

О. Б. БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ

КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Визначено поняття ефективності функціонування системи теплопостачання, наведено його класифікацію. Докладно розглянуті складові економічної ефективності: капіталовкладення і експлуатаційні витрати. У капітальних витратах враховуються капітальні витрати на теплові мережі, абонентські системи і теплову ізоляцію, а в експлуатаційних – витрати на паливо; перекачування теплоносія; річну вартість теплових втрат теплопроводами; вартість річних відрахувань від капітальних вкладень на відновлення основних фондів, капітальний і поточний ремонт. Наведено підходи до оцінки соціальної, технологічної та бюджетної ефективності.

Ключові слова: система теплопостачання, економічна, соціальна, технологічна і бюджетна ефективність, капітальні та експлуатаційні витрати.

Вступ. Система теплопостачання складається з джерела теплоти, теплової мережі, вузлів управління, транспортування та розподілу теплоти (насосні перекачувальні станції, теплові пункти тощо) та систем споживання теплоти [1]. Основне призначення будь-якої системи теплопостачання полягає в забезпеченні споживачів необхідною кількістю теплоти необхідної якості (тобто теплоносієм необхідних параметрів) [1, 2]. У загальному вигляді під *ефективністю* розуміється співвідношення результату і витрат на його досягнення [3]. Отже, *ефективність функціонування системи теплопостачання* – це багаторівнева, комплексна категорія. Тому визначення її поняття, класифікація та оцінка є актуальними та мають важливе практичне значення, оскільки результати дослідження будуть спрямовані не тільки на теплозаощадження та підвищення ефективності господарства, але і на вирішення соціально-економічних задач.

Аналіз основних досягнень і літератури. Останнім часом питання ефективності функціонування теплопостачання стали об'єктом багато досліджень. Значний внесок у вивчення економічної природи системи теплопостачання, зокрема питань, пов'язаних із забезпеченням її ефективного функціонування, внесли такі вчені, як О. М. Гавриць, О. Б. Білоцерківський [4], Ю. О. Колихаєва [5], Д. Х. Шазамов [6], І. А. Башмаков [7], В. Н. Папушкін [8], А. С. Некрасов [9] та ін. Проте значною мірою тематика наукових досліджень присвячена економічним і технічним проблемам ефективності функціонування системи теплопостачання. Недостатньо вивчені методи оцінки інших видів ефективності.

Метою роботи є визначення і класифікація ефективності функціонування системи теплопостачання, а також аналіз методів оцінки різних видів ефективності.

Постановка задачі та методи дослідження. На думку Ю.О. Колихаєвої, *ефективність функціонування системи теплопостачання* – це сукупність результативних показників, що характеризують ступінь задоволення зовнішніх і внутрішніх потреб суб'єктів і об'єктів управління, що враховують економічні, соціальні, бюджетні, технічні, технологічні, екологічні та інші відносні ефекти [5].

Ефективність функціонування системи

теплопостачання можна *класифікувати* за такими ознаками [5]:

1. За рівнями: мікрорівень (ефективність підприємства теплопостачання); мезорівень (ефективність системи теплопостачання регіону і ефективність системи теплопостачання муніципального утворення); макрорівень (ефективність системи теплопостачання держави).
2. За видами: економічна ефективність; соціальна ефективність; бюджетна ефективність; технічна ефективність; технологічна ефективність; інвестиційна ефективність; екологічна ефективність (табл. 1).

Таблиця 1 – Основні види ефективності в комунальному комплексі

Вид	Сфера дії
Бюджетна	Визначається з позиції органів влади як додатковий прибуток бюджетів всіх рівнів, або як економія бюджетних коштів
Економічна	Такий спосіб виробництва, при якому вартість ресурсів, що використовуються для випуску даної кількості продукції, є мінімальною
Соціальна	Відображається в досягненні інтересів суспільства
Технічна	Оцінюється показниками роботи техніки і устаткування, а також станом інфраструктури
Технологічна	Це такий рівень організації виробництва, при якому із заданої кількості ресурсів виробляється максимально можлива кількість готової продукції (товарів, послуг)
Інвестиційна	Кількісна оцінка використання інвестицій при реалізації інвестиційного проекту
Екологічна	Зіставлення витрат на проведення екологічних заходів і можливого збитку (як для організації-потенційного платника штрафу за перевищення рівня забруднень, так і для суспільства в цілому – порушення екологічної рівноваги та її наслідки) у разі ігнорування даних заходів

3. За спрямованістю: зовнішня ефективність; внутрішня ефективність.

4. Залежно від суб'єкта: для контролюючих і регулюючих органів; для споживачів послуг (виробнича сфера, невиробнича сфера, житлова сфера (населення), бюджетна сфера); для інших суб'єктів ринку; для працівників; для підприємств виробників і постачальників комунальних послуг.

5. За значенням показника: високе; середнє; низьке; негативне.

Розглянемо методи оцінки ефективності функціонування систем теплопостачання.

Економічна ефективність відображає різні вартісні показники, що характеризують проміжні та кінцеві результати промислового виробництва на підприємстві (в галузі чи в промисловості в цілому). До таких показників відносять обсяг товарної, чистої або реалізованої продукції; величину одержаного прибутку; економію тих або інших видів виробничих ресурсів або загальну економію від зниження собівартості продукції тощо [4].

Річний економічний ефект від реалізації заходів із теплопостачання на основі сучасних підходів можна визначити в такий спосіб [10]:

$$\Delta B = B_1 - B_2 = (C_1 + E_H K_1) - (C_2 + E_H K_2), \quad (1)$$

де B_1, B_2 – приведені витрати відповідно до і після реалізації заходів з економії теплової енергії (теплозаощадження);

C_1, C_2 – відповідні річні витрати виробництва (експлуатаційні витрати) за тими варіантами;

K_1, K_2 – капіталовкладення;

E_H – нормативний коефіцієнт порівняльної ефективності капіталовкладень.

Розглянемо докладно складові річного економічного ефекту.

Приведені витрати – це сумарні витрати, що враховують капіталовкладення і експлуатаційні витрати, та зведені до єдиного вимірника [4]. Також, *приведені витрати* – це сума поточних витрат, які приведені до однакової розмірності відповідно до нормативного коефіцієнта ефективності [11].

Для економічно вигідного варіанту повинно:

$$C + E_H K = \min. \quad (2)$$

Основними складовими капіталовкладень і експлуатаційних витрат, які доводиться враховувати при техніко-економічних розрахунках в області теплопостачання, є такі [4, 12]:

1) капіталовкладення:

- ✓ у джерела теплової і електричної енергії: теплоелектроцентралі (ТЕЦ), районні теплові електричні станції (КЕС), районні або місцеві котельні;
- ✓ у теплові і електричні мережі, в центральні (ЦТП) і місцеві (МТП) теплові пункти;
- ✓ у місцеві абонентські установки і окремі елементи систем теплопостачання: насоси, теплообмінники, баки-акумулятори та ін.

2) експлуатаційні витрати:

- ✓ щорічні відрахування від перерахованих вище капіталовкладень на амортизацію, поточний ремонт, техніку безпеки та ін.;
- ✓ щорічні витрати на паливо, теплові втрати, перекачування теплоносія, воду, хімоводоочищення підживлювальної води і на обслуговування систем теплопостачання.

Крім того, при будівництві систем теплопостачання доводиться іноді враховувати додаткові витрати, пов'язані з відторгненням землі,

перенесенням існуючих виробництв з компенсацією продукції, що втрачається, та ін.

Автори В.С. Козін, А.П. Сафонов для вирішення поставлених техніко-економічних завдань пропонують у *капітальних витратах* враховувати три складові: *капітальні витрати на теплові мережі, абонентські системи і теплову ізоляцію* [4, 13].

Капітальні вкладення в *теплові мережі* проф. Б.Л. Шифрінсон рекомендує визначати за формулою [2, 4, 13]

$$K_{т.м} = \sum_1^m (a + b d_i^\beta) l_i, \quad (3)$$

де m – кількість ділянок теплової мережі;

a, b, β – коефіцієнти, що залежать від способу прокладання і конструкції мереж, методу виробництва робіт;

d_i, l_i – діаметр і довжина ділянки теплопроводу, м.

У техніко-економічних розрахунках можна приймати $\beta = 1$, тоді

$$K_{т.м} = a \sum_1^m l_i + b M, \quad (4)$$

де $M = \sum_1^m d_i l_i$ – це матеріальна характеристика теплової мережі, м².

Капітальні вкладення в *абонентські системи* житлових і громадських будівель можна приймати такими. Вартість *теплової ізоляції* на ділянці теплопроводу визначається за формулою

$$K_{и} = \pi l [a_{и} \delta (d + \delta) + a_{п} (d + 2\delta)], \quad (5)$$

де l, d – довжина і діаметр ділянки теплопроводу, м;

δ – товщина ізоляції, м;

$a_{и}$ – питома вартість ізоляції, грн/м³;

$a_{п}$ – питома вартість захисного покриття, грн/м².

На думку А.А. Іоніна, А.В. Клименка, В.М. Зоріна, капіталовкладення в *елементи та вузли систем теплопостачання* повинні визначатися за кошторисними даними [12, 14].

Експлуатаційні витрати на виробництво та передачу електричної та теплової енергії, грн/рік, групуються у кошторисі відповідно за їхнім економічним змістом і розраховуються за формулою [2, 14]:

$$C = C_{мат} + C_{оп} + C_{соц.п} + C_{ам} + C_{ін}, \quad (6)$$

де $C_{мат}$ – матеріальні витрати;

$C_{оп}$ – витрати на оплату праці;

$C_{соц.п}$ – відрахування на соціальні потреби;

$C_{ам}$ – амортизація основних засобів на їх повне відновлення (реновацію);

$C_{ін}$ – інші витрати.

В.С. Козін, А.А. Іонін, А.П. Сафонов для вирішення вузького класу техніко-економічних завдань пропонують враховувати тільки такі складові експлуатаційних витрат [4, 13]:

$$C = C_{т} + C_{п} + C_{т.п} + C_{о}, \quad (7)$$

де $C_{т}$ – витрати на паливо, грн/рік;

$C_{п}$ – витрати на перекачування теплоносія;

$C_{т.п}$ – річна вартість теплових втрат теплопроводами;

C_o – вартість річних відрахувань від капітальних вкладень на відновлення основних фондів, капітальний і поточний ремонт.

Д.Х. Шазамов пропонує такі підходи до оцінки економічної, соціальної, технологічної та бюджетної ефективності: [6]: а) економічну ефективність підприємств теплопостачання пропонується оцінювати за допомогою ряду традиційних показників, що характеризують фінансову стійкість і платоспроможність організацій теплопостачання, їх витрати і результати виробничої діяльності; б) соціальна ефективність може оцінюватися за допомогою показника, оберненого до даної ефективності, – величини додаткових витрат споживачів унаслідок неефективної роботи системи теплопостачання, які необхідно мінімізувати. Соціальна ефективність у цілому з урахуванням додаткових витрат споживачів визначається за формулою:

$$K_{E.соц} = t_n / (t_n + t_p + t_o), \quad (8)$$

де t_n – величина плати за опалення при нормативних показниках роботи системи теплопостачання;

t_p – переплата споживачів унаслідок прямих втрат енергоресурсів у системі теплопостачання;

t_o – додаткові витрати споживачів унаслідок низької ефективності системи теплопостачання, пов'язані з вимушеним використанням альтернативних теплоустановок і опалювальних приладів. Чим ближче значення показника $K_{E.соц}$ до одиниці, тим вище соціальна ефективність теплопостачання. Також соціальна ефективність розглядається як скорочення додаткових витрат населення, викликаних низькою якістю послуг теплопостачання:

$$E_{соц} = (t_n / K_{E.соц.б} - t_n / K_{E.соц.ф}) \cdot \chi, \quad (9)$$

де χ – чисельність населення, що обслуговується підприємством теплопостачання, осіб;

$K_{E.соц.б}$ – коефіцієнт соціальної ефективності підприємства в базовому періоді часу;

$K_{E.соц.ф}$ – коефіцієнт соціальної ефективності підприємства фактично (за прогнозом);

t_n – величина плати за опалення при нормативних показниках роботи системи теплопостачання;

в) технологічну ефективність підприємств теплопостачання пропонується оцінювати за допомогою таких комплексних показників, як енергетична ефективність; надійність теплопостачання; якість послуг; екологічність теплопостачання. Технологічна ефективність визначається за формулою:

$$E_{т} = Q_{заг} \cdot (K_{Eт.ф} - K_{Eт.б}) \cdot r, \quad (10)$$

де $Q_{заг}$ – загальний річний відпуск теплової енергії підприємством, Гкал;

$K_{Eт.ф}$ – коефіцієнт енергетичної ефективності підприємства фактично (за прогнозом);

$K_{Eт.б}$ – коефіцієнт енергетичної ефективності підприємства в базовому періоді часу; r – вартість одиниці послуги, грн;

г) бюджетна ефективність розглядається як збільшення суми податкових доходів бюджету:

$$E_б = \Sigma П_ф - \Sigma П_б, \quad (11)$$

де $\Sigma П_ф$ – сума податкових надходжень до бюджету з боку підприємства фактично (за прогнозом), грн;

$\Sigma П_б$ – сума податкових надходжень до бюджету з боку підприємства у базовому періоді (за прогнозом), грн.

Висновки. Проведено аналіз методів оцінки ефективності систем теплопостачання. З цією метою: 1) було визначено поняття «ефективність функціонування системи теплопостачання»; 2) наведено класифікацію цього поняття за такими ознаками, як: рівні, види, спрямованість, суб'єкт, значення показника; 3) досліджено основні досягнення і літературу з питань ефективності функціонування теплопостачання. Зазначено, що тематика наукових досліджень присвячена економічним і технічним проблемам ефективності функціонування системи теплопостачання. Недостатньо вивчені методи оцінки інших видів ефективності; 4) докладно розглянуті складові річного економічного ефекту: капіталовкладення і експлуатаційні витрати. Пропонується при вирішенні поставлених техніко-економічних завдань враховувати у капітальних витратах тільки три складові: капітальні витрати на теплові мережі, абонентські системи і теплову ізоляцію. В експлуатаційних витратах враховують чотири складові: витрати на паливо; витрати на перекачування теплоносія; річну вартість теплових втрат теплопроводами; вартість річних відрахувань від капітальних вкладень на відновлення основних фондів, капітальний і поточний ремонт; 5) соціальна ефективність може оцінюватися за допомогою показника, оберненого до економічної ефективності, – величини додаткових витрат споживачів унаслідок неефективної роботи системи теплопостачання, які необхідно мінімізувати; 6) технологічну ефективність підприємств теплопостачання пропонується оцінювати за допомогою таких комплексних показників, як енергетична ефективність; надійність теплопостачання; якість послуг; екологічність теплопостачання; 7) бюджетна ефективність розглядається як збільшення суми податкових доходів бюджету.

Список літератури: 1. Білоцерківський О. Б. Використання економіко-математичного моделювання для оптимізації систем теплопостачання / О. Б. Білоцерківський // Матеріали Міжнарод. наук.-практ. конф. «Соціально-економічний розвиток країн: досвід та перспективи». – Ч. 2. – Львів : ЛЕФ. – 2014. – С. 82–85. 2. Соколов Е. Я. Теплофикация и тепловые сети: учебник для вузов / Е. Я. Соколов. – М. : Издательство МЭИ. – 2001. – 472 с. 3. Тетуева З. М. Факторы, определяющие эффективность функционирования рынка ЖКУ / З. М. Тетуева // Фундаментальные исследования: научный журнал. – 2008. – № 1. – С. 12–18. 4. Оптимізація систем теплопостачання із використанням економіко-математичного моделювання : монографія / ред. О. М. Гаєриць. – Х. : «Щедра садиба плюс». – 2015. – 208 с. 5. Кольхаева Ю. А. Эффективность функционирования системы теплоснабжения: понятие, виды и критерии / Ю. А. Кольхаева // Альманах современной науки и образования. – Тамбов : Грамота. – 2012. – №1 (56) – с. 143–145. 6. Шазамов Д. Х. Совершенствование воспроизводственной структуры инвестиций в реконструкцию и восстановление

основных фондов ЖКХ в сфере теплоснабжения: автореф. дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / Д. Х. Шазамов. – Нижний Новгород. – 2014. – 22 с. **7.** Башмаков И. А. Повышение энергоэффективности в системах теплоснабжения / И. А. Башмаков // Энергосбережение. – 2010. – № 2. – С. 46–51. **8.** Башмаков И. А. Муниципальное энергетическое планирование / И. А. Башмаков, В. Н. Папушкин // Энергосбережение. – 2004. – № 3. – С. 5–11. **9.** Некрасов А. С. Современное состояние теплоснабжения России / А. С. Некрасов, Ю. В. Сняк, С. А. Воронина [та ін.] // Проблемы прогнозирования. – 2011. – № 1. – С. 30–43. **10.** Федишин Б. П. Экономика энергетики : навч. посіб. для студентів енергетичних спеціальностей ВНЗ / Б. П. Федишин. – Тернопіль : Астон, 2003. – 160 с. **11.** Прокурья О. М. Экономика в энергетике : навч. посіб. / О. М. Прокурья, О. І. Ганус. – Х. : Підручник НТУ «ХПІ», 2012. – 272 с. **12.** Ионин А. А. Теплоснабжение : учебник для вузов / А. А. Ионин, Б. М. Хлыбов, В. Н. Братенков [та ін.]. – М. : Стройиздат, 1982. – 336 с. **13.** Сафонов А. П. Сборник задач по теплофикации и тепловым сетям: учеб. пособие для вузов / А. П. Сафонов. – М. : Энергоатомиздат, 1985. – 232 с. **14.** Теплоэнергетика и теплотехника : общие вопросы : справочник / ред. А.В. Клименко и В.М. Зорин. – М. : МЭИ, 1999. – 528 с.

Bibliography (transliterated): **1.** Bilotserkivskyy, O. B. "Vykorystannya ekonomiko-matematichnoho modelyuvannya dlya optymizatsiyi system teplopochachannya." *Materialy Mizhnar. nauk.-prakt. konf. "Sotsial'no-ekonomichnyy rozvytok krayin: dosvid ta perspektyvy"*. Vol. 2. L'viv: LEF, 2014. 82–85. Print. **2.** Sokolov, E. Ja. *Teplofikacija i teplovyje seti: uchebnyk dlja vuzov*. Moscow: MJeI, 2001. Print. **3.** Tetueva, Z. M. "Faktory, opredelajushhie jeffektivnost' funkcionirovanija rynku ZhKU." *Fundamental'nye issledovanija:*

nauchnyj zhurnal. No. 1. 2008. 12–18. Print. **4.** Havrys', O. M. *Optymizatsiya system teplopochachannya iz vykorystannjam ekonomiko-matematichnoho modelyuvannya: monografiya*. Kharkov: Shchedra sadyba plyus, 2015. Print. **5.** Kolyhaeva, Ju. A. "Jefferektivnost' funkcionirovanija systemy teplosnabzhenija: ponjatie, vidy i kriterii" *Al'manah sovremennoj nauki i obrazovanija*. No. 1(56). Tambov: Gramota, 2012. 143–145. **6.** Shazamov, D. H. *Sovershenstvovanie vosproizvodstvennoj struktury investicij v rekonstrukciju i vosstanovlenie osnovnyh fondov ZhKH v sfere teplosnabzhenija*. Avtoref. dis. na zdobuttja nauk. stupenja kand. jekon. nauk. Nizhnij Novgorod, 2014. Print. **7.** Bashmakov, I. A. "Povyshenie jenergojefferektivnosti v sistemah teplosnabzhenija." *Jenergosberezenie*. No. 2. 2010. 46–51. Print. **8.** Bashmakov, I. A., and V. N. Papushkin. "Municipal'noe jenergeticheskoe planirovanie." *Jenergosberezenie*. No. 3. 2004. 5–11. Print. **9.** Nekrasov, A. S., Ju. V. Sinjak and S. A. Voronina. "Sovremennoe sostojanie teplosnabzhenija Rossi." *Problemy prognozirovanija*. No. 1. 2011. 30–43. Print. **10.** Fedyshyn, B. P. *Ekonomika enerhetyky: navch. posib. dlya studentiv enerhetychnykh spetsial'nostey VNZ*. Ternopil': Aston, 2003. Print. **11.** Proskurnya, O.M., and O. I. Hanus. *Ekonomika v enerhetytsi : navch. posib*. Kharkiv: Pidruchnyk NTU "KhPI", 2012. Print. **12.** Ionin, A. A., B. M. Hlybov and V. N. Bratenkov. *Teplosnabzhenie: uchebnyk dlja vuzov*. Moscow: Strojizdat, 1982. Print. **13.** Safonov, A. P. *Sbornik zadach po teplofikacii i teplovym setjam: ucheb. posobie dlja vuzov*. Moscow: Jenergoatomizdat, 1985. Print. **14.** Klimenko, A.V. and V.M. Zorin. *Teplojenergetika i teplotehnika : obshhie voprosy : spravochnik*. Moscow: MJeI, 1999. Print.

Надійшла (received) 05.02.2015

Відомості про авторів / About the authors

Білоцерківський Олександр Борисович – кандидат технічних наук, доцент, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», доцент кафедри менеджменту зовнішньоекономічної діяльності та фінансів; тел.: (097) 165-17-28; e-mail: belocerk@mail.ru.

Bilotserkivskiy Olexandr Borisovich – Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), Docent, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Associate Professor at the Department of Foreign-economic Activity and Finances; tel.: (097) 165-17-28; e-mail: belocerk@mail.ru.