

УДК 621.311.004.18.001.5:64-6

НАУКОВО-ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ В КОМУНАЛЬНІЙ ЕНЕРГЕТИЦІ

А. Л. Перекрест, С. С. Романенко

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна. E-mail: wey77@mail.ru

Виконано аналіз підходів до досягнення необхідної якості в енергетичних системах із використанням циклу безперервного поліпшення. Запропоновано підхід до енергоресурсозбереження в комунальній енергетиці за рахунок взаємопов'язаного розгляду питань енергоспоживання, енерговикористання та енергокерування. Приведено формалізацію окремих складових принципу «трьох Е» з використанням підпорядкованих множин процесів та їх змінних. Для оцінки ступеня взаємозв'язку окремих складових принципу «трьох Е» використана діаграма Венна, в якій перетин двох множин показує загальні властивості або виконувані завдання, а область перетину трьох множин – досягнення необхідної енергетичної ефективності об'єкта енергоресурсозбереження. Показано, що для досягнення необхідного рівня енергоефективності будівель спочатку треба впроваджувати автоматизовані системи їх моніторингу та керування. Наведено впроваджені в практику експлуатації інженерних систем будівель закладу освіти приклади реалізації окремих складових принципу «трьох Е» та їх взаємодії при енергоресурсозбереженні у вигляді автоматизованої системи віддаленого керування теплоспоживанням та інформаційного забезпечення систем енергетичного моніторингу.

Ключові слова: енергоресурсозбереження, енергетична ефективність, теплоспоживання будівель.

НАУЧНО-ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ В КОММУНАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

А. Л. Перекрест, С. С. Романенко

Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского
ул. Первомайская, 20, г. Кременчуг, 39600, Украина. E-mail: wey77@mail.ru

Выполнен анализ подходов к достижению необходимого качества в энергетических системах на базе цикла непрерывного улучшения. Предложен подход к энергоресурсосбережению в коммунальной энергетике за счет взаимосвязанного рассмотрения вопросов энергопотребления, энергоиспользования и энергоуправления. Приведена формализация отдельных составляющих принципа «трех Э» с использованием подчиненных множеств процессов и их переменных. Для оценки степени взаимосвязи отдельных составляющих принципа «трех Э» использована диаграмма Венна, в которой пересечение двух множеств показывает общие свойства или выполняемые задачи, а область пересечения трех множеств – достижение необходимой энергетической эффективности об'єкта энергоресурсосбережения. Показано, что для достижения необходимого уровня энергоэффективности зданий сначала необходимо внедрять автоматизированные системы их мониторинга и управления. Приведены внедренные в практику эксплуатации инженерных систем учебного заведения примеры реализации отдельных составляющих принципа «трех Э» и их взаимодействий при энергоресурсосбережении в виде автоматизированной системы удаленного управления теплоснабжением и информационного обеспечения системы энергетического мониторинга.

Ключевые слова: энергоресурсосбережение, энергетическая эффективность, теплоснабжение зданий.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. До комунальної енергетики відносяться технологічні й енергетичні комплекси, які забезпечують життєдіяльність людей: електро-, газо-, тепло- й водопостачання, а також водовідведення. Існуюча практика надання комунальних послуг в основному залежить від власників енергопостачальних компаній і підприємств, яким не вигідно будь-яке зниження споживання енергетичних ресурсів. У таких умовах реальне зниження споживання енергоресурсів можливо тільки на рівні кінцевих споживачів, оскільки пов'язане з їх виживанням та існуванням в умовах збільшення тарифів на енергоносії й відсутності інвестицій у модернізацію інженерних систем підпорядкованих їм об'єктів.

Найбільш енергоємною галуззю, що споживає більше 40 % первинних енергоресурсів, є теплопостачання об'єктів житлово-комунального господарства міст: житловий фонд, будинки соціального й

навчального призначення тощо.

Не заперечуючи важливості й універсальності комплексної теплотреновації будинків, особливої уваги заслуговують питання, пов'язані з вивченням, розробкою й упровадженням рішень по автоматизації й диспетчеризації їх інженерних систем. Упровадження подібних рішень забезпечить оперативний моніторинг стану різних інженерних систем, а також дозволить керувати енергоспоживанням кінцевих споживачів при зовнішніх і внутрішніх збуреннях, що змінюються.

Вказані системи можуть розглядатися як одні з основних складових для забезпечення необхідного рівня енергоефективності соціальних об'єктів або в загальному – для досягнення необхідної їх якості. У функції системного заходу, направлено на вирішення проблеми енергозбереження, може бути застосований енергетичний менеджмент як постійно діюча система обліку, аналізу та керування спожи-

ванням енергоносіїв на об'єкті, що направлена на досягнення мінімально допустимого рівня споживання енергії для функціонування об'єкту [1] або досягнення необхідної якості.

Одним з найважливіших принципів керування якістю процесу є його постійне поліпшення. Основним інструментом процесу постійного поліпшення, який найшов своє відображення в світових стандартах з енергоменеджменту [2], є цикл PDCA (рис. 1), який відомий також за назвою цикл Демінга–Шухарта. Цикл PDCA – це безперервний процес удосконалювання діяльності, наданий у вигляді циклічної послідовності чотирьох етапів: Plan (планування), Do (виконання), Check (перевірка), Act (виправлення, дії).

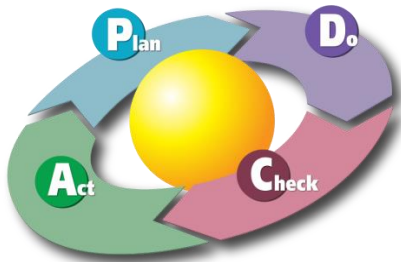


Рисунок 1 – Цикл безперервного поліпшення якості

Цикл PDCA символізує принцип повторення в розв'язку проблеми – досягнення поліпшення крок за кроком і повторення циклу вдосконалення багато разів [3, 4]. Зазначений цикл для процесів діяльності звертається в етапи: Plan – планування необхідної послідовності дій процесу, Do – виконання процесу за наміченим планом, Check – контроль досягнення цілей і результатів діяльності, Act – поліпшення діяльності. Цикл PDCA також широко використовується при керуванні процесами системи менеджменту якості. Спочатку плануються показники якості, тобто параметри, яким повинна задовольняти продукція, послуга, процес, і розробляється план дій для одержання необхідних параметрів. Потім іде створення продукту із запланованими властивостями й проводиться контроль виготовленої продукції або процесу.

При контролі перевіряється відповідність показників якості запланованим значенням і виявляються всі наявні відхилення. Далі виявляються причини появи таких відхилень і проводиться коректування процесу таким чином, щоб усунути виявлені причини. Після реалізації коригувальних заходів знову перевіряється відповідність показників, що виходять, якості їх запланованих значень. Цикл повторюється доти, поки результати не співпаде з планом. Відповідно до вимог споживачів плановані показники якості періодично змінюються, тому цикл PDCA служить безперервному поліпшенню якості й є ефективним інструментом для досягнення найкращих результатів.

Застосування циклу PDCA в різних областях діяльності дозволяє ефективно управляти цією

діяльністю.

Для закладів освіти функціонування енергоменеджменту у вигляді певної служби через безперервне повторювання циклу «Планування–Виконання–Перевірка–Покращення» (рис. 2) немінуче повинно призводити до покращення енергетичних показників та енергетичної ефективності закладу освіти [5]. При цьому для кожного з повторюваних етапів циклу встановлюється чітка послідовність дій. Так, етап «Планування» включає: визначення цілей і завдань енергозбереження, збір інформації та оцінку поточної ситуації з енергоспоживання, планування дій та затвердження плану з енергозбереження. Етап «Виконання» включає: проведення енергетичних обстежень, організацію системи обліку та побудову карти енергоспоживання. Етап «Перевірка» включає: аналіз режимів енерговикористання, оцінку отриманих даних та моніторинг споживання. Етап «Покращення» включає корекцію, усунення недоліків та визначення майбутніх кроків з підвищення ефективності використання.



Рисунок 2 – Цикл PDCA при реалізації політики з енергозбереження в закладах освіти

Разом з тим, незважаючи на розроблені універсальні підходи до менеджменту якості, їх реалізації у вигляді політики з енергозбереження, залишаються не вирішеними питання взаємодії окремих підсистем забезпечення життєдіяльності в межах певних об'єктів – муніципальних будівель – з метою підвищення їх енергетичної ефективності при реалізації енергозбереження.

Метою роботи є оцінка складових збереження енергетичних ресурсів у комунальній енергетиці міст і прикладна реалізація окремих його завдань. Однорідність структури розподілу витрат енергоресурсів для забезпечення функціонування муніципальних будівель дозволяє використовувати у функції об'єкта прикладних досліджень будівлі навчальних закладів.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Для практичної реалізації методів поліпшення якості та політики з енергозбереження в будівлях з метою зниження витрат на три основних види енергоресурсів – теплову, електричну й гідравлічну – необхідно використати сучасні технічні й інформаційні засоби, які реалізують завдання обліку енергоресурсів, аналізу режимів споживання, прийняття рішень і керування. Узагальнюючи зазначені завдання з ураху-

ванням існуючих системних підходів [2–5] та маючи на увазі збереження не тільки енергії, а й матеріальних ресурсів, приходимо до трьох досить чітких складових: енергоспоживання, енерговикористання та енергокерування, які становлять основу пропонованого принципу енергоресурсозбереження в комунальній енергетиці – принципу «трьох Е» [6, 7].

У найпростішому випадку послідовність застосування принципу «трьох Е» наступна (рис. 3):

– оцінка поточного енергоспоживання об'єктом і потенціалу використання доступних джерел енергії;

– аналіз ефективності перетворення енергії й встановлення структури розподілу її втрат за видами й на різних елементах об'єкта;

– формування необхідних режимів роботи об'єкта, що забезпечують регулювання технологічних параметрів і оптимізацію енерговитрат з урахуванням економічних показників.

Кожен із трьох складових принципу «трьох Е» характеризується окремими процесами й змінними (табл. 1). Так, наприклад, для «енергоспоживання» визначальними є відповіді на запитання: скільки доступно, скільки необхідно й скільки споживається певним об'єктом енергії. Для відповіді на ці запитання необхідно провести класифікацію об'єктів керування, виконати оцінку доступних для певного об'єкту величин (потоків) енергії з різних джерел для його енергозабезпечення та оцінити споживання енергії за базовим рівнем. Для технічної реалізації вказаних завдань можуть використовуватись як розрахункові дані з нормативних документів, так і виміряні за допомогою автоматизованих систем контролю та обліку енергоресурсів дані.

На основі отриманих даних на етапі «енерговикористання» проводиться аналіз ефективності пере-

творення енергії й встановлення структури розподілу її втрат за видами й на різних елементах об'єкта. При цьому окремими процесами «енерговикористання» є процеси перетворення та розподілу енергії, що характеризуються множинами відповідних показників (табл. 1).



Рисунок 3 – Простий взаємозв'язок складових принципу «трьох Е»

Для «енергокерування» визначальними є формування процесів регулювання споживання енергоресурсів відповідно до режимів використання будівель навчальних закладів та оптимізації енерговитрат при дотриманні необхідних санітарно-гігієнічних норм. Відповідно маємо множини методів, способів та засобів регулювання параметрів споживання енерговитрат; множини критеріїв, методів та засобів оптимізації енерговитрат із чітким виділенням економічних показників як індикаторів економічної ефективності при реалізації «енергокерування».

Таблиця 1 – Узагальнена характеристика складових принципу «трьох Е» та їх процесів і змінних

Складове	Процеси	Множини змінних, характеристик чи способів
ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ – оцінка поточного енергоспоживання об'єктом і потенціалу використання доступних джерел енергії	Класифікація об'єктів, <i>a</i>	Типи та показники об'єктів
	Оцінка можливої енергії, <i>b</i>	Типи та оцінка потужності джерел енергії
	Оцінка необхідної енергії для об'єктів, <i>c</i>	Оціночні показники енергоспоживання
	Контроль та облік енергоспоживання, <i>d</i>	Виміряні показники енергоспоживання
ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ – аналіз ефективності перетворення енергії й встановлення структури розподілу її втрат за видами й на різних елементах об'єкта	Оцінка процесів перетворення енергії, <i>e</i>	Показники та характеристики якості перетворення (енергетичний моніторинг)
	Оцінка процесів розподілу енергії, <i>f</i>	Показники та розподілення втрат енергії (енергетичний бюджет)
ЕНЕРГОКЕРУВАННЯ – формування необхідних режимів роботи об'єкта, що забезпечують регулювання технологічних параметрів й оптимізацію енерговитрат	Регулювання роботи об'єктів, <i>r</i>	Методи, способи та засоби регулювання
	Оптимізація енергоспоживання, <i>o</i>	Критерії, методи та засоби оптимізації енергоспоживання з урахуванням економічних показників

При цьому для розрахунку економічних показників доцільно використовувати підходи, що оперують методом дисконтування грошових потоків у зв'язку з урахуванням вартості інвестицій у часі [8, 9].

Окремі складові принципу «трьох Е» взаємодіють один з одним. Оцінка ступеня їх взаємозв'язку показана у вигляді діаграми Венна (рис. 4), де перетин двох множин показує загальні властивості або виконувані завдання, а область перетину трьох множин – досягнення необхідної енергетичної ефективності об'єкта.



Рисунок 4 – Взаємозв'язок складових принципу «трьох Е» у вигляді діаграми Венна

Так, наприклад, розглядаючи сумісно складові «енергоспоживання» та «енерговикористання», можна вирішити завдання обліку споживаних енергетичних ресурсів та провести аналіз структури розподілу споживання енергоресурсів. Спільне виконання складових «енергокерування» та «енергоспоживання» дозволяє оцінити вплив методів регулювання й оптимізації на загальне споживання ресурсів, а розгляд у зв'язці «енергокерування»–«енерговикористання» встановлює вплив методів регулювання та оптимізації на окремі показники якості перетворення та розподілення енергоресурсів з урахуванням економічних чинників.

Наведений на рис. 4 діаграмі Венна та підпорядкованим їм процесам (табл. 1) відповідають дискретно-логічні моделі за теорією множин [10]:

$$\begin{cases} M1 = EC \cap EB = (a \cup b \cup c \cup d) \cap (e \cup f); \\ M2 = EC \cap EK = (a \cup b \cup c \cup d) \cap (r \cup o); \\ M3 = EB \cap EK = (e \cup f) \cap (r \cup o); \\ E\Phi = M1 \cap M2 \cap M3, \end{cases}$$

де M1, M2 та M3 – результат спільного розгляду та виконання складових принципу «трьох Е»: EC, EB та EK – енергоспоживання, енерговикористання та енергокерування відповідно; a, b, c, d, e, f, r, o – множини процесів, що характеризують окремі складові EC, EB, EK відповідно до табл. 1.

Загальною рисою окремих елементів принципу «трьох Е» є енергоефективність у кожному із складових, а метою застосування принципу «трьох Е» є досягнення необхідної ефективності об'єкта з оптимальними економічними показниками (рис. 5).



Рисунок 5 – Формалізована мета принципу «трьох Е»

Відмічене вище має науковий та технічний сенс тільки за конкретною постановкою питання, його інтерпретації й наступній реалізації у комплексі або по частинам. Природно, що в першому випадку превалює наочність з очевидними можливостями.

Прикладна реалізація складових принципу «трьох Е» при енергоресурсозбереженні в навчальних закладах включає питання, що пов'язані з моніторингом та керуванням режимами енергоспоживання.

Енергомоніторинг на базі web-технологій. Для досягнення необхідної енергоефективності та зниження енерговитрат об'єктів енергоресурсозбереження на першому етапі необхідно забезпечити достовірне одержання даних про енергоспоживання того чи іншого об'єкта з метою обґрунтування методів прийняття рішень для підвищення енергоефективності об'єкта.

Сучасний стан технічних і програмних засобів промислової автоматики, широке впровадження в повсякденне життя людей телекомунікаційних можливостей всесвітньої мережі Інтернет ставлять на зовсім новий рівень розуміння питання автоматизації й диспетчеризації інженерних систем будинків. Так, наприклад, сучасні прилади для обліку споживаних енергоресурсів мають високий клас точності, реалізують функції виміру, розрахунку, зберігання й передачі інформації. Зазначені можливості сучасних технологій й апаратури автоматизації дозволяють досить просто реалізувати віддалений контроль і керування із застосуванням web-орієнтованих рішень.

Для організації розподіленого доступу до інформації про роботу окремих інженерних систем доцільно використовувати клієнт-серверну архітектуру та Web-інтерфейс у зв'язку з високою швидкістю

обміну даними, низькою вартістю обслуговування та відносно простою реалізацією.

Практична реалізація системи енергомоніторингу на прикладі навчального закладу приведена на рис. 6–8 [11, 12].



Рисунок 6 – Вікно вибраного об’єкту (КрНУ) системи енергомоніторингу

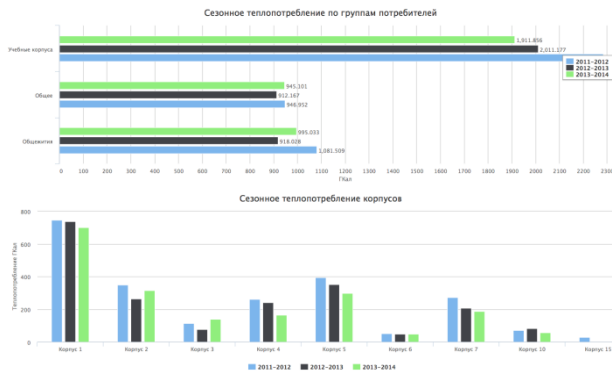


Рисунок 7 – Вікно для аналізу сезонного теплоспоживання КрНУ за групами будівель

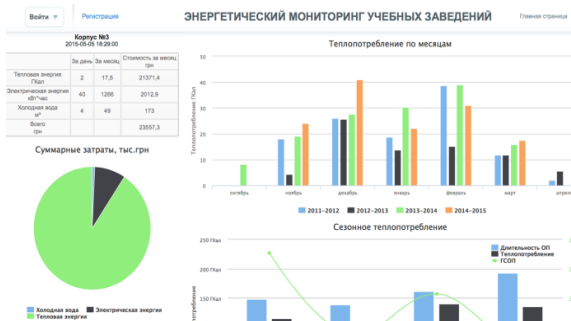


Рисунок 8 – Вікно аналізу теплоспоживання навчального корпусу № 3

До ключевих можливостей розробленого інформаційного забезпечення слід віднести можливість інтерактивного й візуального порівняльного аналізу абсолютного та питомого енергоспоживання окремих навчальних будівель за певними видами енергоресурсів і за різними періодами часу: година, доба, неділя, місяць, рік, сезон.

Отримані в результаті роботи системи енергомоніторингу будівель дані можуть у подальшому використовуватись для порівняльного аналізу енергоспоживання будівель різного призначення, конфігурації, розташування тощо з метою їх класифікації та сертифікації.

Таким чином, результатом виконання завдань «енергоспоживання» та «енерговикористання» є отримання функціоналу енергетичного моніторингу, тобто контроль технологічних та енергетичних параметрів роботи інженерних систем будівель для визначення ступеня їх відповідності вимогам до сертифікації енергетичної ефективності. При цьому у функції індикаторів енергоефективності можуть використовуватись як нормативні показники [7, 13] – питоме енергоспоживання та клас енергоефективності, так і уточнені з урахуванням особливостей певних будівель [14, 15].

Енергокерування. Автоматизація та диспетчеризація процесу погодного регулювання теплоспоживання будівлі. Зважаючи на вартість послуг на теплостачання муніципальних будівель порівняно з іншими видами, основну увагу слід приділяти питанням, що пов'язані саме зі зменшенням теплового споживання як на рівні кінцевих споживачів – будинків різного призначення, так і міста в цілому.

Виконуючи вимоги нормативних документів [16, 17], у Кременчуцькому національному університеті імені Михайла Остроградського (КрНУ) створена й успішно функціонує автоматизована система оперативного контролю температурних режимів і віддаленого керування тепловим споживанням навчальних корпусів [18].

Як основне схемне рішення системи автоматизації використано схему автоматизованого вузла погодного регулювання (рис. 9), що встановлена в індивідуальних теплових пунктах п'яти навчальних корпусів.

У функції обладнання використано погодний регулятор Siemens RVD 125, насоси DAB BPH 180/280, клапан з електроприводом Siemens, сенсори температури теплоносія та повітря, термоманометри, прилади для комутації та захисту, інтерфейсні прилади підсистеми диспетчеризації. Інформація з окремих, локальних систем передається на диспетчерський пункт керування через локальну інформаційну мережу університету [19]. Для оперативного керування теплоспоживанням навчальних корпусів розроблено керуюче програмне забезпечення локального [20] та диспетчерського [21] рівнів.

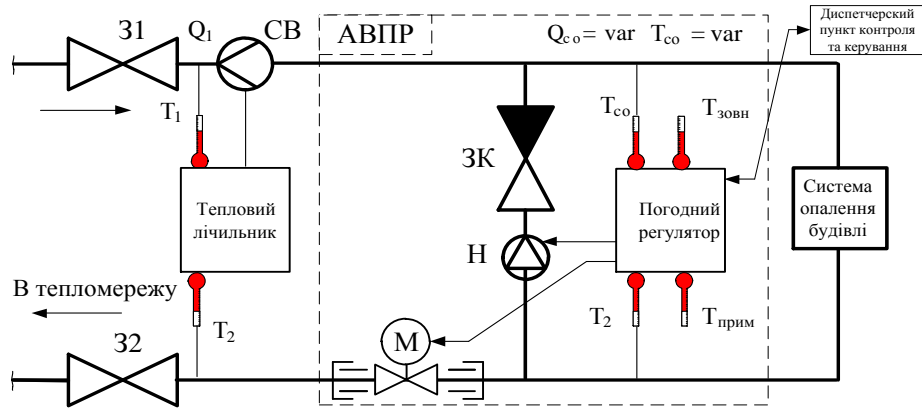


Рисунок 9 – Блок-схема автоматизованого вузла регулювання теплового навантаження будівлі: СВ – сенсор витрат теплоносія із мережі тепlopостачання; М – клапан з електроприводом; Н – насос; ЗК – зворотній клапан; 31, 3» – засувки; АВПР – автоматизований вузол погодного регулювання

Для окремо взятого п'ятиповерхового навчального корпусу ($Q_{оп}=0,27$ Гкал/год, $V=23423$ м³), в якому здійснено модернізацію теплового пункту, отримано техніко-економічні показники (табл. 2). За базове теплоспоживання прийнято величину в 393 Гкал за 2010–2011 опалювальний сезон, у якому автоматизоване регулювання теплоспоживання не проводилось. Аналіз даних у табл. 2 показує, що витрачені 2012 року кошти на модернізацію теплового вузла навчального корпусу в розмірі 85 тис. грн. окупились за неповних два опалювальних сезони внаслідок зменшення теплоспоживання, – економія понад 100 Гкал.

Виконана, починаючи з опалювального сезону 2011–2012 років, поетапна модернізація теплових пунктів дозволила зменшити сезонне теплоспоживання в регульованих за теплоспоживанням корпусах на 570 Гкал 2014 року, що становить більше 600 тис. грн.: на 222,8 тис. грн. порівняно з 2013 роком та на 397,8 тис. грн. 2014 року порівняно з 2012 роком (рис. 10, 11).

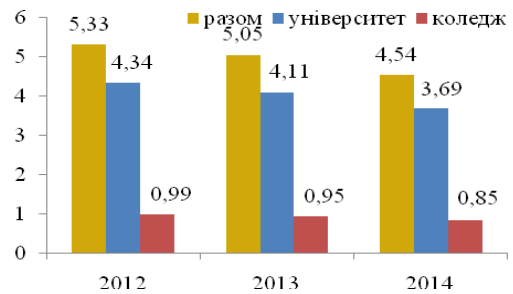


Рисунок 10 – Витрати на енергоресурси КрНУ, мільйони гривень

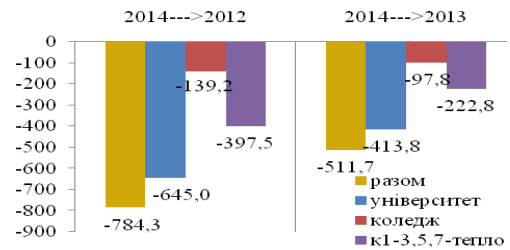


Рисунок 11 – Різниця витрат коштів на енергоресурси по рокам, тисяч гривень

Таблиця 2 – Техніко-економічні показники варіантів модернізації теплового пункту навчальної будівлі

Вид модернізації	Кошторисна вартість упровадження, тис. грн.		Теплоспоживання за опалювальний сезон		Економія за рахунок зменшення теплоспоживання			Термін окупності, опал. сезони	
	станом на 10.09.2012 р.	станом на 10.04.2015 р.	Опалювальний сезон	Гкал	Гкал, %	тис. грн.		I	II
						I	II		
Автоматизація теплового вузла	47*+20**	145+30	після автоматизації, 2011–2012 рр.	353	40/10	35,8	44,4	1,8	2,3
Диспетчеризація	18	25	після диспетчеризації, 2012–2013 рр.	298	95/24	84,9	105,5	1	1,2
Всього	85 ^I	200 ^{II}							

* – не врахована вартість теплового лічильника ** – вартість дозвільних документів
I – при вартості 894,6 грн за 1 Гкал; II – при вартості 1221 грн за 1 Гкал

Разом з тим, аналіз різниці витрат коштів за видами енергоресурсів та роками показує, що 2014 року порівняно з 2012 та 2013 роками в університеті було витрачено більше коштів і на воду та електроенергію, в тому числі й у регульованих за теплоспоживанням навчальних корпусах: на 72,8 і 76,7 тис. грн. більше витрачено на воду 2014 року; на 166,8 і 107,8 тис. грн. витрачено більше на електроенергію (рис. 12). Це можна пояснити, з одного боку, збільшенням тарифів, а з другого – перевитратами вказаних енергоресурсів унаслідок відсутності

можливості оперативного (часового та добового) аналізу водо- й елетроспоживання в окремих будівлях та, як наслідок, запізненням у прийнятті рішень по усуненню перевитрат енергоресурсів. Проте економія коштів від зменшення теплоспоживання значно перекиває перевитрати на воду й електроенергію (рис. 12): на 884,5 тисяч гривень зменшено сплату 2014 року за теплоспоживання порівняно з 2012 роком та на 598,4 тисяч гривень порівняно з 2013 роком при збільшенні тарифів на теплопостачання на 36 %.

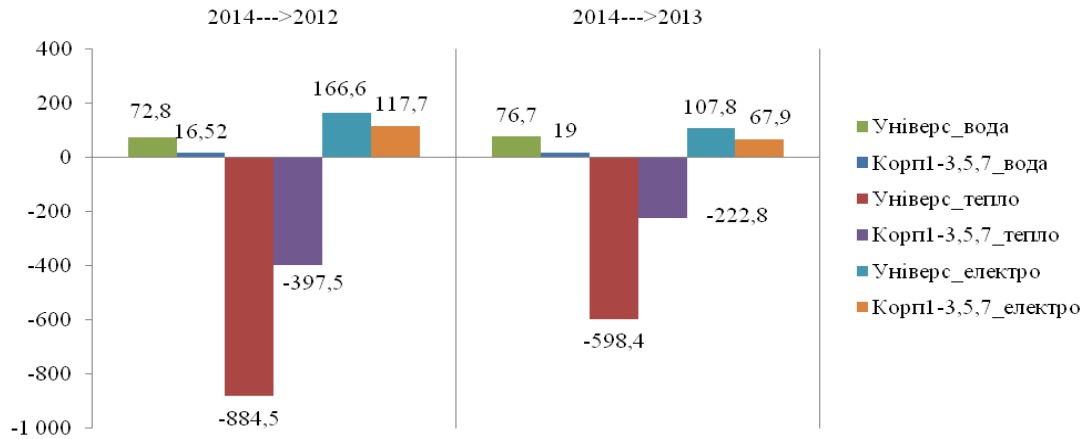


Рисунок 12 – Порівняння витрат за видами енергоресурсів за роками, тисяч гривень

ВИСНОВКИ. 1. Для зменшення затрат на енергоресурси в комунальній енергетиці доцільно використовувати системний підхід, за яким чіткими складовими виступають енергоспоживання, енерговикористання й енергокерування.

2. На першому етапі необхідно впроваджувати автоматизовані системи моніторингу окремих будівель для достовірного одержання даних про енергоспоживання того чи іншого об'єкта.

3. Досвід упровадження сучасних засобів автоматизації та диспетчеризації в роботу інженерних систем будівель доводить можливість зменшення споживання теплової енергії на опалення. Використання подібних рішень у житлових багатоповерхових будинках дозволить не тільки поліпшити їх гідрравлічні й теплові режими за рахунок додаткової циркуляції теплоносія, але й зменшити квартплату для кожного домовласника.

4. Потребують подальшої розробки питання, що пов'язані з розробкою та впровадженням альтернативних технологій та рішень оперативного аналізу енергоспоживання й прийняття рішень на рівні груп будівель, мікрорайонів та міст у цілому.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ 4472–2005. Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту. Загальні вимоги.
 2. Иншеков Е.Н. Системы энергоменеджмента в Украине: история развития и современное состояние. – Режим доступа: <http://www.minregion.gov.ua/attachments/content-attachments/2695/Energemanage->

[ment_.pdf](#). Дата доступа: 28.10.2014.

3. Барвинок В.А., Яницкая Т.С., Родина Т.Н., Клочков Ю.С. Методика формализованного описания процессов разработки системы качества // Проблемы машиностроения и автоматизации. – М., 2005. – Вып. 3. – С. 29–33.

4. Репин В.В., Елиферов В.Г. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов. – М.: РИА «Стандарты и качество», 2004. – 408 с.

5. Типове положення про запровадження енергетичного менеджменту в навчальних закладах та установах Міністерства освіти і науки України. – Режим доступа: <http://science.nung.edu.ua/node/84>. Дата доступа: 28.10.2014.

6. Родькин Д.И. Энергосбережение как закономерный этап электрификации народного хозяйства // Проблемы создания новых машин и технологий. – Кременчуг, 2000. – Вып. 1 (8). – С. 177–183.

7. Перекрест А.Л. Оценка эффективности функционирования систем отопления учебных зданий // Электромеханичні і енергозберігаючі системи. – Кременчук, 2014. – Вып. 2/2014 (26). – С. 48–55.

8. Фецишин Б.П. Экономика энергетики: навчальний посібник для студентів енергетичних спеціальностей вищих навчальних закладів. – Тернопіль: Астон, 2003. – 160 с.

9. Подольчак Н.Ю., Матвішин Н.Ю. Методи зниження ризиків енергоресурсів і оцінювання ефективності енергоощадних заходів машинобудівного підприємства // Науковий вісник НТЛУ України.

– 2009. – Вип. 19 (10). – С. 283–291.

10. Сигорский В.П. Математический аппарат инженера. – К.: Техника, 1975. – 768 с.

11. Книжник С.Н., Перекрест А.Л., Масливец А.В. Інформаційне забезпечення для віддаленого моніторингу теплоенергетичних об'єктів // Інженерні та освітні технології в електротехнічних і комп'ютерних системах. – Кременчук, 2013. – Вип. 3/2013 (3). – С. 29–40.

12. Перекрест А.Л., Масливец А.В. К созданию web-ориентированной системы энергетического мониторинга в муниципалитетах // Тези доповідей конференції молодих учених, спеціалістів, аспірантів «Проблеми енергоресурсозбереження в промисловому регіоні. Наука і практика». – Маріуполь: ДВНЗ «ПДТУ», 2015. – С. 130.

13. ДБН В.2.6-31:2006 «Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель». – К.: Мінрегіонбуд, 2006. – 73 с.

14. Розен В.П., Ткаченко В.Ф. Энергетический мониторинг зданий высших учебных заведений // Проблемы региональной энергетики. – Кишинев, 2013. – Вып. 2. – С. 108–112.

15. Праховник А.В., Дешко В.І., Шевченко О.М. Энергетична сертифікація будівель // Наукові вісті «КП». – К., 2011. – Вип. 1. – С. 140–153.

16. Инженерне обладнання будинків і споруд. Настанова з проектування, монтажування та експлуатації автоматизованих систем моніторингу та управління будівлями та спорудами. ДСТУ–Н Б В.2.5–37:2008.

[Чинний від 2008-10-01]. – К.: Мінрегіон України, 2008. – 22 с.

17. Энергоэффективность будивель. Вплив автоматизації, моніторингу та управління будівлями. ДСТУ Б EN 15232:2011. [Чинний від 2012-04-01]. – К.: Мінрегіон України, 2012. – 109 с.

18. Загирняк М.В., Перекрест А.Л. Опыт внедрения и использования автоматизированной системы мониторинга температурных режимов и удаленного управления теплотреблением Кременчугского национального университета // Электротехнические и компьютерные системы. – Одесса, 2014. – Вып. 15 (91). – С. 423–426.

19. Перекрест А.Л., Найда В.В., Романенко С.С., Пороник А.А. Оперативный контроль температурных режимов и управление тепловыми пунктами зданий учебного заведения // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2013. – Вип. 3/2013 (80). – С. 35–43.

20. Книжник С.Н., Перекрест А.Л., Найда В.В. и др. Комп'ютерна програма «Автоматизована система керування тепловим споживанням будівлі». – Свідоцтво на твір № 50946 від 27.08.2013.

21. Перекрест А.Л., Мокрий О.В., Найда В.В., Романенко С.С. Комп'ютерна програма «Автоматизована система моніторингу та керування теплоспоживанням КрНУ». Свідоцтво на твір № 56600 від 23.09.2014.

SCIENTIFIC AND APPLIED ASPECTS SAVING ENERGY AND RESOURCES IN THE MUNICIPAL ENERGY SECTOR

A. Perekrest, S. Romanenko

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University
vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, 39600, Ukraine. E-mail: wey77@mail.ru

The analysis of approaches to achieve the desired quality of energy systems based on the cycle of continuous improvement. An approach to saving of energy and recourses communal energy due consideration of the interrelated issues of energy consumption, energy use and energy management. Shows the formalization of the individual components of the principle of "three E" with a subordinate set of processes and their variables. To assess the degree of interconnection of separate components of the principle of "three E" used a Venn diagram, which shows the intersection of two sets general properties or perform tasks, and the intersection of three sets - the achievement of the required energy efficiency energy saving facility. It is shown that in order to achieve the required level of energy efficiency of buildings, you must first implement automated monitoring and control. Are shown embedded in the practice of the operation of engineering systems of the institution examples of individual components of the principle of "three E" and their interactions at energy saving in the form of an automated system for remote control and information systems heat consumption of the energy monitoring.

Key words: energy and resource saving, energy efficiency, heat consumption of buildings.

REFERENCES

1. DSTU 4472 (2005), "Energy saving. Energy management systems. General requirements". (in Ukrainian)

2. Inshekov, E.N (2014), "Systems of an energomendzhment in Ukraine: history and modern development state", available at: http://www.minregion.gov.ua/attachments/content-attachments/2695/Energemanagement_.pdf (accessed October 28, 2012). (in Russian)

3. Barvinok, V.A., Yanickaya, T.S., Rodina, T.N. and Klochkov, Yu.S. (2005), "Methods of formalized description of processes of development of the quality

system", *Problemy mashinostroeniya i avtomatizatsii*, Vol. 3, pp. 29–33. (in Russian)

4. Repin, V.V. and Eliferov, V.G. (2004), *Protsessniy podhod k upravleniyu. Modelirovanie biznesprotsessov* [The process approach to management. Business Process Modeling], Standards and Quality, Moscow. (in Russian)

5. The typical provision on input of power management in educational institutions and establishments Ministry of Education and Science of Ukraine, available at: <http://science.nung.edu.ua/node/84>. (in Ukrainian)

6. Rodkin, D.I. (2000), "Energy saving as natural stage of electrification of a national economy", *Problemy sozdaniya novih mashin i tehnologii*, Vol. 1, no. 8, pp. 177–183. (in Russian)
7. Perekrest, A.L. (2014), "Estimation of efficiency of heating buildings university", *Elektromehanični i energozberigayuchi sistemy*, Vol. 2, no. 26, pp. 48–55. (in Russian)
8. Fedishin, B.P. (2003), *Ekonomika energetiki: navchalnyi posibnik* [Energy Economics: Textbook], Aston, Ternopil. (in Ukrainian)
9. Podolchak, N.Yu. and Matviishin, N.Yu. (2009), "Methods to reduce risks and evaluation of energy efficiency engineering enterprise energy saving measures", *Naukovii visnik NTLU Ukraine*, Vol. 10, no. 19, pp. 283–291. (in Ukrainian)
10. Sigorskiy, V.P. (1975), *Matematicheskii apparat injenera* [The mathematical apparatus engineer], Tehnika, Kiev. (in Russian)
11. Knijnik, E.N., Perekrest, A.L. and Maslivets, A.V. (2013), "Information support for remote monitoring thermal power facilities", *Injenerni ta osviti tehnologii v elektrotehnichnih i kompyuternih sistemah*, Vol. 3, no. 3, pp. 29–40. (in Ukrainian)
12. Perekrest, A.L. and Maslivets, A.V. (2015), "Tocreation web-systems monitoring in municipalities", *Tezi dopovidei konferentsii molodih uchenih, specialistiv, aspirantiv, «Problemy energoresursozberjennya v promislovomu regioni. Nauka i praktika»* [Proceedings of the conference of young scientists, specialists, post-graduate students "Problems of energy saving in the industrial area. Science and Practice"], Mariupol, DVNZ «PDTU», p. 130. (in Russian)
13. State Building Codes V.2.6–31 (2006), "Construction of buildings and structures. Thermal insulation of buildings", Minregionbud, Kiev. (in Ukrainian)
14. Rozen, V.P. and Tkachenko, V.F. (2013), "Energy monitoring of buildings of higher educational institutions", *Problemy regionalnoy energetiki, Kishinev*, Vol. 2, pp. 108–112. (in Russian)
15. Prahovnik, A.V., Deshko, V.I. and Shevchenko, O.M. (2011), "Energy certification of buildings", *Naukovi visti «KPI»*, Vol. 1, pp. 140–153. (in Ukrainian)
16. DSTU–N B V.2.5–37 (2008), "Engineering equipment of houses and constructions. Manual from design, assembling and operation of the automated systems of monitoring and management of buildings and constructions", Minregion Ukraine, Kiev. (in Ukrainian)
17. DSTU B EN 15232 (2011), "Energy efficiency of buildings. Influence of automation, monitoring and management of buildings", Minregion Ukraine, Kiev. (in Ukrainian)
18. Zagirnyak, M.V. and Perekrest, A.L. (2014), «Experience implementing and using the automated system temperature monitoring and remote control of the heat load of the Kremenchug National University», *Elektrotehnicheskie i kompyuternie sistemy*, Odessa, Vol. 15, no. 91, pp. 423–426. (in Russian)
19. Perekrest, A.L., Naida, V.V. and Romanenko, S.S. (2013), "Operational control of temperature conditions and management thermal paragraphs educational buildings", *Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskiy National University*, Vol. 3, no. 80, pp. 35–43. (in Russian)
20. Knijnik, E.N., Perekrest, A.L., Naida, V.V. and others (2013), Ukraine certificate of authorship 50946 *Kompyuterna programa «Avtomatizovana Sistema keruvannya teplovim spojivanniam budivli»* [The computer program "Automated system control heat consumption building"]. (in Ukrainian)
21. Perekrest, A.L., Mokriy, O.V., Naida, V.V. and Romanenko, S.S. (2014), Ukraine certificate of authorship 56600, *Kompyuterna programa «Avtomatizovana Sistema monitoringu ta keruvannya teplospojivanniam KrNU»* [The computer program "Automated system monitoring and control of heat consumption KrNU"]. (in Ukrainian)

Стаття надійшла 18.05.2015.