

ОБҐРУНТУВАННЯ КОМПЛЕКСНОГО ПІДХОДУ ДО МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ І ТЕПЛОСПОЖИВАННЯ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ

©2022 КИЗИМ М. О., КОТЛЯРОВ Є. І.

УДК 332.1
JEL Classification: Q40

Кизим М. О., Котляров Є. І.

Обґрунтування комплексного підходу до модернізації систем централізованого теплопостачання і теплоспоживання населених пунктів

Метою статті є обґрунтування доцільності комплексного підходу до реалізації заходів з відновлення і модернізації житлового фонду і об'єктів теплопостачання. На умовному прикладі теплозабезпечення теплового кварталу (під яким розуміється невелика сукупність житлових будинків, що опалюються, локальна котельня і місцеві розподільчі тепломережі) розглянуто різні варіанти модернізації: відокремлена термомодернізація будівель, модернізація теплових мереж, модернізація котельні і варіанти одночасної модернізації усіх елементів ланцюжка: виробництво-постачання-споживання теплоенергії (комплексна модернізація теплового району). Доведено, що саме комплексна модернізація, яка передбачає одночасне і скоординоване в часі та обсягах виробництво, постачання і споживання теплоенергії, є ефективним інструментом підвищення ефективності у сфері теплопостачання і теплоспоживання. Комплексність модернізації в розглянутому прикладі передбачає термомодернізацію будівель теплового району (зі зниженням теплоспоживання на 40 %) з одночасною модернізацією мереж теплопередачі (зі зниженням втрат тепла при постачанні з 20 % до 5 %) і модернізацією котельні (з підвищенням ККД котельного обладнання з 88 % до 93 %). Реалізація такого проєкту є економічно доцільною для усіх учасників: споживачі знижують витрати на сплату послуг з теплопостачання на 49 %, а постачальник і виробник теплоенергії при незначному (до 6 %) підвищенні тарифів на теплоенергію забезпечують беззбиткову діяльність і отримують більший інвестиційний ресурс у вигляді більшої суми амортизації. На загальнодержавному рівні запропонована масова комплексна модернізація теплових районів дозволяє практично вдвічі знизити споживання комунальною теплоенергетикою природного газу і такою самою мірою знизити викиди шкідливих речовин в атмосферу. Крім того, з'являється можливість суттєво знизити суму дотацій з бюджету на сплату населенням житлово-комунальних послуг.

Ключові слова: теплопостачання, теплоспоживання, термомодернізація будівель, модернізація теплоенергетики, енергоефективність, економічний ефект, населені пункти, інфраструктура міста, поствоєнне відновлення.

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2022-4-46-58>

Табл.: 10. Бібл.: 20.

Кизим Микола Олександрович – доктор економічних наук, професор, член-кореспондент НАН України, проректор Харківського національного університету міського господарства ім. О. М. Бекетова (вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002, Україна)

E-mail: m.kyzym@gmail.comORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8948-2656>Researcher ID: <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1859367>Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57216130870>

Котляров Євген Іванович – кандидат економічних наук, доцент, завідувач сектора енергетичної безпеки та енергозбереження відділу промислової політики та енергетичної безпеки, Науково-дослідний центр індустріальних проблем розвитку НАН України (пров. Інженерний, 1а, 2 пов., Харків, 61166, Україна)

E-mail: ekotlarov@i.uaORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6366-6729>

Researcher ID: V-3947-2017

UDC 332.1
JEL Classification: Q40

Kyzym M. O., Kotliarov Y. I. Substantiating an Integrated Approach to the Modernization of District Heating and Heat Consumption Systems of Localities

The purpose of the article is to substantiate the feasibility of an integrated approach to the implementation of measures for the restoration and modernization of housing stock and heat supply objects. On the conditional example of heat supply of a heated quarter (which means a small number of residential buildings to be heated, a local boiler room and local distribution heat networks), various modernization options are considered: separate thermal modernization of buildings, modernization of heating networks, modernization of the boiler room, and options for simultaneous modernization of all elements of the chain: production-supply-consumption of heat energy (complex modernization of the heated district). It is proved that precisely a comprehensive modernization, which involves a simultaneous production, coordinated in terms of time and volumes, supply and consumption of heat, is an effective instrument for improving efficiency in the sphere of heat supply and heat consumption. The complexity of modernization in this example involves thermal modernization of buildings in the heated district

(with a decrease in heat consumption by 40%) with the simultaneous modernization of heat transmission networks (with a decrease in heat loss when supplied from 20% to 5%) and modernization of the boiler room (with an increase in the efficiency quotient of boiler equipment from 88% to 93%). The implementation of such a project is economically feasible for all participants: consumers reduce the cost of paying for heat supply services by 49%, and the supplier and producer of heat with a slight (up to 6%) increase in heating tariffs provide break-even activities and receive a larger investment resource in the form of a larger amount of depreciation. At the national level, the proposed mass complex modernization of heated districts can almost halve the consumption of natural gas by municipal heat and power engineering and to the same extent reduce emissions of harmful substances into the atmosphere. In addition, it becomes possible to significantly reduce the amount of subsidies from the budget for the payment of housing and communal services by the population.

Keywords: heat supply, heat consumption, thermal modernization of buildings, modernization of heat and power energy, energy efficiency, economic effect, localities, city infrastructure, post-war recovery.

Tabl.: 10. **Bibl.:** 20.

Kyzym Mykola O. – Doctor of Sciences (Economics), Professor, Corresponding Member of NAS of Ukraine, Pro-rector of the O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv (17 Marshala Bazhanova Str., Kharkiv, 61002, Ukraine)

E-mail: m.kyzym@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8948-2656>

Researcher ID: <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1859367>

Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57216130870>

Kotliarov Yevhen I. – Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor, Head of Sector of Energy Security and Energy Efficiency of Department of Industrial Policy and Energy Security, Research Centre of Industrial Problems of Development of NAS of Ukraine (2 floor 1a Inzhenernyi Ln., Kharkiv, 61166, Ukraine)

E-mail: ekotliarov@i.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6366-6729>

Researcher ID: V-3947-2017

Вступ. Одним із наслідків військової агресії російської федерації проти України є багаточисельні руйнування цивільних об'єктів: житлових і громадських будинків, а також інфраструктурних об'єктів.

Станом на 1 вересня 2022 р. за попередніми даними обласних військових адміністрацій, внаслідок бойових дій, було частково пошкоджено або повністю зруйновано 322 котельні, частково пошкоджено або повністю зруйновано 99 централізованих теплових пунктів, повністю зруйновано понад 222 пог. км теплових мереж, зруйновано 6 153 і пошкоджено 9 490 багатоквартирних житлових будинків [1].

Великий обсяг руйнувань, з одного боку, є викликом для країни, а з іншого – надає своєрідний шанс перетворити українські міста в процесі відновлення на сучасні, енергоефективні та комфортабельні місця проживання. Масштаби руйнувань потребують величезних інвестицій, обсяг яких у знекровленій економіці вельми обмежений. Певну допомогу Україні обіцяють міжнародні партнери, в дальній перспективі можливі репараційні платежі з Росії. Але у будь-якому випадку інвестиційний ресурс буде обмеженим, і його найбільш раціональне використання є актуальним завданням.

Для раціонального розподілу наявних і потенційних інвестиційних ресурсів необхідне усвідомлення, як найбільш ефективно використовувати наявні та потенційні інвестиційні ресурси для відновлення житлового фонду та інфраструктури населених пунктів. Відповідні підходи мають базуватись на зіставленні різних варіантів відновлення.

Аналіз публікацій з досліджуваної тематики. Проблемам організації централізованого теплопостачання і теплоспоживання населених пунктів присвячено небагато робіт вітчизняних науковців. Окремим аспектам цієї

проблеми присвячено нечисленні публікації Б. Е. Патона, А. А. Долинського, Б. І. Басок, Є. Т. Базеева, П. П. Микитюка, О. М. Гаврися та ін. [2–9]. Враховуючи недостатню дослідженість зазначеної проблеми, а також те, що умови сьогодення та потреби поствоєнної відбудови населених пунктів України та централізованого теплопостачання і теплоспоживання в них, зокрема, надають їй високу значущість та актуальність, **метою** представлено дослідження є обґрунтування доцільності комплексного підходу до реалізації заходів з відновлення і модернізації житлового фонду та об'єктів теплопостачання як важливого елемента інженерно-технічної інфраструктури міста.

Вибір саме цих напрямів відновлення населених пунктів пояснюється такими факторами.

Перше. Наявність теплопостачання є однією з необхідних умов для можливості експлуатації за призначенням житлових будівель і будівель громадського призначення.

Друге. Довоєнний стан сфери теплопостачання вже давно потребував суттєвої модернізації. Великий рівень втрат на усіх стадіях виробництва, транспортування, постачання і споживання теплоенергії призводили у довоєнний період до надмірно високих тарифів і надмірно високих питомих витрат тепла на опалення. Внаслідок цього частка населення була не спроможна самостійно, без державної підтримки, сплачувати у повному обсязі послуги з теплопостачання. На державному рівні надмірні непродуктивні втрати енергії в комунальній теплоенергетиці призводили не тільки до значних витрат бюджету на субсидіювання населення, а й до необхідності імпортувати значну кількість природного газу, знижуючи енергетичну безпеку держави.

У поствоєнний період з'являється шанс вирішити ці проблеми в процесі відновлення і модернізації населених пунктів України. Просте відновлення «як було» житлового

фонду та інфраструктури населених пунктів може вирішити проблеми фізичного зносу цієї інфраструктури, але використання застарілих технологій і матеріалів не вирішує проблеми морального старіння і не дозволяє довести енергоефективність як виробництва, так і споживання теплоенергії до рівня, який досягнутий в розвинених країнах.

Викладення результатів дослідження. Аналіз фактичного стану теплопостачання в Україні в довоєнний період і європейських тенденцій розвитку цієї сфери дозволяє запропонувати такі напрями відновлення і модернізації систем виробництва, транспортування і споживання теплоенергії (табл. 1).

Таблиця 1

Напрями відновлення і модернізації окремих об'єктів

Група об'єктів	Мета відновлення і модернізації	Основні заходи відновлення і модернізації
Будівлі і споруди	<ul style="list-style-type: none"> Зниження питомого споживання теплоенергії принаймні на 30 % 	<ul style="list-style-type: none"> Комплексна термомодернізація будівель згідно з вимогами чинного законодавства
Об'єкти теплових мереж	<ul style="list-style-type: none"> Зниження втрат тепла при транспортуванні до 5-6 %; Зниження витрат електроенергії на транспортування 	<ul style="list-style-type: none"> Застосування попередньоізольованих труб; Відмова від чотиритрубною системи з переходом на двотрубну; Енергоефективна модернізація центральних теплових пунктів і насосних станцій
Об'єкти генерації теплоенергії	<ul style="list-style-type: none"> Підвищення ефективності теплогенерації; Зниження техногенного навантаження на оточуюче середовище 	<ul style="list-style-type: none"> Перехід за можливістю на використання когенераційних технологій; Впровадження технологій використання скидного тепла; Використання котельного обладнання з ККД не менш 92 %; Використання енергоефективного електрообладнання

Джерело: розроблено авторами

Слід зауважити, що при відновленні і модернізації сфер теплопостачання і теплоспоживання найбільший ефект (порівняно з довоєнним станом) можна отримати при комплексному і взаємопов'язаному здійсненні необхідних заходів у такій сукупності:

- будівлі, що опалюються;
- об'єкти транспортування теплоенергії до цих будівель;
- об'єкти генерації теплоенергії для цих об'єктів транспортування.

У подальшому таку сукупність джерел теплоенергії, теплових мереж, під'єднаних до них і будинків, що отримують послуги з теплопостачання саме з цих тепломереж, будемо називати тепловим кварталом, або тепловим районом.

Ап'рорі можна стверджувати, що ефективність комплексної модернізації усіх елементів теплових кварталів пояснюється тим, що:

- при термомодернізації будівель суттєво знижується потреба в теплоенергії;
- вимоги до продуктивності системи транспортування знижуються як внаслідок зменшення попиту на теплоенергію, так і внаслідок зменшення втрат при транспортуванні;
- кумулятивне зниження (на стадіях транспортування і споживання) необхідного обсягу теплоенергії зменшує вимоги до продуктивності теплогенерації.

Тобто споживання теплоенергії становиться більш енергоефективним, а її виробництво і транспортування – більш економічним.

Для підтвердження цього ап'рорного судження розглянемо умовний приклад різних варіантів модернізації теплового кварталу.

Існуючий стан будинків і системи централізованого теплопостачання такого кварталу характеризується такими даними:

- потреба в теплоенергії для опалення будинків – 2 Гкал/год;
- втрати теплоенергії в розподільчих мережах – 20 %;
- кількість теплоенергії, що відпускається з котельні, – 2,5 Гкал/год;
- ККД котлів – 88 %.

Потреба в природному газі (при калорійності 8000 ккал/м³) – 355,1 м³/год, або 142 м³/Гкал.

Розглянемо різні варіанти модернізації:

I – термомодернізація будинків з метою зменшення споживання теплоенергії на 40 %;

II – модернізація теплових мереж з метою зменшення втрат теплоенергії з 20 % до 5 %;

III – модернізація котельні з метою підвищення ККД з 88 % до 93 % і скорочення споживання природного газу;

IV – одночасна і узгоджена модернізація котельні, теплових мереж і термомодернізація будівель.

Додатково розглянемо варіант, коли теплозабезпечення споживачів здійснюється від центрального теплового пункту, який поєднує споживачів з великою районною (міською) котельнею:

V – одночасна і узгоджена термомодернізація будівель і розподільчих теплових мереж від центрального теплового пункту до будівель.

При проведенні подальших розрахунків враховуються ряд техніко-економічних особливостей, що характерні сфері теплопостачання в сучасних умовах (табл. 2).

Обмеження та залежності, характерні для сфери теплопостачання, які враховуються при оцінюванні економічних вигід від реалізації різних варіантів модернізації

№	Припущення	Примітка
1	При зниженні обсягів виробництва теплоенергії питома норма витрат природного газу на підвищується на 1 %. Можливості перерозподіляти теплове навантаження між котлами відсутні	Зміна питомої норми витрат передбачена галузевою методикою обґрунтування витрат палива [10]. Величину відхилення норми витрат прийнято на підставі аналізу додатку до цієї методики
2	Встановлення нового обладнання при модернізації систем виробництва і постачання теплоенергії приводить до зростання амортизаційних відрахувань: <ul style="list-style-type: none"> ▪ в постачанні теплоенергії – на 1000 %; ▪ при виробництві теплоенергії – на 500 % 	Значна частка обладнання теплоенергетики має нульову (близьку до нульової) залишкову вартість. В структурі тарифу амортизація такого обладнання складає не більше десятих часток відсотка. Для цих розрахунків експертно приймається наведене кратне збільшення амортизації. Похибка у визначенні амортизації не вплине на загальні висновки, що будуть зроблені
3	При зміні обсягів виробництва (постачання) теплоенергії відбувається зміна тарифів	Згідно зі встановленим порядком формування тарифів [11] тарифи встановлюються щорічно виходячи з запланованого обсягу виробництва. Тобто зміна обсягу виробництва (постачання) теплоенергії повинна враховуватись при черговому перегляді тарифів
4	Тарифи на виробництво і постачання теплоенергії встановлені з нульовою рентабельністю	Прагнення органів місцевого самоврядування до стримування зростання тарифів призводить до того, що типовим є ситуація, коли в структурі тарифів прибуток не планується. За необхідності збитки підприємств теплопостачання компенсуються з місцевих бюджетів у вигляді фінансової допомоги
5	До умовно-змінних витрат при виробництві теплоенергії відносяться витрати на паливо – природний газ. До умовно-змінних витрат при постачанні теплоенергії відносяться витрати на електроенергію	Умовно-змінні витрати – витрати, загальна сума яких змінюється пропорційно зміні обсягів виробництва. У виробництві теплоенергії, крім витрат на природний газ, до таких витрат відносяться також витрати на електроенергію і реагенти для хімічної підготовки води. В подальших розрахунках для спрощення ці витрати не враховуються
6	До умовно-постійних витрат відносяться витрати на оплату праці, відрахування на єдиний соціальний внесок, амортизаційні відрахування, адміністративні та інші операційні витрати	Умовно-постійні витрати – витрати, загальна сума яких не змінюється при зміні обсягів виробництва. Наприклад, сума амортизації залежить тільки від складу, вартості та термінів корисної експлуатації основних засобів
7	При зміні обсягів споживання природного газу обсяг викидів продуктів згоряння в атмосферу змінюється у тому ступені, в якому змінюється обсяг спожитого природного газу	Для спрощення розрахунків приймається, що при проведенні модернізації природоохоронні заходи не здійснюються

Джерело: розроблено авторами

Подальші розрахунки зроблені на підставі структури тарифів на виробництво і постачання, інформація про яку міститься у постановках Національної комісії, що здійснює

державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг про затвердження тарифів [12]. Прийняту для розрахунків структура тарифів наведено в табл. 3.

Таблиця 3

Усереднена структура тарифів на виробництво і постачання

Складова тарифу	Виробництво теплоенергії		Постачання теплоенергії	
	На одиницю, грн/Гкал	На весь обсяг, грн	На одиницю, грн/Гкал	На весь обсяг, грн
Умовно-змінні витрати	1215,60		2,64	
Умовно-постійні витрати (до проведення модернізації)		927 810		114 860,60
У тому числі амортизація		32500,80		1 647,00
Усього тариф	1300,00		13,10	
Тариф з урахуванням ПДВ	1560,99		15,72	

Джерело: складено за даними [12]

Як свідчить структура тарифів, наведена в табл. 3, питома вага амортизації в загальному тарифі складає: в тарифі на виробництво – 0,22 %, в тарифі на постачання – 1,12 %, в тарифі для споживача (сума тарифів на виробництво і постачання) – 0,24 %. Така питома вага амортизації дозволяє стверджувати, що точність експертної оцінки амортизації модернізованого обладнання, зроблена в табл. 2, не суттєво впливає на точність загальних висновків.

З урахуванням інформації, що наведена в табл. 2 і 3, зробимо оцінку економічних втрат і вигід за окремими варіантами.

Перший варіант – тільки термомодернізація будинків, що опалюються, без змін у постачальника і виробника

теплоенергії. У цьому варіанті економічні вигоди отримають споживачі, які зменшують витрати на послуги з теплопостачання.

Зменшення потреби в теплоенергії для виробника і постачальника теплоенергії призводить до збільшення собівартості (виробництва чи постачання) одиниці теплоенергії за рахунок розподілу умовно-постійних витрат на менший обсяг виробництва і подальшого зростання тарифів.

Прогноз зміни окремих техніко-економічних показників у учасників процесу теплопостачання при реалізації першого варіанта наведено в табл. 4.

Зниження обсягу виробництва теплоенергії призведе до зниження обсягів природного газу за опалювальний

Таблиця 4

Зміна техніко-економічних показників при реалізації 1-го варіанта (термомодернізація будівель)

Показник	Споживач	Постачальник	Виробник
Потреба в теплоенергії, Гкал/год	Знижується з 2,0 до 1,2		
Продуктивність котельні, Гкал/год	Знижується з 2,5 до 1,5		
Виробництво і постачання теплоенергії в опалювальному періоді, Гкал	зменшується з 10 980 до 6 588		
Зміна умовно-змінних витрат на виробництво внаслідок відхилення режиму роботи котла від номінального, грн/Гкал		Не змінюються – 2,64	Зростають з 1 215,50 до 1 227,66
Зміна умовно-постійних витрат при зниженні обсягу виробництва і постачання, грн/Гкал		Зростають з 10,46 до 17,43	Зростають з 84,50 до 140,83
Тариф, грн/Гкал, без ПДВ		Зростає з 13,10 до 20,07	Зростає з 1 300,00 до 1 368,49
Зростання тарифу, %		+53,2	+5,3
Тариф для споживача (сума тарифів на виробництво і постачання) без ПДВ, грн/Гкал	Зростає з 1 313,10 до 1 388,56		
Теж саме з ПДВ, грн/Гкал	Зростає з 1 575,72 до 1 666,27		
Зміна тарифу на теплоенергію для споживача, %	+5,7		
Сумарні витрати споживача на опалення, тис. грн	Зменшуються з 17 301,4 до 10 977,4		
Зміна витрат споживача на опалення, %	-36,6		

Джерело: складено авторами

період. Таке зниження (з урахуванням збільшення питомої норми витрат палива при відхиленні режиму роботи котла від номінального) складає:

$$(10\,980 \times 142 - 6\,588 \times 142 \times 1,01) : 1\,000 = 614,3 \text{ тис. м}^3.$$

Зниження обсягів викидів шкідливих речовин в атмосферу складає:

$$456,8 : (10\,980 \times 142 : 1\,000) \times 100 = 39,4\%.$$

Другий варіант – модернізація теплових мереж з метою зменшення втрат тепла з 20 % до 5 % призводить до зменшення кількості теплоенергії, що відпускається з колекторів котельні.

Як і в попередньому варіанті, таке зменшення обсягів теплоенергії призводить до зростання тарифів на виробництво і постачання теплоенергії.

Додатково на зростання тарифу на постачання вплине збільшення суми амортизації нового обладнання.

Прогноз зміни окремих техніко-економічних показників у учасників процесу теплопостачання при реалізації другого варіанта наведено в табл. 5.

Як і в попередньому варіанті, зниження обсягу виробництва теплоенергії призведе до зниження обсягів споживання природного газу за опалювальний період. Таке зниження (з урахуванням збільшення питомої норми витрат палива при відхиленні режиму роботи котла від номінального) складає:

$$(10\,980 \times 142 - 9\,245,16 \times 142 \times 1,01) : 1\,000 = 233,2 \text{ тис. м}^3.$$

Зниження обсягів викидів шкідливих речовин в атмосферу складає:

$$233,2 : (10\,980 \times 142 : 1\,000) \times 100 = 15,0\%.$$

Зміна техніко-економічних показників при реалізації 2-го варіанта
(модернізація систем теплопостачання)

Показник	Споживач	Постачальник	Виробник
Потреба в теплоенергії, Гкал/год	2,0 (не змінюється)		
Продуктивність котельні, Гкал/год		Знижується з 2,5 до 2,105	
Виробництво і постачання теплоенергії в опалювальному періоді (зменшення за рахунок менших втрат в мережах), Гкал		Знижується з 10 980 до 9 245,16	
Зміна умовно-змінних витрат на виробництво внаслідок відхилення режиму роботи котла від номінального, грн/Гкал		2,64 (не змінюються)	Зростають з 1215,50 до 1227,66
Умовно-постійні витрати без врахування амортизації, грн.		113 213,60	
Амортизація, грн		Збільшується з 1 647 до 16 470	
Усього умовно-постійних витрат, грн		Збільшуються з 114 860,60 до 129 683,60	927 810 (не змінюються)
Теж саме на одиницю, Гкал		Збільшуються з 10,46 до 14,03	Зростають з 84,50 до 100,36
Тариф, грн/Гкал, без ПДВ		Збільшується з 13,10 до 16,66	Збільшується з 1 300,00 до 1 328,02
Зміна тарифу, %		+26,3	+2,2
Тариф для споживача (сума тарифів на виробництво і постачання) без ПДВ, грн/Гкал	Зростає з 1 313,10 до 1 344,68		
Теж саме з ПДВ, грн/Гкал	Зростає з 1 575,72 до 1 613,62		
Зміна тарифу на теплоенергію для споживача, %	+2,4		
Сумарні витрати споживача на опалення, тис. грн	Знижується з 17 301,4 до 14 918,1		
Зміна витрат споживача на опалення, %	-13,8		

Джерело: складено авторами

Третій варіант передбачає модернізацію котельні з метою підвищення ККД котельного обладнання з 88 % до 93 %. Таке підвищення ККД призведе до зниження питомої норми витрат природного газу з 142 м³/Гкал до 134,4 м³/Гкал.

Обсяги виробництва, постачання і споживання теплоенергії не змінюються.

Встановлення нового обладнання приведе до збільшення суми амортизації (з 32,5 тис. грн до 162,5 тис. грн). Такі зміни в структурі собівартості приводять до необхідності перегляду тарифу.

Прогноз зміни окремих техніко-економічних показників у учасників процесу теплопостачання при реалізації другого варіанта наведено в табл. 6.

Модернізація котельного обладнання приведе до зниження обсягів споживання природного газу за опалювальний період на:

$$10\,980 \times (142 - 134,4) : 1\,000 = 83,4 \text{ тис. м}^3.$$

Зниження обсягів викидів шкідливих речовин в атмосферу складає:

$$83,4 : (10\,980 \times 142 : 1\,000) \times 100 = 5,4 \text{ \%}.$$

Четвертий варіант – комплексна модернізація, при якій одночасно і взаємопов'язано виконується термомодернізація будівель, модернізація систем постачання і виробництва теплоенергії.

При зниженні споживання теплоенергії на 40 %, зменшенні втрат тепла в тепломережах з 20 % до 5 % і підвищенні ККД котельного обладнання з 88 % до 93 % техніко-економічні показники теплопостачання змінюються таким чином (табл. 7).

Модернізація котельного обладнання приведе до зниження обсягів споживання природного газу за опалювальний період на:

$$(10\,980 \times 142 - 5\,547,8 \times 134,4) : 1\,000 = 813,5 \text{ тис. м}^3.$$

Таблиця 6

Зміна техніко-економічних показників при реалізації 3-го варіанта (модернізація котельні)

Показник	Споживач	Постачальник	Виробник
Потреба в теплоенергії, Гкал/год	2,5 (не змінюється)		
Продуктивність котельні, Гкал/год		2,5 (не змінюється)	
Виробництво і постачання теплоенергії в опалювальному періоді, Гкал		10 980 (не змінюється)	
Умовно-змінні витрати, грн/Гкал (зменшення за рахунок зниження питомих витрат природного газу)		2,64 (не змінюється)	Зменшуються з 1 215,50 до 1150,15
Умовно-постійні витрати без врахування амортизації, грн			895 309,20 (не змінюється)
Амортизація, грн			Зростає з 32 500,80 до 162 504,00
Усього умовно-постійних витрат, грн		114 860 (не змінюється)	Зростають з 927 810 до 1 057 813,20
Теж саме на одиницю, Гкал		10,46	Зростають з 84,50 до 96,34
Тариф, грн/Гкал, без ПДВ		13,10	Зменшується з 1 310,00 до 1 246,49
Зміна тарифу, %		0,0	-4,8
Тариф для споживача (сума тарифів на виробництво і постачання) без ПДВ, грн/Гкал	Зменшується з 1 313,10 до 1 259,59		
Теж саме з ПДВ, грн/Гкал	Зменшується з 1 575,72 до 1 511,51		
Зміна тарифу на теплоенергію для споживача, %	-4,1		
Сумарні витрати споживача на опалення, тис. грн	Зменшуються з 17 301,4 до 16 596,4		
Зміна витрат споживача на опалення, %	-4,1		

Джерело: складено авторами

Зниження обсягів викидів шкідливих речовин в атмосферу складає:

$$813,5 : (10\,980 \times 142 : 1\,000) \times 100 = 52,2 \%$$

П'ятий варіант – одночасна термомодернізація будівель і модернізація розподільчих теплових мереж від центрального теплового пункту до будівель, що опалюються.

Необхідний обсяг теплоенергії забезпечується великою районною котельнею. Для такої котельні зміна обсягів виробництва теплоенергії на 2–3 Гкал/год практично не впливає на техніко-економічні показники роботи.

Тому в подальших розрахунках враховуються тільки зміни вартості послуг з тепlopостачання і зміни показників системи тепlopостачання. Відповідні розрахунки наведено в табл. 8.

Зниження потреби в теплоенергії приведе до зниження обсягів споживання природного газу за опалювальний період на:

$$(10\,980 - 5\,547,8) \times 142 : 1\,000 = 771,4 \text{ тис. м}^3$$

Зниження обсягів викидів шкідливих речовин в атмосферу не визначається, тому що в розрахунку по цьому варіанту не враховуються показники роботи котельні.

У табл. 9 наведено порівняння варіантів модернізації, що розглянуті вище.

Проведені розрахунки по варіантах носять орієнтовний характер. Так, зокрема, не враховано таке джерело додаткової економії, як використання більш енергоефективного електрообладнання в котельнях і системах передачі теплоенергії (наприклад, використання електродвигунів з частотним регулюванням обертів). Ще більший економічний ефект буде отриманий, якщо при модернізації котельні будуть використовуватись когенераційні технології.

Не враховано й те, що при термомодернізації будівель і встановленні в них індивідуальних теплових пунктів (з теплообмінниками для підготовки гарячої води безпосередньо в будинку, де вона споживається) з'являється можливість переходу від чотиритрубної до двотрубної системи подачі тепла в будівлі, що суттєво знижує матеріалоемність системи постачання тепла.

Зміна техніко-економічних показників при реалізації 4-го варіанта
(комплексна модернізація)

Показник	Споживач	Постачальник	Виробник
Потреба в теплоенергії, Гкал/год	Зниження потреби з 2,0 Гкал/год до 1,2 Гкал/год		
Продуктивність котельні, Гкал/год		Зниження з 2,5 до 1,26	
Виробництво і постачання теплоенергії в опалювальному періоді, Гкал		Зниження з 10 980 до 5 547,8	
Умовно-змінні витрати, грн/Гкал		2,64 (не змінюються)	Зменшуються з 1 215,50 до 1150,15
Умовно-постійні витрати без врахування амортизації, грн		113 213,60 (не змінюються)	895 309,20 (не змінюються)
Амортизація, грн		Збільшується з 1 647 до 16 470	Збільшується з 32 500,80 до 162 504,00
Усього умовно-постійних витрат, грн		Збільшуються з 114 860,60 до 129 683,60	Збільшується з 927 810 до 1 057 813,20
Теж саме на одиницю, Гкал		Збільшуються з 10,46 до 23,38	Збільшуються з 84,50 до 163,43
Тариф, грн/Гкал, без ПДВ		26,02	1313,58
Зміна тарифу, %		+98,6	+1,0
Тариф для споживача (сума тарифів на виробництво і постачання) без ПДВ, грн/Гкал	Зростає з 1 313,10 до 1 339,60		
Теж саме з ПДВ, грн/Гкал	Зростає з 1 575,72 до 1 607,52		
Зміна тарифу на теплоенергію для споживача, %	+2,0		
Сумарні витрати споживача на опалення, тис. грн	Знижуються з 17 301,4 до 8 918,2		
Зміна витрат споживача на опалення, %	-48,5		

Джерело: складено авторами

Таблиця 8

Зміна техніко-економічних показників при реалізації 5-го варіанта
(термомодернізація будівель і модернізація мереж теплопостачання)

Показник	Споживач	Постачальник
1	2	3
Потреба в теплоенергії, Гкал/год	Знижується з 2,0 до 1,2	
Надходження теплоенергії до центрального теплового пункту, Гкал/год	Знижується з 2,5 до 1,26	
Постачання теплоенергії в опалювальному періоді, Гкал	Знижується з 10 980 до 5 547,8	
Умовно-змінні витрати, грн/Гкал		2,64 (не змінюються)
Умовно-постійні витрати без врахування амортизації, грн		113 213,60
Амортизація, грн		Збільшується з 1 647 до 16 470
Усього умовно-постійних витрат, грн		Збільшуються з 114 860,60 до 129 683,60
Теж саме на одиницю, Гкал		Збільшуються з 10,46 до 23,38

Закінчення табл. 8

1	2	3
Тариф, грн/Гкал, без ПДВ		Збільшується з 13,10 до 26,02
Зміна тарифу, %		+98,6
Тариф на виробництво теплоенергії, грн/Гкал без ПДВ	1300,00	
Тариф для споживача (сума тарифів на виробництво і постачання) без ПДВ, грн/Гкал	Збільшується з 1 313,10 до 1 326,02	
Теж саме з ПДВ, грн/Гкал	Збільшується з 1 575,72 до 1 591,22	
Зміна тарифу на теплоенергію для споживача, %	+1,0	
Сумарні витрати споживача на опалення, тис. грн	Знижуються з 17 301,4 до 8 827,8	
Зміна витрат споживача на опалення, %	-49,0	

Джерело: складено авторами

Але навіть такі, орієнтовні, розрахунки доказують найвищу (порівняно з іншими варіантами) ефективність саме комплексної модернізації усього ланцюжка «виробництво-постачання-споживання теплоенергії».

На користь комплексної модернізації свідчить і архітектура мереж тепlopостачання, що склалися в середніх і великих містах України. Типовим для цих міст є викорис-

тання систем тепlopостачання з різним ступенем централізації.

Для прикладу, в табл. 10 наведено характеристику системи тепlopостачання м. Харкова, яка складена на підставі даних, що містяться на офіційних сайтах Харківської міської ради і комунального підприємства «Харківські теплові мережі» [13; 14].

Таблиця 9

Економічні вигоди (збитки) окремих учасників тепlopостачання при різних варіантах відновлення

Показник	Варіанти модернізації				
	I	II	III	IV	V
Ціль модернізації	Зниження споживання теплоенергії на 40 %	Зниження втрат тепла при транспортуванні з 20 % до 5 %	Підвищення ККД котла з 88 % до 93 %	Цілі варіантів I-III	Цілі варіантів I та II
<i>Результат досягнення цілі</i>					
Споживачі	Зниження витрат на сплату послуг тепlopостачання на 36,6 %	Зниження витрат на сплату послуг тепlopостачання на 13,8 %	Зниження витрат на сплату послуг тепlopостачання на 4,8 %	Зниження витрат на сплату послуг тепlopостачання на 48,5 %	Зниження витрат на сплату послуг тепlopостачання на 49,0 %
Транспортувальник енергії	При зростанні тарифу на 53,2 % вигід (збитків) не має	При зростанні тарифу на 26,3 % вигід (збитків) не має	Тариф не змінюється	При зростанні тарифу на 98,6 % вигід (збитків) не має	При зростанні тарифу на 98,6 % вигід (збитків) не має
Виробник теплоенергії	При зростанні тарифу на 5,3 % вигід (збитків) не має	При зростанні тарифу на 2,2 % вигід (збитків) не має	При зниженні тарифу на 4,8 % вигід (збитків) не має	При зростанні тарифу на 1,0 % вигід (збитків) не має	Технік-економічні показники не змінюються
Економія природного газу за опалювальний період, тис. м ³	614,3	233,2	83,4	813,5	771,4
Зменшення викидів шкідливих речовин, %	39,4	15,0	5,4	52,2	-

Джерело: складено авторами

Система теплопостачання м. Харкова

Система теплопостачання	Кількість	Примітка
Автономне теплопостачання (внутрішньобудинкова система опалення, яка використовується для теплозабезпечення окремого багатоквартирного будинку)	137 [13]	Враховані тільки житлові будинки. Дані про автономне теплопостачання в громадських будинках відсутні
Децентралізоване теплопостачання (сукупність джерел теплової енергії потужністю від 1 до 3 Гкал/год, місцевих (розподільчих) теплових мереж)	179 [14]	Наведена кількість систем надає послуги з теплопостачання як житловим, так і громадським будинкам
Помірно централізоване теплопостачання (сукупність джерел теплової енергії потужністю від 3 до 20 Гкал/год, магістральних та/або місцевих (розподільчих) теплових мереж)	37 [14]	
Централізована система теплопостачання (сукупність джерел теплової енергії, магістральних та місцевих (розподільчих) теплових мереж, що об'єднані між собою та використовуються для теплозабезпечення споживача, населеного пункту, яка включає системи децентралізованого та помірно-централізованого теплопостачання)	9 [14]	Включає ТЕЦ-3, ТЕЦ-5 і 9 котельень продуктивністю більше 20 Гкал/год [6]. Послуги з теплопостачання надаються за допомогою 209 центральних теплових пунктів [6]

Джерело: складено за [13; 14]; ознаки систем з різним рівнем централізації – згідно з Законом України «Про теплопостачання» [15]

Наведені дані свідчать, що систему теплозабезпечення міста Харкова можна розглядати як сукупність 425 теплових районів:

216 теплових районів, теплопостачання яких організовано на базі окремих малих чи середніх котельень;

209 теплових районів, теплопостачання яких організовано від центральних теплових пунктів.

Комплексна модернізація таких теплових районів потребує значних фінансових ресурсів. Оцінку потреб в інвестиціях для розглянутого прикладу можна зробити на підставі інформації, що міститься в Базі даних енергетичних сертифікатів Держенергоефективності України [16] (далі – База).

Зокрема, в цій Базі наявні 224 енергетичних сертифікати житлових будівель, в яких вказане теплове навантаження системи опалення до проведення термомодернізації. Згідно з цими сертифікатами для житлового будинку з опалювальною площею 7100 м² необхідне теплове навантаження складає в середньому 0,43 Гкал/год.

Тобто тепловий район, що розглядається в нашому умовному прикладі, складається з 5 житлових будинків загальною опалювальною площею 33 тис. м², котельні продуктивністю до комплексної модернізації 2,5 Гкал/год і розподільчої мережі теплопостачання (умовна протяжність в двотрубному вимірі – 750 п.м.).

Беручи до уваги результати розрахунків, що наведені в табл. 7 і 8 щодо зміни витрат споживачів на опалення, можемо визначити економію в розрахунку на 1 м² опалювальної площі за один опалювальний сезон при проведенні комплексної модернізації:

IV варіант (термомодернізація будівель, модернізація теплових мереж і котельні – табл. 7) – витрати на опалення знижуються з 17 301,4 до 8918,2 тис грн за опалювальний сезон (тобто на 8 392,2 тис. грн). У розрахунку на 1 м² площі, що опалюється, економія складає:

$$8\,392,2 : 33 = 254,31 \text{ грн.}$$

V варіант (термомодернізація будівель і модернізація теплових мереж) – витрати на опалення знижуються з 17 301,4 до 8 827,8 тис грн за опалювальний сезон (тобто на 8 473,6 тис. грн). У розрахунку на 1 м² площі, що опалюється, економія складає:

$$8\,473,6 : 33 = 256,78 \text{ грн.}$$

Орієнтовна вартість термомодернізації будівель може бути визначена на підставі аналізу даних Бази [16]. Найбільш поширеними заходами в проектах термомодернізації житлових будівель є такі: утеплення фасадів і цоколю, заміна старих вікон на енергозберігаючі, утеплення плити перекриття неопалюваного горища, утеплення підлоги, теплоізоляція трубопроводів та запірної арматури систем опалення і гарячого водопостачання, встановлення балансуювальних клапанів і балансування системи опалення.

Аналіз енергетичних сертифікатів 566 житлових будівель, що містяться в Базі, показує, що для реалізації цих заходів потрібні інвестиції в середньому 1347,70 грн на 1 м² опалювальної площі.

Тобто для термомодернізації будівель теплового кварталу, що розглядається, сума інвестицій орієнтовно складає:

$$1347,7 \text{ грн/м}^2 \times 33 \text{ тис. м}^2 = 44\,474,1 \text{ тис. грн.}$$

Враховуючи, що за варіантами IV і V річна сума економії витрат на опалення складає 8392,2-8473,6, простий термін окупності складає 5,2-5,3 роки.

Для порівняння оцінимо термін окупності інвестицій при варіанті I (тільки термомодернізація будівель). Згідно з розрахунками, наведеними в табл. 4, витрати на опалення за опалювальний сезон знижуються з 17 301,4 до 10 977,4 тис. грн, або на 6 324 тис. грн. В такому випадку простий термін окупності складе:

$$44\,474,1 : 6\,324 = 7 \text{ років.}$$

Тобто для споживачів теплоенергії проведення комплексної модернізації є економічно більш привабливим, ніж окрема термомодернізація будівель.

Стосовно інших учасників теплопостачання можна зауважити таке.

Якщо після проведення комплексної термомодернізації відбудеться підвищення тарифів на виробництво і постачання теплоенергії на визначеному в табл. 7, 8 рівні, то можна прогнозувати таке.

По-перше. Постачальник і виробник теплоенергії будуть в змозі покривати усі операційні витрати за рахунок збільшеного тарифу.

Економія витрат споживачів на опалення дозволяє очікувати підвищення рівня розрахунків за спожиті послуги з теплопостачання. Більш повна і своєчасна оплата послуг дозволить, принаймні, почати вирішувати «хронічну хворобу» комунальної теплоенергетики – велика сума і тенденція до зростання дебіторської заборгованості.

По-друге. Після проведення модернізації потреба в інвестиціях у постачальника і виробника теплоенергії суттєво знизиться (внаслідок встановлення нового обладнання). Одночасно суттєво збільшиться сума амортизації, яка може витратитись на поточні інвестиції.

У подальшому через 6–7 років (коли окупляться інвестиції в термомодернізацію і почне зростати потреба в інвестиціях у виробництво і постачання теплоенергії) тарифи можуть бути збільшені, і економія від комплексної модернізації може бути перерозподілена між споживачем, постачальником і виробником теплоенергії.

Майбутнє зростання тарифів на теплоенергію з метою забезпечення прибутковості комунальної теплоенергетики є доцільним з точки зору привабливості цих підприємств для приватних інвестицій і наступної приватизації об'єктів теплопостачання.

Значний вигреш від комплексної модернізації теплових кварталів отримує і держава. Розрахунки, що виконані вище, дозволяють стверджувати, що при масовій комплексній термомодернізації житлового фонду і об'єктів комунальної теплоенергетики:

- а) майже вдвічі зменшиться потреба в природному газі для потреб комунальної теплоенергетики, а отже, підвищиться енергетична безпека держави;
- б) суттєво (практично в два рази) знизяться викиди шкідливих речовин в атмосферу від об'єктів комунальної теплоенергетики;
- в) при економії витрат на опалення значно скоротиться обсяг субсидій, що надається населенню для сплати житлово-комунальних послуг.

На загальнодержавному рівні потенційний економічний ефект від масової комплексної модернізації може бути оцінений виходячи з того, що площа житлового фонду багатоквартирних будинків в Україні складає 599,4 млн м² [17].

Екстраполяція виконаних розрахунків на масову комплексну модернізацію за варіантами IV і V лише 10 % житлового фонду (60 млн м²) показує, що це дозволить знизити витрати природного газу на опалення приблизно на 1402–1479 млн м³. При ціні природного газу 1000 дол. США за 1 тис. м³ (умовно) така економія дозволить знизити витрати валюти на закупівлю палива на 1,4–1,5 млрд дол.

Крім того, зменшення обсягів спалювання природного газу приводить і до зменшення викидів парникових газів та інших шкідливих речовин покращить екологічний стан населених пунктів, що опосередковано приводить і до соціального ефекту.

Висновки. Таким чином, запропонований підхід до відновлення населених пунктів у поствоєнний період шляхом проведення комплексної модернізації теплових районів є високоефективним і дозволяє вирішити цілий ряд проблем, які існують в країні. Практична реалізація такого підходу потребує цілого комплексу підготовчих робіт, зокрема: виокремлення окремих теплових районів в межах міста, обстеження поточного стану житлового фонду і об'єктів теплоенергетики, розробка проектів модернізації окремих об'єктів тощо.

На практиці оцінка заходів з модернізації повинна бути скорегована на вартість робіт з усунення пошкоджень і руйнувань, які спричинила військова агресія російської федерації. Але відповідні витрати повинні бути здійснені не залежно від варіанта відновлення, який буде прийнятий для реалізації.

Деякі заходи, необхідні для відновлення необхідної інфраструктури міст, на цей час знаходяться в стадії реалізації. Так, Кабінетом Міністрів України [18] встановлено порядок виконання невідкладних робіт щодо ліквідації наслідків збройної агресії Російської Федерації, пов'язаних із пошкодженням будівель і споруд; Міністерством розвитку громадян та територій затверджено Методику проведення обстеження та оформлення його результатів [19], а Харківською міською радою затверджено План робіт з обстеження об'єктів, пошкоджених внаслідок збройної агресії Російської Федерації на території м. Харкова [20].

Реалізація перелічених нормативних актів дозволить сформувати інформаційне підґрунтя для подальшого проектування і виконання робіт з відновлення і модернізації будівель. Але реалізація проектів комплексної модернізації потребує вирішення цілого ряду питань, пов'язаних з організацією і координацією відповідних робіт, встановлення черговості їх виконання і організацією фінансування.

Ці питання визначають напрями подальших досліджень, спрямованих на максимально можливе «енергетичне оздоровлення» населених пунктів при обмежених фінансових ресурсах на відновлення і модернізацію їх інфраструктури.

ЛІТЕРАТУРА

1. Звіт про прямі збитки інфраструктури від руйнувань внаслідок військової агресії росії проти України станом на 1 вересня 2022 року. URL: https://damageddev-e90f45a976bd2f5e533c-endpoint.azureedge.net/wp-content/uploads/2022/10/Sep22_FINAL_Sep1_Damages-Report.docx.pdf
2. Патон Б. Е., Долинский А. А., Гец В. М., Кухарь В. П., Басок Б. И., Базеев Е. Т., Подолец Р. З. Приоритеты национальной стратегии теплообеспечения населенных пунктов Украины. *Вісник НАН України*. 2014. № 9. С. 29–47.
3. Управління енергоефективністю в сфері житлово-комунального господарства: кол. моногр. / за ред. П. П. Микичука. Тернопіль: Економічна думка, ТНЕУ, 2018. 300 с.

4. Оптимізація систем теплопостачання із використанням економіко-математичного моделювання : монографія / за ред. заг. ред. О. М. Гавриця. Харків : НТУ «ХПІ», 2015. 209 с.

5. Долінський А. А., Басок Б. І., Базєєв Є. Т. Енергетична стратегія України: розвиток теплозабезпечення. *Промышленная теплотехника*. 2015. Т. 37. № 2. С. 3–11.

6. Кизим М. О., Котляров Є. І., Хаустова В. Є. Аналіз організації централізованого теплозабезпечення великих населених пунктів в Україні та країнах світу. *Бізнес Інформ*. 2021. № 9. С. 96–107.

DOI: 10.32983/2222-4459-2021-9-96-107

7. Кизим М. О., Хаустова В. Є., Котляров Є. І. Аналіз тенденцій розвитку централізованого теплопостачання в Україні. *Бізнес Інформ*. 2021. № 8. С. 84–92.

DOI: 10.32983/2222-4459-2021-8-68-81

8. Теплозабезпечення великих міст України: поточний стан і напрями модернізації : кол. моногр. / за ред. М. О. Кизима, Є. І. Котлярова. Харків : ФОП Лібуркіна Л. М., 2021. 340 с.

9. Wang D., Gryshova I., Balian A., Kyzym M., Salashenko T., Khaustova V., Davidiuk O. Assessment of Power System Sustainability and Compromises between the Development Goals. *Sustainability*. 2022. Vol. 14. 2236.

DOI: 10.3390/su14042236

10. КТМ 204 Україна 246-99. Галузева методика нормування витрат палива та відпуск теплової енергії котельнями теплового господарства : Наказ Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики України від 17.12.1998 № 290. URL: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page.html?id_doc=30027

11. Про затвердження Порядку формування тарифів на теплову енергію, її виробництво, транспортування та постачання, послуги з централізованого опалення і постачання гарячої води : Постанова Кабінету Міністрів України від 01.06.2011 № 869. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/869-2011-%D0%BF#n20>

12. Офіційний сайт Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг. URL: <https://www.nerc.gov.ua>

13. Харкові триває процес підготовки систем автономного опалення житлового фонду ЖК, ЖБК, ОСББ до роботи в осінньо-зимовий період. URL: <https://www.city.kharkov.ua/uk/news/-48240.html>

14. Інвестиційна програма Комунального підприємства «Харківські теплові мережі» на 2021 р. URL: https://hts.kharkov.ua/docs/proekt_2021.pdf

15. Про теплопостачання : Закон України від 02.06.2005 № 2633-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2633-15#Text>

16. База даних енергетичних сертифікатів Держенергоефективності України. URL: <https://data.gov.ua/dataset/850f8b57-fee3-493f-a7e7-365f73236bf5>

17. Проект розпорядження Кабінету Міністрів України «Про схвалення Довгострокової стратегії термомодернізації будівель на період до 2050 року та Концепції Загальнодержавної економічної цільової програми підтримки термомодернізації будівель на 2022-2030 роки». URL: <https://www.minregion.gov.ua/base-law/grom-convers/elektronni-konsultatsiyi-z-gromadskisty/proekt-rozporjadzhennya-kabinetu-ministriv-ukrayiny-pro-shvalennya-dovgostrokovoyi-strategiyi-termomodernizacziyi-budivel-na-period-do-2050-roku-ta-konczepcziji-zagalnodержavnoyi-ekonomichnoyi/>

18. Порядок виконання невідкладних робіт щодо ліквідації наслідків збройної агресії Російської Федерації, пов'язаних із пошкодженням будівель та споруд : Постанова Кабінету Міні-

стрів України від 19.04.2022 № 473. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/473-2022-%D0%BF#Text>

19. Методика проведення обстеження та оформлення його результатів : Наказ Міністерства розвитку громад та територій України від 06.08.2022 № 144. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0898-22#Text>

20. Повідомлення про оприлюднення інформації про План робіт з обстеження об'єктів, пошкоджених внаслідок збройної агресії Російської Федерації на території м. Харкова. URL: <https://www.city.kharkov.ua/ru/document/povidomlennya-pro-oprilyudnennya-informatsii-pro-plan-robit-z-obstzezhennya-obektiv-poskodzenikh-vnaslidok-zbrojnoi-agresii-rosiyskoi-federatsii-na-teritorii-m-kharkova-66934.html>

REFERENCES

“Baza danykh enerhetychnykh sertyfikatov Derzhenerhoefektyvnosti Ukrainy” [Database of Energy Certificates of the State Energy Efficiency Agency of Ukraine]. <https://data.gov.ua/dataset/850f8b57-fee3-493f-a7e7-365f73236bf5>

Dolinskyi, A. A., Basok, B. I., and Bazieiev, Ye. T. “Enerhetychna stratehiia Ukrainy: rozvytok teplozabezpechennia” [Energy Strategy of Ukraine: Development of Heat Supply]. *Promyshlennaya teplotekhnika*, vol. 37, no. 2 (2015): 3-11.

“Investytsiina prohrama Komunalnoho pidpriemstva «Kharkivski teplovi merezhy» na 2021 r.” [Investment Program of the Kharkiv Heat Networks Utility Company for 2021]. https://hts.kharkov.ua/docs/proekt_2021.pdf

Kyzym, M. O., Khaustova, V. Ye., and Kotliarov, Ye. I. “Analiz tendentsii rozvytku tsentralizovanoho teplopstachannia v Ukraini” [Analyzing the Tendencies in the Development of Centralized Heat Supply in Ukraine]. *Biznes Inform*, no. 8 (2021): 68-81.

DOI: 10.32983/2222-4459-2021-8-68-81

Kyzym, M. O., Kotliarov, Ye. I., and Khaustova, V. Ye. “Analiz orhanizatsii tsentralizovanoho teplozabezpechennia velykykh naselenykh punktiv v Ukraini ta krainakh svitu” [Analysis of the Organization of Centralized Heat Supply of Large Settlements in Ukraine and the Countries of the World]. *Biznes Inform*, no. 9 (2021): 96-107.

DOI: 10.32983/2222-4459-2021-9-96-107

[Legal Act of Ukraine] (1998). http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page.html?id_doc=30027

[Legal Act of Ukraine] (2005). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2633-15#Text>

[Legal Act of Ukraine] (2011). <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/869-2011-%D0%BF#n20>

[Legal Act of Ukraine] (2022). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/473-2022-%D0%BF#Text>

[Legal Act of Ukraine] (2022). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0898-22#Text>

Ofitsiyni sait Natsionalnoi komisii, shcho zdiisniuie derzhavne rehuliuвання u sferakh enerhetyky ta komunalnykh poslug. <https://www.nerc.gov.ua>

Optymizatsiia system teplopstachannia iz vykorystanniam ekonomiko-matematychnoho modeliuвання [Optimization of Heat Supply Systems Using Economic and Mathematical Modeling]. Kharkiv: NTU «KhPI», 2015.

“Povidomlennia pro oprilyudnennia informatsii pro Plan robit z obstzezhennia obektiv, poskodzenykh vnaslidok zbrojnoi ahresii Rosiiskoi Federatsii na terytorii m. Kharkova” [Notice on the Publication of Information on the Work Plan for the Inspection of Objects Damaged as a Result of the Armed Aggression of the

Russian Federation on the Territory of the City of Kharkiv]. <https://www.city.kharkov.ua/ru/document/povidomlennya-pro-oprilyudnennya-informatsii-pro-plan-robit-z-obstezhennya-obektiv-posh-kodzhenikh-vnaslidok-zbroynoi-agresii-rosiyskoi-federatsii-na-teritorii-m-kharkova-66934.html>

“Proekt rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy «Pro skhvalennia Dovhostrokovoi stratehii termomodernizatsii budivel na period do 2050 roku ta Kontseptsii Zahalnodержавnoi ekonomichnoi tsilyvoi prohramy pidtrymky termomodernizatsii budivel na 2022-2030 roky»” [Draft Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine «On the Approval of the Long-term Strategy for the Thermal Modernization of Buildings for the Period until 2050 and the Concept of the National Economic Target Program for the Support of the Thermal Modernization of Buildings for the Years 2022-2030»]. <https://www.minregion.gov.ua/base-law/grom-convers/elektronni-konsultatsiyi-z-gromadskistyuu/proekt-rozporyadzhennya-kabinetu-ministriv-ukrayiny-pro-shvalennya-dovgostrokovoyi-strategiyi-termomodernizatsiyi-budivel-na-period-do-2050-roku-ta-konceptsiyi-zagalnodержavnoyi-ekonomichnoyi/>

Paton, B. E. et al. “Prioritety natsionalnoy strategii teploobespecheniya naselennykh punktov Ukrainy” [Priorities of the National Strategy for Heat Supply of Settlements of Ukraine]. *Visnyk NAN Ukrainy*, no. 9 (2014): 29-47.

Teplozabezpechennia velykykh mist Ukrainy: potochnyi stan i napriamy modernizatsii [Heat Supply of Large Cities of Ukraine:

Current State and Directions of Modernization]. Kharkiv: FOP Liburkina L. M., 2021.

“U Kharkovi tryvaie protses pidgotovky system avtonomnoho opalennia zhytlovoho fondu ZhK, ZhBK, OSBB do roboty v osinno-zymovyi period” [In Kharkiv, the Process of Preparing the Autonomous Heating Systems of the Residential Stock of Housing Stock, Condominiums, Condominiums for Operation in the Autumn-winter Period is Underway]. <https://www.city.kharkov.ua/uk/news/-48240.html>

Upravlinnia enerhoefektyvnistiu v sferi zhytlovo-komunalnoho hospodarstva [Energy Efficiency Management in the Field of Housing and Communal Services]. Ternopil: Ekonomichna dumka; TNEU, 2018.

Wang, D. et al. “Assessment of Power System Sustainability and Compromises between the Development Goals”. *Sustainability*, vol. 14. 2236 (2022). DOI: 10.3390/su14042236

“Zvit pro priami zbytky infrastruktury vid ruinuvan vnaslidok viiskovoi ahresii rosii proty Ukrainy stanom na 1 veresnia 2022 roku” [Report on Direct Damage to Infrastructure from Destruction as a Result of Russia’s Military Aggression Against Ukraine as of September 1, 2022]. https://damageddev-e90f45a976bd2f533c-endpoint.azureedge.net/wp-content/uploads/2022/10/Sep22_FINAL_Sep1_Damages-Report.docx.pdf

Стаття надійшла до редакції 03.11.2022 р.