative role in solving the problems of energy and resource conservation at thermal and nuclear power plants at the expense of own needs has been identified, which consists in the lack of a methodology for determining the effectiveness of energy-saving technologies in individual systems, subsystems and elements of the technological scheme of power plants and their impact on general plant technical and economic indicators. An analysis of the share of individual units and subsystems in electricity consumption for their own needs was carried out. The electricity consumption for own needs is shown depending on the load and parameters of the power unit. A structural scheme for the formation of savings in electricity production at a power plant has been developed, which allows for evaluating the efficiency and mutual influence of energy-saving technologies in any subsystem and its elements.

KEYWORDS: *technical and economic indicators, energy saving, efficiency, power plant.*

In cites: Kanjuk G., Mezerya A., Vasilets T., Tsvetkova-Kanyuk A., Tolstorebrov O., (2024). Ways of increase indicators of quality (heat economy) of power plants. *Engineering*, (34), 82-91. <https://doi.org/10.26565/2079-1747-2024-34-08> (in Ukraine)

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of the manuscript. In addition, the authors fully complied with ethical standards, including plagiarism, data falsification, and double publication.

References:

1. Kanyuk, GI, Mezerya, AYU, Bliznichenko, OM, Melnikov, VYe & Babenko, IA 2014, 'Precizijni sistemi avtomatichnogo reguluvannya turbogeneratornih ustanovok' [Precision automatic control systems for turbogenerator plants], *Energozberezhennya, energetika, energoaudit*, no 11(130), Pp. 12-27.
2. Chebotarov, AM & Bondarenko, YuO 2022, [Analysis of regulatory support for the efficiency of the system elements of low-potential power plant complexes.], *Engineering*, № 29, Pp. 97-103. DOI 10.32820/2079-1747-2022-29-97-103
3. Kanyuk, GI, Fursova, TM, Mezerya, AYU, Dolmatov, OA, Zayika, SO & Galinskij, PR 2023, [Increasing the Operational Reliability and Efficiency of Boiler Plant Equipment of Thermal Power Stations by Improving the

Quality of Measuring their Technological Parameters], Engineering, № 31, Pp. 42-49. <https://doi.org/10.32820/2079-1747-2023-31-42-49>

4. Wang, Qi 2023, 'Automatic Control System for Thermal Power Plants Based on Artificial Intelligence', *Conference: 2023 International Conference on Electronics and Devices, Computational Science (ICEDCS)*, DOI:10.1109/ICEDCS60513.2023.00027

5. Pantyelyeyeva, IV 2017, 'Realizaciya zadach rozrahunkiv ta analizu tehniko-ekonomichnih pokaznikiv teplovih elektrichnih stancij' [Implementation of tasks: calculation and analysis of technical and economic indicators of thermal power plants.], *Energetika ta Elektrotehnika. Naukovi praci VNTU*, no 4, Pp. 1-6.

6. Alpeev, AS 2001, 'Automated Control and Safety of Nuclear Power Plants', *Atomic Energy*, no 90(2), Pp. 109-112. DOI:10.1023/A:1011344806693

7. Kobernik, VS 2021, [Technical and economic indicators of thermal power technologies operated in maneuvering modes.], *The Problems of General Energy*, issue 3(66), Pp. 36-42. DOI: <https://10.15407/pge2021.03.036>

8. Mezerya, AYU & Pridvorov, SS 2024, ["Research of the quality indicators of the simplified automatic regulation system of a mini-HPP"], Engineering, iss. 33, Pp. 78-91. DOI: <https://doi.org/10.32820/2079-1747-2024-33-78-91>

9. Grinchenko, GS, Vasilec, TYu, Kupriyanov, OV, Bliznichenko, OM & Fursova, TM 2023, [Improving the quality of ASC of thermal power plants by specifying the optimality criteria for technical and economic indicators.], Engineering, No 31, Pp.71-79. DOI: <https://10.32820/2079-1747-2023-31-71-79>

10. Lyubchik, LM & Grinberg, GL 2006, 'Korrekcija avtomatizirovannogo rascheta tehniko-ekonomicheskikh pokazatelej energobloka' [Correction of the automated calculation of technical and economic indicators of the power unit.], *Visnik Nacionalnogo tehničnogo universitetu «Harkivskij politehničnij institut». Tematičnij vipusk: Sistemnij analiz, upravlinnya ta informacijni tehnologii*, iss. 19, Pp. 45-52.

11. Bezpeka, energoefektivnist, konkurentospromozhnist : Nova energetična strategija Ukrajini do 2035 roku, 2015, [Security, energy efficiency, competitiveness: New energy strategy of Ukraine until 2035, 2015.], viewed October 23, 2024 <https://niss.gov.ua/sites/default/files/2015-04/Energy%20Strategy.pdf>

The article was received by the editors 11/01/2024

The article is recommended for printing 12/03/2024