

Волощук В. А., д.т.н., завідувач кафедри (Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»), **Гапонюк М. М., м.н.с., Ющук Б. В., м.н.с.** (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

НАУКОВІ ПРИНЦИПИ РОЗРАХУНКУ І ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЄКТНИХ, ТЕХНІЧНИХ І ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ З УПРАВЛІННЯ ПРИРОДОТЕХНІЧНИМИ ОБ'ЄКТАМИ НА ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИХ ЗАСАДАХ

При енерговиробництві, енергопостачанні та енергоспоживанні мають місце ряд таких проблем: збільшення потреб в енергоресурсах для створення комфортних умов діяльності і проживання людини; дефіцит непоновлювальних енергоресурсів, які в найближчій перспективі будуть основним джерелом енергії; екологічні проблеми як наслідок виробництва та споживання енергоресурсів. Ці проблеми повинні вирішуватися комплексно, оскільки вони є взаємопов'язаними і викликають суперечливі потреби. В статті приведено принципи обґрунтування, розрахунку та оптимізації на сучасних еколого-економічних засадах оптимальних проєктних, технічних і технологічних рішень з управління подачею теплової енергії в проєктах будівництва, реконструкції та експлуатації систем тепlopостачання.

Ключові слова: економічні засади; оптимальні рішення; енергія; управління системами.

У теперішній економіці вартість будь-якого товару визначається, в кінцевому рахунку, кількістю і якістю витраченої на нього праці. Те, що дає природа, вважається хоча і основним, але, по суті, безкоштовним. Проте сьогодні ситуація змінюється і комора природи перестає здаватися невичерпною. Життя підводить до усвідомлення необхідності мінімізації витрат природних ресурсів на основі врахування їх цінностей. Отже, нині надзвичайно гостро стоять проблеми енерго- та ресурсозбереження, обґрунтованості технічних заходів за екологічними вимогами.

На сьогодні непоновлювальні джерела енергії (нафта, газ) все ще є основними у світі (більш ніж 80% від загального споживання). Передбачається, що цей вид енергії буде найважливішим на протязі першої половини XXI ст. [1; 2]. Проте при використанні непоновлювальних джерел енергії виникає ряд екологічних проблем: газоподібні викиди в атмосферу, споживання кисню, споживання води, створення штучних водосховищ, скиди забруднених і нагрітих вод, рідких та твердих відходів, скиди токсичних речовин, зміна ландшафту тощо.

Аналіз валових викидів шкідливих речовин [3] показав, що більше 50% складають газоподібні викиди в атмосферу. Серед галузей промисловості найбільш екологічно небезпечною є теплоенергетика. При цьому, значні викиди в атмосферу CO₂ сприяють виникненню парникового ефекту. З 1880 року до нашого часу вміст парникових газів в атмосфері збільшився на 20%. А в екології діє «правило 10%» – коли зміна маси речовини чи енергії призводить до незворотного порушення врівноважених природних систем [4]. Збільшення вмісту парникових газів, в свою чергу, призводить до підвищення температури планети. За даними Міжнародного енергетичного агентства при збереженні теперішньої тенденції температура планети зросте ще на 1...3,5° С протягом XXI століття [5]. Зважаючи на це, в рамках Кіотського протоколу передбачається зменшити до 2008–2012 рр. рівень парникових газів на 5,2% у порівнянні з рівнем 1990 року [6].

Розв'язання вищевказаних проблем потребує комплексного підходу. Насамперед це передбачає необхідність зміни принципів

управління системами, що виробляють і споживають енергоресурси.

Значну долю енергоспоживання займає житлово-комунальний сектор, зокрема забезпечення необхідного мікроклімату в приміщеннях будівель. В європейських країнах 41% від загального енергоспоживання іде на житловий сектор, в той час як для промислових

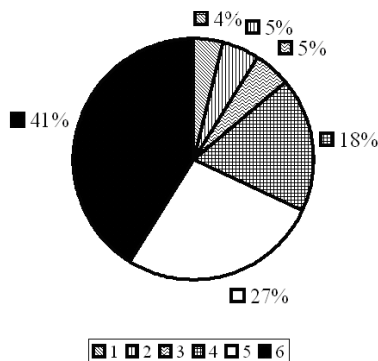


Рис. 1. Споживання енергії в житловому секторі країнами Європейського Союзу:

- 1 – освітлення; 2 – вентиляція;
- 3 – охолодження; 4 – обладнання;
- 5 – комп'ютери; 6 – опалення

потреб це число становить 28% енергії. Розподіл споживання енергії в житловому секторі країн Європейського Союзу наведено на рис. 1 [2]. В Україні загальні потреби палива на тепlopостачання будівель становлять 74,4 млн тонн умовного палива (т. у. п.) за рік. Це приблизно 25% від загального обсягу щорічно спожитого палива [7]. В Росії житлово-комунальне господарство відноситься до числа найбільш крупних споживачів паливно-енергетичних ресурсів – близько 20...23% від загально спожитого палива [3].

Отже, бачимо, що для створення комфортних умов проживання людини витрачається значна кількість енергії. Тому для вирішення глобальних проблем енергозбереження та екології необхідно приділити значну увагу цим проблемам у житловому секторі, зокрема оптимізації управління системами тепlopостачання (СТ) на засадах енергозбереження та їх екологічної ефективності.

З точки зору сучасної науки, ця складна проблема належить до проблем системного аналізу, де пошук рішення пов'язаний з вибором альтернативи і потребує розгляду усієї сукупності визначальних факторів: природних, технічних, економічних, екологічних, політичних, соціальних, психологічних, культурно-естетичних й ін., в їх взаємозв'язку і взаємозалежності [8]. Адже підвищення енергетичних потреб на забезпечення належного мікроклімату й одночасно необхідність зниження затрат енергії та екологічні вимоги зниження антропогенного навантаження вступають у суперечливі відношення.

Існуюча практика проєктування й експлуатації СТ страждає від дещо однобічного технократичного підходу, коли центром проєкту стають переважно технічні та технологічні фактори, інші ж або не розглядаються, або ж розглядаються недостатньо, як другорядні [9; 10; 11].

Крім того, існуючі методи метеорологічного забезпечення розрахунків СТ не відображають повної картини реалізації погодних умов та їх вплив на режими тепlopостачання. У нормативній літературі [12] для розрахунку СТ даються тільки або середні, або вибіркові значення відповідних метеопараметрів: середня місячна температура, середня річна температура, температура найхолоднішої доби або п'ятиденки забезпеченістю 0,92 та 0,98, середня температура найбільш холодного періоду, середня за напрямками швидкість вітру за окремі місяці, надходження сонячної радіації тільки у липні при безхмарному небі. Дані щодо таких статистичних характеристик з метеопараметрів як середнє квадратичне відхилення, коефіцієнти коре-

ляції, закони розподілу тощо, та відповідні підходи щодо реалізації цих даних у СТ – відсутні.

Проблема метеорологічного забезпечення тепlopостачання набуває особливої актуальності в сучасних умовах, коли відбуваються кардинальні зміни клімату на Землі у планетарному масштабі, що пов'язані з розвитком процесів глобального потепління, науковою базою чого є результати досліджень Міжурядової групи експертів по зміні клімату, яка заснована сумісно Всесвітньою Метеорологічною Організацією та Програмою Організації Об'єднаних Націй по навколишньому середовищу [13].

Сьогодні виникає необхідність усвідомлення, що будь-яка технічна система повинна розглядатися як складна природно-технічна система (ПТС) з урахуванням її впливу на природне середовище. Принципи управління і оптимізації складних ПТС досить детально розроблені і успішно реалізуються на прикладі водогосподарсько-меліоративних систем [14].

Хоча водогосподарсько-меліоративні системи та СТ відносяться до різних напрямків, принципово їх схеми, робота та засади управління є аналогічними.

Отже, СТ разом з природними умовами за усіма характерними ознаками також можна віднести до складних природно-технічних систем (ПТС), функціонування яких визначається насамперед природно-кліматичними умовами об'єкта (рис. 2) [3; 14]. Це має бути обов'язково адекватно враховане при їх проектуванні та експлуатації.

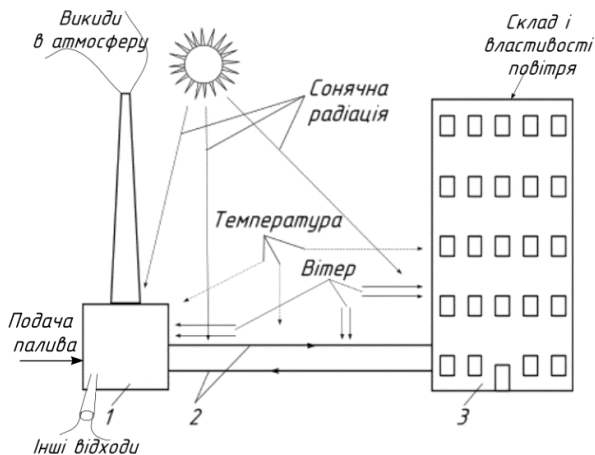


Рис. 2. Принципова схема взаємовпливу СТ та умов навколишнього середовища:

- 1 – джерело виробництва енергії;
- 2 – транспортування енергії; 3 – споживачі (будівля, житловий масив, або інші споживачі)

функціонування яких визначається насамперед природно-кліматичними умовами об'єкта (рис. 2) [3; 14]. Це має бути обов'язково адекватно враховане при їх проектуванні та експлуатації.

Як уже зазначалося, СТ призначені для створення сприятливих умов життєдіяльності людини. При функціонуванні таких систем споживається велика кількість непоновлювальних джерел енергії, мають

місце значні викиди парникових газів, та інші негативні екологічні наслідки. Їх робота має ієрархічну структуру, де є джерело теплової енергії (ТЕС, ТЕЦ, АЕС, котельня тощо), мережа розподілу енергоресурсів (теплопроводи, лінії електропередач тощо) та споживачі цих ресурсів (житлово-комунальний сектор, промисловість тощо). Вплив навколишнього середовища на роботу СТ (погодні умови, наявність природних запасів) є визначальним.

Отже, загальними критеріями необхідності, ефективності і доцільності створення СТ є забезпечення енергією споживача, зниження енергетичних затрат на це та екологічний ефект від впливу СТ на оточуюче середовище. Оскільки в складних ПТС чітко простежується структурний зв'язок виду **ефект \Leftrightarrow режим \Leftrightarrow технологія \Leftrightarrow конструкція**, то за аналогією з [14] стосовно розглянутої проблеми оптимізації технічних і технологічних рішень і застосуванні принципів системного підходу до її розв'язання як складної проблеми міждисциплінарного характеру, вважаємо, що в основу прийняття оптимальних технологічних (способи, схеми) і технічних (тип, конструкція, параметри тощо) рішень з регулювання режиму роботи СТ при їх проєктуванні та експлуатації має бути покладене співвідношення (рис. 3) у вигляді ієрархічної блочної структури, складові якого взаємозумовлені й взаємозв'язані між собою.

Тут блок **«Режим роботи системи тепlopостачання»** відіграє ключову роль, оскільки визначає загальний еколого-економічний ефект, з одного боку, та технологічні і технічні рішення (ТТР) для його

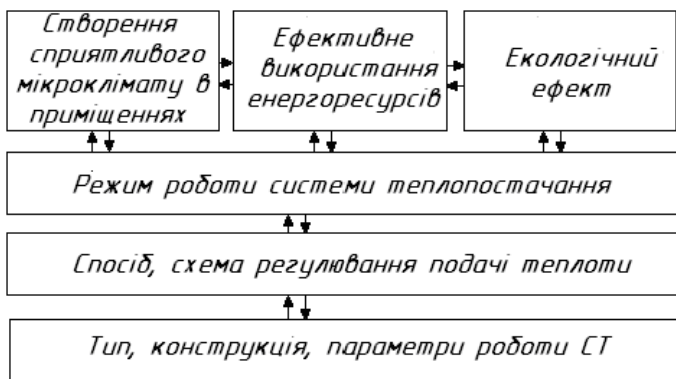


Рис. 3. Основні складові прийняття технічних і технологічних рішень при управлінні СТ як складною ПТС

забезпечення – з іншого. Звідси остаточний вибір способів та схем подачі теплової енергії і зв'язаних з ними типів, конструкцій, параметрів СТ та їхніх складових елементів може бути здійснений тільки на основі техніко-економічного об-

ґрунтування і розгляду можливих альтернативних варіантів ТТР на реальному об'єкті за допомогою інженерних прогнозно-оптимізаційних розрахунків, що виконуються за відповідними моделями.

Теоретичною основою для створення таких моделей має бути формалізація запропонованого основоположного структурного співвідношення (див. рис. 3), зв'язок між складовими якого через абсолютно різнорідні за своєю природою явища і процеси (хімічні, фізичні, технологічні тощо) за аналогією з [14] доцільно представити на функціональному рівні, відповідно між параметрами ефекту, режиму, технології та конструкції

$$y_s = f_1(f_2(f_3(x_s))), \quad s = \overline{1, n_s}, \quad (1)$$

де y_s – параметр загального еколого-економічного ефекту, який складається відповідно з показників мікроклімату приміщень, показників енергозатрат та параметрів створюваного екологічного ефекту; f_1 – функція, що залежить від параметрів режиму роботи СТ; f_2 – функція, що залежить від параметрів застосовуваних технологій подачі теплової енергії; f_3 – функція аргументів x_s , яка залежить від параметрів конструктивних рішень СТ щодо реалізації відповідних технологій енергопостачання; s – сукупність $\{s\}$, $s = \overline{1, n_s}$ можливих варіантів функціонування СТ як складної ПТС, тобто реалізації відповідних ТТР з регулювання тепlopостачання у відповідних природно-технічних умовах реального об'єкта.

Тоді пошук параметрів складових складеної функції (1) і насамперед параметрів проєктних ТТР залежно від створюваного ними еколого-економічного ефекту формально може бути здійснений за такою оберненою функцією виду

$$x_s = f_3^{-1}(f_2^{-1}(f_1^{-1}(y_s))), \quad s = \overline{1, n_s}. \quad (2)$$

В основу реалізації складених функцій (1), (2) мають бути покладені дослідження закономірностей взаємозв'язаних процесів руху енергії у всіх різних за своєю природою складових елементах (підсистемах) СТ (рис. 2) як складної ПТС.

І хоча розглянуті складені функції (1), (2) на даному етапі досліджень не можуть бути досить адекватно виражені аналітично, все ж вони теоретично обґрунтовують можливість постановки задачі й пошуку оптимальних параметрів ТТР з тепlopостачання споживачів з дотриманням екологічних та економічних вимог.

Як було вказано вище, функціонування СТ визначається насамперед природно-кліматичними умовами. Завдання найкращого врахування позитивного і нейтралізації негативного впливу клімату на будівлю (або житловий масив) зокрема та СТ загалом, необхідно розглядати в двох аспектах [15]. Перший аспект – це розробка методів опрацювання кліматичної інформації і, відповідно, методів її використання. Другий – вибір розмірів та розміщення відносно сторін світу будівель та інших конструктивних елементів СТ, які найкращим чином враховують позитивний і зменшують негативний вплив зовнішнього середовища. Наприклад, аналіз закономірностей надходження теплоти сонячної радіації на поверхню будівлі відкриває значні можливості для зменшення затрат енергії на опалення приміщень у холодний період року і охолодження приміщень у теплу пору року. Так, для Рівненського регіону врахування приходу сонячної радіації всередину приміщень дозволяє зекономити в середньобагаторічному перерізі до 25% теплової енергії, що потрібна на обігрів будівель [16]. Вітер також має свій вплив на тепловий режим будівлі. В холодний період він спричиняє додаткові втрати теплоти інфільтрацією, яка збільшується із збільшенням швидкості вітру. Відповідно в теплу пору року вплив вітру в денний час може бути негативним (тобто він сприяє надходженню нагрітого зовнішнього повітря всередину приміщення), а в нічний час цей вплив може бути позитивним (у даному випадку зовнішнє повітря є охолодженням, надходження якого в приміщення є бажаним).

Що ж стосується методів опрацювання кліматичної інформації і, відповідно, методики використання цієї інформації, то, на нашу думку, цей аспект потребує подальшого удосконалення та розвитку.

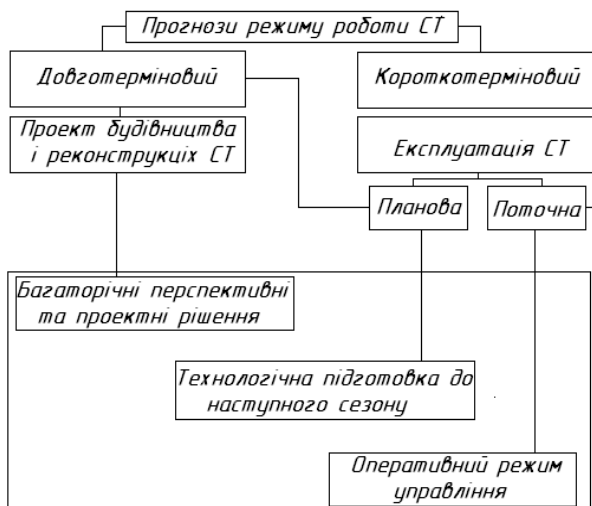


Рис. 4. Види і структура прогнозу режиму роботи СТ стосовно рівня прийняття рішень у часі

Практика створення, набутий досвід управління СТ зокрема та ПТС загалом показують, що головна особливість такого роду задач тісно пов'язана з природною сезонною циклічністю умов роботи таких систем [9; 14]. Це дало змогу виділити три «часових рівні» за ознакою розподілу в часі між моментами прийняття і виникнення післядій прийнятих ТТР: 1 – довгострокові перспективні та проєктні рішення; 2 – технологічна підготовка до наступного сезону; 3 – оперативний режим управління (рис. 4). Усі три рівні взаємозв'язані, але одночасно мають відносну самостійність. Тому для кожного рівня необхідно розробляти різні прогнозно-оптимізаційні моделі залежно від сформульованих цілей, обраних критеріїв оптимізації та структури розрахунків з їхньої реалізації.

Розглянутий клас задач з прийняття ТТР щодо часових рівнів відповідно потребує формування прогнозів режимів роботи СТ різної завчасності. При цьому кліматичні (або погодні) умови як складова загального створюваного ефекту є визначальними. Завдяки властивості певній інерційності роботи СТ стосовно зміни метеофакторів у визначених допустимих межах, а також періодичній повторюваності погодних умов, можливо розробляти ті чи інші види прогнозу, незважаючи на досить сильну мінливість останніх як у багаторічному періоді, так і в межах розрахункового року. Згідно з рис. 4 ці прогнози можна розділити на два типи: на рівні проєкту та планової експлуатації СТ це буде довготерміновий прогноз, на рівні оперативного режиму управління – короткотерміновий.

Таким чином, обґрунтування оптимальних ТТР на еколого-економічних засадах потребує створення єдиного комплексу ієрархічно зв'язаних моделей параметрів ефекту, режиму, технологій та конструкцій, а тому прогнози режимні розрахунки за відповідними моделями є обов'язковою та невід'ємною складовою в структурі загальних інженерних розрахунків на всіх рівнях прийняття рішень у часі щодо реалізації заходів із забезпечення відповідного ефекту від роботи СТ.

Розробка відповідних методів розрахунку і моделей оптимізації для стадій проєктування та планової експлуатації СТ ґрунтуються на єдиному довготерміновому прогнозі природно-кліматичного режиму навколишнього середовища та, відповідно, режиму роботи СТ і їх складових. Обґрунтування ТТР на стадіях проєкту та планової експлуатації СТ можна за [17] віднести до класу задач, що передбачає необхідність застосування так званої кліматологічно оптимальної

стратегії управління об'єктами щодо рівнів прийняття цих рішень у часі.

На стадії проєкту ТТР приймаються тільки один раз і наступні корегування закладених в них стратегій управління об'єктом відповідно до зміни погодних умов вже неможливі або недоцільні. На сьогоднішній день існує два напрямки проєктування СТ: перший напрям заснований на спорудженні нових крупних (централізованих) джерел тепlopостачання (ТЕС, ТЕЦ, АЕС) з протяжними тепловими мережами, а також модернізація існуючих СТ з метою підвищення їх ефективності; другий напрям передбачає будівництво джерел тепlopостачання малої та середньої потужності на базі дизельних, газотурбінних, парогазових установок, котелень, використання нетрадиційних джерел енергії та формування компактних (децентралізованих) систем тепlopостачання. Ці два напрями не протирічать одне одному, і мова йде не про заміну одних систем іншими, а про їх раціональне поєднання. Оскільки споживач (будівля, житловий масив тощо) є також окремим елементом СТ, то при проєктуванні СТ необхідно оптимізувати і характеристики споживача [15]. При цьому дуже важливим аспектом є врахування прогнозу глобального потепління.

На стадії планової експлуатації або технологічної підготовки до наступного сезону для існуючої СТ необхідно обґрунтувати стратегію закупівлі палива, виробництва та подачу теплової енергії, режим роботи обладнання, параметри теплоносіїв у наступному сезоні (році) за невизначеного характеру погодних умов.

При оперативному режимі управління необхідно скорегувати відпуск теплової енергії, споживання палива, режим роботи обладнання СТ, параметри теплоносіїв тощо, у відповідності з очікуваними погодними умовами на найближчий час.

Отже, підсумовуючи вищесказане, можна вказати:

1. На сьогодні при енерговиробництві, енергопостачанні та енергоспоживанні мають місце такі проблеми:

- збільшення потреб в енергоресурсах для створення комфортних умов діяльності і проживання людини;
- дефіцит непоновлювальних енергоресурсів, які в найближчій перспективі будуть основним джерелом енергії;
- екологічні проблеми як наслідок виробництва та споживання енергоресурсів.

2. Ці проблеми повинні вирішуватися комплексно, оскільки вони є взаємопов'язаними і викликають суперечливі потреби.

3. СТ разом з природними умовами за усіма характерними ознаками можна віднести до складних природно-технічних систем, функціонування яких визначається насамперед природно-кліматичними умовами об'єкта.

4. В основу прийняття оптимальних ТТР при управлінні СТ має бути покладене наступне співвідношення ієрархічної блочної структури виду **ефект \Leftrightarrow режим роботи системи теплопостачання \Leftrightarrow технологія \Leftrightarrow конструкція**, складові якого взаємопов'язані між собою. Тут блок **«режим роботи системи теплопостачання»** відіграє ключову роль, оскільки визначає загальний еколого-економічний ефект, з одного боку, й зумовлює ТТР для його забезпечення – з іншого.

Розгляд, дослідження і формалізація даного співвідношення необхідно проводити за відповідними прямими і оберненими складеними функціями (1) та (2) шляхом створення комплексу ієрархічно зв'язаних прогнозно-оптимізаційних моделей відповідно до рівнів прийняття цих рішень у часі (1 – довгострокові перспективні та проєктні рішення; 2 – технологічна підготовка до наступного сезону; 3 – оперативний режим управління), а також виду необхідного прогнозу (довготерміновий чи короткотерміновий) наслідків від їх реалізації (рис. 4).

1. Соловьев М. М. Энергосбережение в Российской Федерации. Энергосбережение. 2006. № 4. С. 60–64. 2. *Achieving Energy Savings in Europe Through Energy Performance of Building Directive (EPBD)* : rehva journal, June 2006 2nd Quarter, P. 10–15. 3. Федяев А. В., Федяева О. Н. Комплексные проблемы развития теплоснабжающих систем. Новосибирск : Наука, 2000. 256 с. 4. Реймерс Н. Ф. Экология (теория, законы, правила, принципы и гипотезы). М. : Журнал «Россия молодая», 1994. 367 с. 5. URL: [www. lea. Org](http://www.lea.Org). (дата звернення: 07.04.2021). 6. EuroAce – Towards energy efficient buildings in Europe, Final report, 2004 with updated Annexes July 2005 (European Alliance of Companies for Energy Efficiency in Buildings). 7. Украина: Энергосбережения в зданиях. К. : TACIS, 1995. 274 с. 8. Моисеев Н. Н. Математические задачи системного анализа. М. : Наука, 1981. 9. Юфа А. И., Носулько Д. Р., Комплексная оптимизация теплоснабжения. К. : Тэхника, 1988. 135 с. 10. Хрилев Л. С., Смирнов И. А. Оптимизация систем теплофикации и централизованого теплоснабжения / под ред. Е. Я. Соколова. М. : Энергия, 1978. 264 с., ил. 11. Соколов Е. Я. Теплофикация и тепловые сети. М. : Энергоиздат, 1982. 360 с. 12. СНиП 2.01.01-82. Строительная климатология и ге-

офизика. М. : Стройиздат, 1983. **13.** Изменение климата, 2001 г. Научные аспекты. Резюме для лиц, определяющих политику и техническое резюме доклада рабочей группы 1. **14.** Рокочинський А. М. Оптимізація проєктних технічних і технологічних рішень з водорегюлювання осушуваних земель : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 06.01.02. Київ, 2002. 35 с. **15.** Табунщиков Ю. А., Бродач М. М. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий. М. : АВОК-ПРЕСС, 2002. 194 с.: ил. **16.** Волощук В. А., Рокочинський А. М. Визначення тепловтрат будівель з урахуванням впливу швидкості вітру та приходу сонячної радіації. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування* : зб. наук. праць. Рівне, 2006. Вип. 2 (34). Ч. 2. С. 182–191. **17.** Жуковский Е. Е. Метеорологическая информация и экономические решения. Л. : Гидрометеоиздат, 1981. 303 с.

REFERENCES:

1. Solovev M. M. Energoberejenie v Rossiyskoy Federatsii. Energoberejenie. 2006. № 4. S. 60–64. **2.** *Achieving Energy Savings in Europe Through the Performance of Building Directive (EPBD)* : REHVA journal, June 2006 2nd Quarter, P. 10–15. **3.** Fedyayev A. V., Fedyayeva O. N. Kompleksnyie problemyi razvitiya teplosnabjayuschih sistem. Novosibirsk : Nauka, 2000. 256 s. **4.** Reymers N. F. Ekologiya (teoriya, zakonyi, pravila, printsipyi i gipotezyi). M. : Jurnal «Rossiya molodaya», 1994. 367 s. **5.** URL: www.lea.org. (дата звернення: 07.04.2021). **6.** EuroAce – Towards energy efficient buildings in Europe, Final report, 2004 with updated Annexes July 2005 (European Alliance of Companies for Energy Efficiency in Buildings). **7.** Ukraina: Energoberejeniya v zdaniyah. K. : TACIS, 1995. 274 s. **8.** Moiseev N. N. Matematicheskie zadachi sistemnogo analiza. M. : Nauka, 1981. **9.** Yufa A. I., Nosulko D. R., Kompleksnaya optimizatsiya teplosnabjeniya. K. : Tehnika, 1988. 135 s. **10.** Hrilev L. S., Smirnov I. A. Optimizatsiya sistem teplofikatsii i tsentralizovanogo teplosnabjeniya / pod red. E. YA. Sokolova. M. : Energiya, 1978. 264 s., il. **11.** Sokolov E. Ya. Teplofikatsiya i teplovyie seti. M. : Energoizdat, 1982. 360 s. **12.** SNiP 2.01.01-82. Stroitel'naya klimatologiya i geofizika. M. : Stroyizdat, 1983. **13.** *Izmenenie klimata, 2001 g. Nauchnyie aspektyi. Rezyume dlya lits, opredelyayuschih politiku i tehicheskoe rezyume doklada rabochey gruppyi 1.* **14.** Rokochinskiy A. M. Optimizatsiya proektnih tehichnih i tehnologichnih rishen z vodoregyulyuvannya osushvanih zemel : avtoref. dis. ... d-ra teh. nauk : 06.01.02. Київ, 2002. 35 s. **15.** Tabunschikov Yu. A., Brodach M. M. Matematicheskoe modelirovanie i optimizatsiya teplovyi effektivnosti zdaniy. M. : AVOK-PRESS, 2002. 194 s.: il. **16.** Voloshchuk V. A., Rokochynskiy A. M. Vyznachennia teplovtrat budivel z urakhuvanniam vplyvu shvydkosti vitru ta prykhodu soniachnoi radiatsii. *Visnyk Natsionalnoho*

universytetu vodnoho hospodarstva ta pryrodokorystuvannia : zb. nauk. prats. Rivne, 2006. Vyp. 2 (34). Ch. 2. S. 182–191. **17.** Jukovskiy E. E. Meteorologicheskaya informatsiya i ekonomicheskie resheniya. L. : Hidrometeoizdat, 1981. 303 s.

Voloshchuk V. A., Doctor of Engineering, Head of the Department, (National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”), **Haponiuk M. M., Junior Research Fellow, Yushchuk B. V., Junior Research Fellow** (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

SCIENTIFIC PRINCIPLES OF CALCULATION AND OPTIMIZATION OF DESIGN, TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS FOR THE MANAGEMENT OF NATURAL AND TECHNICAL FACILITIES ON AN ECOLOGICAL AND ECONOMIC BASIS

The practice of designing and operating heat supply systems is characterized by a somewhat one-sided technocratic approach when technical and technological factors become the center of the project. Other factors are not considered enough. In addition, the existing methods of meteorological support for the calculation of heat supply systems do not reflect the full picture of the implementation of weather conditions and their impact on heat supply regimes.

The problem of meteorological support of heat supply becomes especially relevant in modern conditions when there are drastic changes in the Earth’s climate on a planetary scale, which is associated with the development of global warming. The scientific basis for this is the results of research by the Intergovernmental Panel on Climate Change, which is co-founded by the World Meteorological Organization and the United Nations Environment Program. Today there is a need to realize that any technical system should be considered as a complex natural and technical system, taking into account its impact on the environment. Principles of management and optimization of the complex natural and technical systems are developed in detail and are successfully implemented on the example of water management and reclamation systems. Water management and reclamation systems and heat supply systems belong to different areas, in principle, their schemes, operation, and

management principles are similar.

Energy production, energy supply, and energy consumption have the following problems: increasing energy needs to create comfortable conditions for human activity and living; shortage of non-renewable energy resources, which will be the main source of energy in the near future; environmental problems as a consequence of energy production and consumption. These issues need to be addressed comprehensively, as they are interrelated and conflicting. Heat supply systems together with natural conditions on all characteristic signs can be carried to difficult natural and technical systems whose functioning is defined first of all by natural and climatic conditions of the object.

The basis for making optimal technical and technological decisions in the management of heating systems should be the following ratio of the hierarchical block structure of the type effect \Leftrightarrow mode of operation of the heating system \Leftrightarrow technology \Leftrightarrow design, the components of which are interconnected. Here, the block "mode of operation of the heat supply system" plays a key role, as it determines the overall environmental and economic effect, on the one hand, and determines the technical and technological solutions to ensure it - on the other. Consideration, research, and formalization of this relationship should be carried out on the relevant direct and inverse composite functions by creating a set of hierarchically related forecasting and optimization models according to the levels of these decisions over time, as well as the type of forecast (long-term or short-term).

***Keywords:* economic principles; optimal solutions; energy; systems management.**

Волощук В. А., д.т.н., заведуючий кафедрой (Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»), **Гапонюк М. М., м.н.с., Ющук Б. В., м.н.с.** (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

НАУЧНЫЕ ПРИНЦИПЫ РАСЧЕТА И ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЕКТНЫХ, ТЕХНИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ НА ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОСНОВАХ

При энергопроизводстве, энергоснабжении и энергопотреблении имеют место ряд следующих проблем: увеличение потребностей в энергоресурсах для создания комфортных условий деятельности и обитания человека; дефицит невозобновляемых энергоресурсов, которые в ближайшей перспективе будут основным источником энергии; экологические проблемы как следствие производства и потребления энергоресурсов. Эти проблемы должны решаться комплексно, поскольку они взаимосвязаны и вызывают противоречивые потребности. В статье приведены принципы обоснования, расчета и оптимизации на современных эколого-экономических основах оптимальных проектных, технических и технологических решений по управлению подачей тепловой энергии в проектах строительства, реконструкции и эксплуатации систем теплоснабжения.

Ключевые слова: экономические основы; оптимальные решения; энергия; управление системами.
