

ISSN 1813-5420 (Print). *Енергетика: економіка, технології, екологія*. 2016. № 4

МОНІТОРИНГ, ДІАГНОСТИКА ТА КЕРУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ ТА ОБЛАДНАННЯМ MONITORING, DIAGNOSTIC AND MANAGEMENT OF POWER PROCESSES AND EQUIPMENT

УДК 620.9:658.26

В.П. Розен, д-р техн. наук, проф.,
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Л.В. Давиденко, канд.техн.наук, доц., Н.В. Давиденко
Луцький національний технічний університет

СТРУКТУРА СИСТЕМИ КОМПЛЕКСНОГО КОНТРОЛЮ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ОБ'ЄКТІВ КОМУНАЛЬНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

В статті розглянуто питання побудови системи комплексного контролю ефективності режимів енергоспоживання об'єктів комунального водопостачання як складової енергоменеджменту. Сформульовано її завдання та функції. В структурі системи виділено процедури оперативного контролю та порівняльного аналізу. Для формування нормативів та «стандартів» енергоспоживання запропоновано використовувати дані системи моніторингу та враховувати кращі зразки ефективного енергоспоживання. Формалізацію контролю енергоефективності здійснено на основі об'єктно-орієнтованої технології. Сформовано класи, що враховують параметри стану і функціонування об'єкту, енергоспоживання, зовнішнього середовища, методи планування та контролю енергоспоживання. Виконано опис функцій класів та запропоновано алгоритм контролю. Використання запропонованих принципів дозволяє враховувати реальні умови функціонування об'єкту водопостачання, здійснювати контроль енергоефективності в режимі реального часу, інтегрувати процедури контролю в систему енергоменеджменту підприємства.

Ключові слова: енергоефективність, контроль ефективності енергоспоживання, система комунального водопостачання.

Вступ. Енергетична ефективність на сьогоднішній день є одним із пріоритетів ЄС. В умовах скорочення запасів енергоносіїв і зростання їх ринкової вартості, питання підвищення рівня ефективності енергоспоживання належить до стратегічних завдань держав та є пріоритетним завданням окремих організацій і підприємств. Однією з умов сталого та пропорційного розвитку держави є вирішення проблем енергоемності виробництва. Директива IPPC 2008/1/ЕС [1] вимагає ефективного використання енергії при експлуатації будь-яких установок, а енергоефективність є одним з критеріїв, які використовуються для визначення найкращих доступних технологій для будь-якого виробничого процесу. Досягнення енергетичної ефективності підприємств і організацій вимагає управління не лише на державному та регіональному рівні, а й на рівні підприємств, організацій, окремих технологічних процесів чи енергоемних установок [2], а основною такого підходу має бути поліпшення проектних рішень, а також менеджменту та контролю виробничих процесів.

Ключовим елементом забезпечення енергоефективності, згідно [3], є підходи, спрямовані на створення відповідної системи менеджменту. Стандарт з енергоменеджменту ISO 50001:2011 [4] на відміну від технічного «точкового» підходу, який базується на інвестиціях в енергозбереження, пропонує управлінський підхід за рахунок застосування кращої управлінської практики. Забезпечення постійного підвищення рівня енергоефективності потребує удосконалення існуючих та розроблення нових функцій і процедур контролю та їх інтеграцію в систему енергетичного менеджменту. При цьому виникає необхідність використання процедур моніторингу енергоспоживання, порівняльного аналізу результативності (бенчмаркінгу) з використанням галузевих, регіональних тощо орієнтирів, а також організації на постійній основі комплексного контролю енергоефективності виробничої системи та її об'єктів, процедури якого повинні враховувати специфіку функціонування об'єкту контролю.

Мета статті. Створення передумов для підвищення ефективності енергоспоживання в системі комунального водопостачання шляхом формування принципів побудови системи комплексного контролю енергоефективності її об'єктів, які б дозволяли врахувати ієрархічну приналежність об'єкту дослідження, а також структуру проблеми енергоефективності.

© В.П. Розен, Л.В. Давиденко, Н.В. Давиденко, 2016

Основні матеріали дослідження. Система комунального водопостачання (СКВ) – складна виробнича система, яка має ієрархічну структуру та розгалужену мережу взаємозв'язків між елементами, що споживають певні види енергії для реалізації технологічного процесу, характеризуються певними вихідними умовами, знаходяться на різних ієрархічних рівнях і мають свої особливості функціонування.

Енергоефективність будь-якої виробничої системи як її синтетична характеристика є ознакою, що характеризує здатність об'єкта дослідження ефективно функціонувати в певних умовах, що вимагає раціонального використання енергоресурсів. Ефективність енергоспоживання – один з індикаторів стану справ у виробничій системі з точки зору технічного рівня виробництва, провадження технологічних процесів, а також організації енергоменеджменту. Згідно [3] серед ключових принципів забезпечення енергоефективності відзначено такі: розробка та впровадження систем енергетичного менеджменту; системний підхід до забезпечення енергоефективності (врахування всіх аспектів і взаємозв'язків між процесами і установками, що функціонують на підприємстві); виявлення ключових аспектів забезпечення енергоефективності та можливостей енергозбереження; визначення показників енергоефективності, їх оцінка, перегляд і вдосконалення; порівняльний аналіз або бенчмаркінг (порівняння з найкращими досягнутими результатами); послідовне вдосконалення енергоефективності (поетапне досягнення кращих показників); розробка та впровадження методів вдосконалення енергоефективності, включаючи моніторинг і контроль.

Моніторинг ефективності енерговикористання в будь-якій виробничій системі покликаний забезпечити визначення її стану та ефективності організації технологічного процесу, а також створити передумови для підвищення якості функціонування системи та її об'єктів. Основним принципом функціонування системи моніторингу має бути безперервність пооб'єктного контролю та урахування отриманої інформації для удосконалення виробничого процесу і планування енергоефективних режимів.

Контроль енергоефективності – складова процесу управління ефективністю енергоспоживання (рис. 1). Адекватна процедура контролю енергоефективності повинна давати змогу оперативно визначати моменти невідповідного підвищення чи зниження енергоефективності на досліджуваному об'єкті, а також давати обґрунтовану оцінку, з яких причин відбулись ці зміни [2].

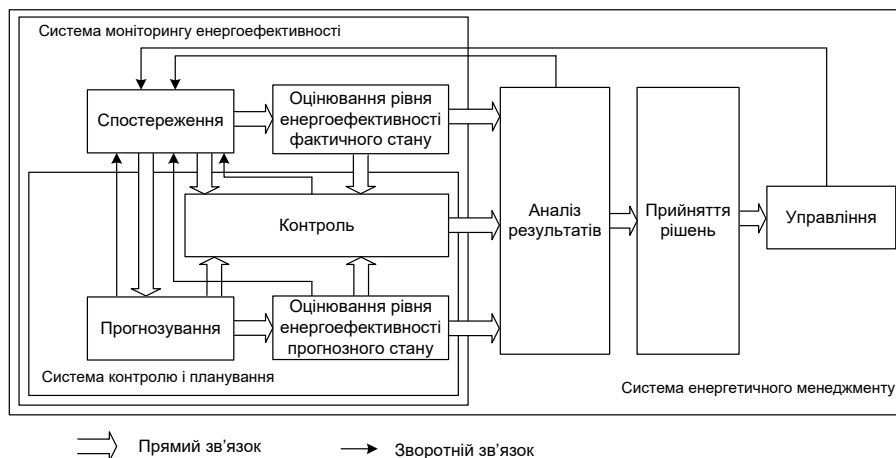


Рисунок 1 – Структура системи енергоменеджменту

В загальному випадку контроль представляє собою самостійний, безперервний процес управлінської діяльності, який полягає в спостереженні, перевірці, зборі та (за необхідності) реєстрації інформації про ефективність функціонування керованого об'єкта; своєчасному виявленні відхилень від прийнятних нормативів та стандартів, аналізі причин їх виникнення; коригуванні функціонування об'єкту контролю, виборі способів впливу на об'єкт контролю для попередження негативних тенденцій. Основними етапами контролю є: 1) отримання первинної інформації про фактичний стан об'єкта контролю, його контрольовані показники; 2) отримання вторинної інформації - відхилень від заданих параметрів шляхом зіставлення первинної інформації з встановленими нормативами; 3) підготовка інформації для вироблення відповідних керуючих впливів на об'єкт. За результатами контролю здійснюються управлінські впливи на об'єкт контролю для корегування його функціонування.

Контроль може бути ефективним у випадку отримання та раціонального використання достовірної та своєчасної інформації про стан керованої системи, відповідності її функціонування намічених цілей.

Вимірювання є важливим інструментом отримання достовірної та доступної для спостереження інформації як щодо обсягів енергоспоживання, так і щодо технологічних характеристик виробничих процесів. Необхідною умовою забезпечення ефективної роботи складної виробничої системи є

автоматизація процесу збору даних про параметри режимів роботи кожного з її структурних елементів та виробничої системи в цілому. Сучасні світові тенденції у галузі управління енергоефективністю відповідно стандарту ISO 50001 передбачають широке впровадження автоматизованих систем обліку енергоресурсів, управління технологічними процесами, які є складовою частиною загальної системи моніторингу, а також інформаційних систем енергоменеджменту. Наявність автоматизованих систем управління спрощує збір та обробку інформації по кожному із об'єктів системи комунального водопостачання. Їх підключення до мережі INTERNET забезпечить зв'язок між контрольними пунктами об'єктів управління та центральним сервером підприємства, що дозволить здійснити консолідацію даних в одній системі. Використання WEB – технологій забезпечує можливість створення систем обліку та аналізу енергоспоживання будь-якого масштабу, забезпечуючи просте їх конструювання.

Впровадження системи моніторингу забезпечує можливість створення великих баз даних, що містять інформацію про режими роботи об'єктів СКВ, використання методів інтелектуального аналізу даних для вивчення постійно зростаючих об'ємів інформації та виявлення прихованих закономірностей, що визначають формування технологічних режимів об'єктів водопостачання. Здійснення комп'ютерного моніторингу витрат енергоресурсів дозволяє розкрити потенціал непродуктивних їх витрат і витрат; контролювати енергоефективність СКВ та кожного з її об'єктів, за видами енергоресурсів, за періодами часу тощо. Прив'язка моніторингу до місць використання енергії закладає фундамент системи контролю енергоефективності, яка передбачає [3]: адекватний контроль технологічних процесів на всіх етапах і у всіх режимах; виявлення ключових показників енергоефективності, а також методів, що дозволяють вимірювати і контролювати ці параметри; документування та аналіз позаштатних ситуацій і умов з метою виявлення і усунення їх причин для запобігання повторення подібних ситуацій у майбутньому.

Окрема увага повинна бути приділена моніторингу чинників зовнішнього середовища, що мають вплив на ефективність режиму енергоспоживання в СКВ. Одним з них є водоспоживання. Організація режиму водопостачання повинна максимально відповідати водоспоживанню. Тому, необхідним є аналіз режимів водоспоживання, виявлення тенденцій його зміни залежно від сезону, кліматичних умов та формування на його основі типових графіків водоподачі. Урахування впливу соціальних особливостей та чинників зовнішнього середовища на характер добового водоспоживання є необхідною умовою реалізації процедур-алгоритмів планування ефективних режимів водоподачі та електроспоживання для кожного з характерних днів. Контроль дотримання режиму водоподачі та виявлення відхилень контрольованих параметрів сприятиме виявленню аварійних та нештатних ситуацій в мережі.

Контроль ефективності енергоспоживання вимагає постійного аналізу енергоспоживання, динаміки показників енергоефективності та виявлення тенденцій до погіршення (покращення).

Забезпечення підвищення загальної ефективності функціонування складної виробничої системи є можливим за умови забезпечення ефективного використання енергоресурсів в усіх її структурних об'єктах та управління енергоспоживанням. Для аналізу енергоефективності СКВ необхідно використовувати багаторівневу систему показників, яка б забезпечувала можливість аналізування ефективності енерговикористання на різних ієрархічних рівнях; кількісної оцінки параметрів стану та вихідних умов функціонування; розкриття закономірностей використання енергії; контролювання енергоспоживання, дотримання оптимальних параметрів технологічного процесу. Перевагу слід надавати системі показників енергоефективності, яка відображатиме [5] технічний стан, рівень енергоспоживання та ефективність організації технологічного процесу водопостачання. Формування сукупності показників енергоефективності об'єктів водопостачання потребує врахування ієрархічної приналежності об'єкту дослідження та ідентифікації класу задачі дослідження. Контроль показників енергоефективності дозволить отримати інформацію щодо ефективності роботи СКВ та її об'єктів.

Одним з завдань системи оперативного контролю енергоефективності є встановлення нормативів для контрольованих технологічних параметрів та показників енергоефективності (або їх «еталонів»), а також «стандарту» енергоспоживання.

Нормативи енергоспоживання по об'єктах, виробничих процесах доцільно встановлювати на базі накопиченої статистики про споживання енергоресурсів, показники енергоефективності та технічні параметри в розрізі вибраного об'єкту дослідження. Це дозволить врахувати реальні умови функціонування об'єкту дослідження та виключити завищення або заниження нормативу, поява яких можлива у випадку застосування традиційних методів нормування.

«Стандарт» енергоспоживання повинен представляти собою деякий максимально реалістичний прогноз енергоспоживання, який можливо досягти на даному об'єкті. Моніторинг можна трактувати як аналіз хронології використання енергоресурсів за певний період часу, що дозволяє здійснити обґрунтоване їх прогнозування для визначення очікуваних теоретичних рівнів. Визначення теоретичних рівнів енергоспоживання в системі комунального водопостачання повинне передбачати два етапи:

1) моделювання водоподачі, яке передбачає: прогнозування водоспоживання, формування типових графіків водоподачі та їх коректування з урахуванням зміни соціальних і кліматичних чинників;

2) побудова моделей електроспоживання з урахуванням типових графіків водоподачі, а також технічних та технологічних чинників, що впливають на рівень ефективності електроспоживання.

Причому в якості «стандартів» енергоспоживання можливе використання не самих математичних моделей, а меж побудованих до них довірчих інтервалів, що дозволяє враховувати випадковий характер процесів електроспоживання та залишкову похибку їх моделювання [6]. Зміни енергоефективності повинні вимірюватися відносно базового енергоспоживання («стандарту»), зафіксованого у вихідному енергетичному профілі, а також з урахуванням кращих зразків ефективного енергоспоживання. Тому побудова математичних моделей «стандартів» енергоспоживання повинна виконуватись для об'єкту дослідження з урахуванням його реальних умов функціонування для поточного контролю ефективності енергоспоживання, а також для аналогічного об'єкту, який є кращим за рівнем енергоефективності в групі однотипних, для порівняльного аналізу ефективності енергоспоживання.

Порівняльний аналіз (бенчмаркінг) енергоефективності представляє собою процедуру вивчення кращих практик ефективного енергоспоживання у виробничій системі з урахуванням ієрархічного рівня об'єкту дослідження, порівняння його характеристик енергоефективності з еталонними зразками з метою впровадження досягнень кращих об'єктів. Бенчмаркінг енергоефективності дозволяє швидко і з малими витратами виявити проблемні ситуації у функціонуванні складної виробничої системи або її структурних елементів та сприяють виявленню прогалини в ефективності у порівнянні з іншими.

Отже, система контролю енергоефективності на об'єктах водопостачання повинна містити [7]:

1) підсистему оперативного контролю енергоефективності, яка забезпечує: поточний контроль динаміки водоподачі як чинника, що визначає побудову режиму ефективного електроспоживання; поточний контроль динаміки показників енергоефективності з позицій їх відповідності певним діапазнам за рівнем енергоефективності; контроль дотримання «стандарту» енергоспоживання;

2) підсистему бенчмаркінгу енергоефективності, яка містить процедури: порівняння динаміки показників енергоефективності з показниками кращих об'єктів; порівняльного аналізу відповідності дійсного режиму електроспоживання «стандарту» кращих об'єктів з групи однотипних.

Формалізацію процедури комплексного контролю енергоефективності в системі комунального водопостачання виконано з використанням об'єктно-орієнтованого підходу. Об'єкти середовища моделюються за допомогою класів з об'єднаними властивостями і правилами існування – сукупностей, що мають спільні ознаки та однакові якості. Клас містить властивості об'єкту (визначає структуру даних об'єкту, правила, за якими діють об'єкти), а також методи (функції), які мають доступ до даних об'єкта, обробляють їх, виконують певні операції та завдання. Властивостями класу є кількісні характеристики об'єкту дослідження, а методами – алгоритми розрахунків, процедури, комунікації, дії, функції тощо, що забезпечують функціонування класу (або його моделі). Архітектуру процедури комплексного контролю енергоефективності наведено на рис.2. Виділено три категорії класів:

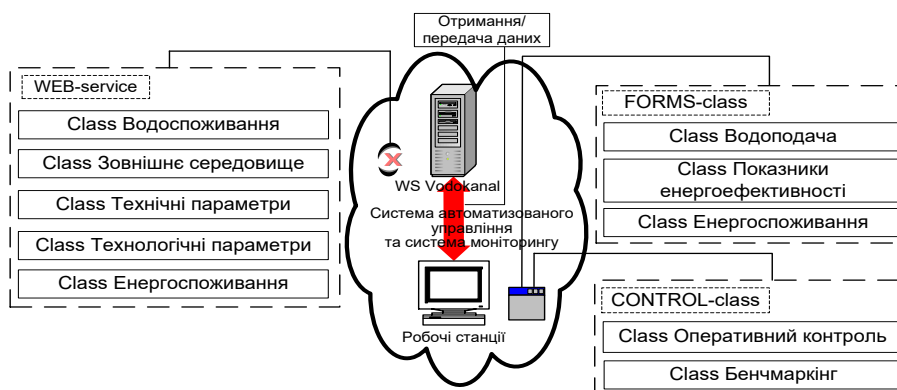


Рисунок 2 – Архітектура комплексного контролю енергоефективності, в системі комунального водопостачання

1) WEB-servis – сукупність класів, які об'єднані процедурою отримання вихідної інформації про об'єкт дослідження;

2) FORMS-class – сукупність класів, які об'єднані обчислювальними алгоритмами та моделями. Забезпечують виконання таких процедур:

- class Водоподача – опис нерівномірності добових графіків водоподачі та їх класифікація для виявлення характерних днів водоспоживання; формування типових графіків водоподачі для характерного дня; прогнозування на основі даних системи моніторингу добової водоподачі з урахуванням інформації про чинники зовнішнього середовища (температуру, опади) та величину

добового водоспоживання; коректування типового графіка водоподачі для характерного дня; планування енергоефективних режимів роботи елементів системи комунального водопостачання;

- class Показники енергоефективності – визначення коефіцієнтів енергоефективності (для здійснення подового аналізу енергоефективності - з урахуванням типового графіка водоподачі для характерного дня);

- class Енергоспоживання - побудова моделей електроспоживання об'єктів водопостачання з урахуванням водоподачі та показників енергоефективності; прогнозування електроспоживання з урахуванням періоду передбачення; побудова моделей витрат води на технологічні потреби; прогнозування витрат води на технологічні потреби;

3) CONTROL-class – сукупність класів, які об'єднані процедурами виконання безпосередньо контролю енергоефективності. Забезпечують виконання таких процедур:

- class Оперативний контроль - контроль водоподачі; контроль показників енергоефективності; контроль енергоспоживання; виявлення моментів невідповідного зниження (підвищення) ефективності енергоспоживання; сигналізація про перевищення встановлених нормативів та «стандартів» енергоспоживання;

- class Бенчмаркінг – порівняльний аналіз (внутрішній та зовнішній) показників енергоефективності; оцінювання рівня енергоефективності об'єктів водопостачання; групування об'єктів за рівнем енергоефективності; визначення лідерів та аутсайдерів; ідентифікація розривів між лідером та об'єктом дослідження; контроль рівня енергоефективності; аналіз динаміки показників енергоефективності об'єкту та їх порівняння з показниками кращих об'єктів; контроль дотримання «стандарту» енергоспоживання кращих об'єктів.

Детальний опис властивостей та методів класів визначається типом об'єкту дослідження, стосовно якого виконується контроль енергоефективності, та конкретизацією постановки задачі дослідження.

Не залежно від ієрархічної приналежності об'єкту дослідження алгоритм контролю енергоефективності (рис. 3) передбачає виконання наступних процедур:

1. Збір інформації. Здійснюється як для окремих агрегатів, так і для всієї виробничої системи в цілому. Даний блок передбачає отримання звітів автоматизованої системи управління технологічним процесом (АСУТП) та інших наявних на підприємстві засобів вимірювань, в тому числі, автоматизованих систем комерційного обліку електроенергії (енергоресурсів) (АСКОЕ) та автоматизованих систем обліку електроенергії (АСОЕ), а також результати енергетичних обстежень та енергоаудиту, технічні параметри та технологічні характеристики, нормативно-методичну та технічну документацію, технологічні схеми та інші дані по агрегатах, установках, виробничих процесах тощо.

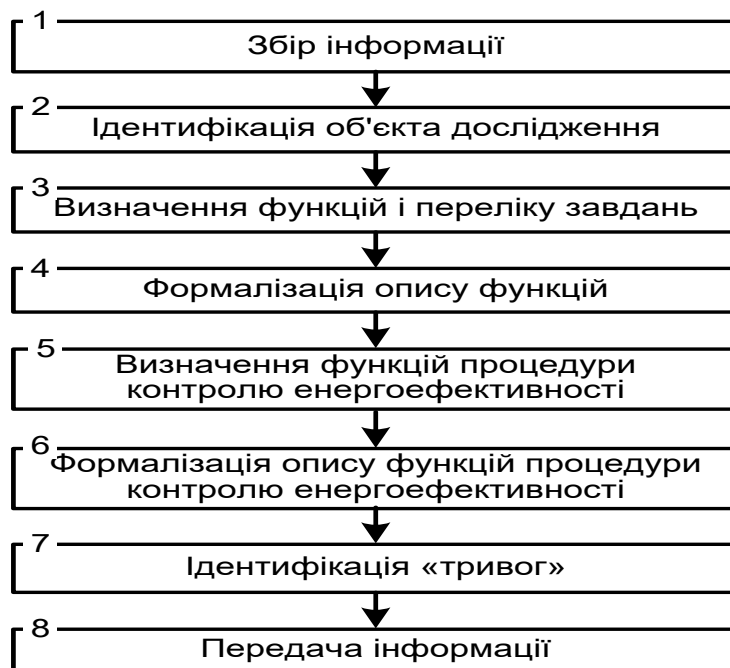


Рисунок 3 – Алгоритм контролю енергоефективності

2. Ідентифікація об'єкта дослідження з урахуванням ієрархічного рівня (агрегат, установка, насосна станція, водозабір, перший підйом, підготування води, другий підйом, тощо). Дозволяє реалізувати декомпозицію задачі енергоефективності, виконати структуризацію цілей та спростити процедуру формалізації шляхом типізації окремих модулів математичного опису класу (його властивостей та методів) категорії WEB-servis.

3. Визначення функцій і переліку завдань. У цьому блоці формуються ранги завдань, що потребують вирішення, а також послідовність виконання необхідних розрахунків та звернення до вихідної інформації. Тобто, виконується формалізація властивостей класу категорії FORMS-class. В результаті на основі бази даних 1-го блоку з урахуванням процедур ідентифікації та формалізації, виконаних в блоці 2, формується сукупність необхідних інформативних даних.

4. Формалізація опису функцій. Блок містить математичні моделі і моделюючі алгоритми вирішення завдань з урахування результатів формалізації, виконаних в 3-му блоці. Тобто, виконується формалізація методів класу категорії FORMS-class. В результаті отримуємо очікувані рівні вибраних характеристик ефективного енерговикористання (показників енергоефективності, водоподачі, електроспоживання тощо).

5. Визначення функцій процедури контролю енергоефективності. Виконується ідентифікація процедур контролю (оперативний контроль, бенчмаркінг), формалізація властивостей класу категорії CONTROL-class з урахуванням процедур ідентифікації об'єкту дослідження, виконаних в 2-му блоці.

6. Формалізація опису функцій процедури контролю енергоефективності. Блок містить необхідні розрахункові процедури та алгоритми згідно ідентифікації функцій контролю енергоефективності в 5-му блоці, а також послідовність звернення до моделей вибраних характеристик ефективного енерговикористання, отриманих в блоці 4. Тобто, виконується формалізація методів класу категорії CONTROL-class та, власне, сама процедура контролю.

7. Ідентифікація «тривоги». Даний блок передбачає фіксування результатів контролю, видачу попереджень про перевищення сформованих нормативів та «стандартів», а також їх документування та формування звітів.

8. Передача інформації. Виконується передача результатів контролю у відповідні підсистеми управління, а також в систему енергоменеджменту підприємства.

Множина існуючих в СКВ структурних та функціональних відносин виступає елементом алгоритму інформаційного пошуку, тобто, вказує послідовність вибірки інформації, порядок необхідних розрахунків та контрольних процедур.

Для реалізації моніторингу ефективності енергоспоживання в СКВ на центральному сервері необхідно інсталиувати WEB-service (WS) Vodokanal, що дозволить в режимі реального часу здійснювати виконання процедур оброблення вихідної інформації, необхідної для аналізу ефективності енергоспоживання в системі та її об'єктів, створення баз даних, формування звітів про результати контролю енергоефективності тощо.

Висновки. Система комплексного контролю енергоефективності є важливим елементом процесу управління ефективністю енергоспоживання, зокрема, інформаційного забезпечення ухвалення рішень щодо підвищення енергоефективності в системі енергоменеджменту підприємства. Це вимагає постійного аналізу відхилень фактичних значень параметрів суб'єкту контролю від очікуваних теоретичних та сигналізації перевищення встановлених нормативів. Визначення нормативів показників енергоефективності та «стандартів» енергоспоживання для вибраного об'єкту дослідження повинне виконуватись на основі статистики, накопиченої в базі даних системи моніторингу, враховувати реальні умови його функціонування, а також кращі зразки ефективного енерговикористання. Реалізація передачі інформаційних потоків між суб'єктами предметної області та центральним сервером підприємства на базі Web-орієнтованих систем дозволить створити єдиний інформаційний простір та забезпечити можливість обробки інформації про параметри режимів та показники енергоефективності структурних елементів та системи водопостачання в цілому в режимі реального часу.

Список використаної літератури

1. Directive 2008/1/EC of the European Parliament and of The Council of 15 January 2008 concerning integrated pollution prevention and control (Codified version) // Official Journal of the European Union. – № L 24/9. Volume 51. 29.01.2008.

2. Находов В.Ф. Моніторинг показників енергоспоживання в системі енергетичного менеджменту / В.Ф. Находов, О.О. Пецкова, Д.О. Іванько // Енергетика. Екологія. Людина. Наукові праці НТУУ «КПІ», ІЕЕ. – Київ: НТУУ «КПІ», ІЕЕ, 2015. – 480 с. – С. 210-217

3. European Commission Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). Reference Document on Best Available Techniques for Energy Efficiency (Комплексное предупреждение и контроль загрязнений).

Справочный документ по наилучшим доступным технологиям обеспечения энергоэффективности) [Электронный ресурс] // Seville: Institute for Prospective Technological Studies, European IPPC Bureau, 2009. – 430 p. Режим доступа: <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/ene.html>

4. ISO 50001:2011. Committee draft. Energy management systems — Requirements with guidance for use.

5. Розен В.П. Формування інформаційного поля для оцінювання рівня енергоефективності систем комунального водопостачання [Текст] / В.П. Розен, Л.В. Давиденко, В.А. Давиденко // Вісник КДПУ ім. М. Остроградського. – Кременчук: КДПУ. - 2010. – Вип. №4 (63). – С. 50-53

6. Находов В.Ф., Бориченко О.В. Процес контролю виконання встановлених «стандартів» в системах оперативного контролю ефективності енерговикористання // Вісник НТУУ «КПІ». Серія «Гірництво». - 2014. - Випуск 24. – С. 111-119.

7. Давиденко Л.В. Принципи побудови інтегрованої системи моніторингу енергоефективності для підприємства водопровідно-каналізаційного господарства // Енергетика: економіка, технології, екологія. - 2015. - № 3. – С. 107-115.

V. Rozen, Dr. Sc. Sciences, prof.,

National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”

L. Davydenko PhD. Sc. Sciences, Assoc, **N. Davydenko**,

Lutsk National Technical University

STRUCTURE OF SYSTEM OF COMPREHENSIVE CONTROL OF ENERGY CONSUMPTION EFFICIENCY FOR MUNICIPAL WATER SUPPLY OBJECTS

The issues of energy efficiency control in municipal water supply system are discussed in the article. The research goal is the formation of the principles of complex control the energy consumption modes efficiency of water supply objects to improve energy management effectiveness.

Complex control system is considered as component of the management process of energy consumption. Its tasks and functions has been formulated. Procedures of operational control and comparative analysis (benchmarking) have been selected in the structure. Data of monitoring system and consideration of better samples of effective energy consumption have been proposed to use for the formalization norms and "standarts" of energy consumption. The formalization of energy efficiency control procedure has been performed based on object-oriented technologies. The architecture of the system of energy efficiency complex control has been proposed. Her classes take into account the parameters of condition and functioning of the object, energy consumption, environment, methods of planning and control the energy consumption. Classes, that have joint procedures, have been combined in the category of classes. The description of functioning of classes has been performed, control algorithm has been proposed too.

Using the proposed principles allows to take into account the real functioning conditions of water supply object, to control energy efficiency in real-time, to integrate the control procedures to the energy management system of enterprise.

Key words: energy efficiency, control of energy consumption efficiency, municipal water supply system.

References

1. Directive 2008/1/EC of the European Parliament and of The Council of 15 January 2008 concerning integrated pollution prevention and control (Codified version) / Official Journal of the European Union. – № L 24/9. Volume 51. 29.01.2008.

2. Nakhodov V.F., Petskova O.O., Ivanko D.O. Monitoring of energy indicators in the energy management system / Enerhetyka. Ekolohiia. Lyudyna. Naukova pratsi NTUU "KPI", IEE, 2015. pp. 210-217

3. European Commission (2009) Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). Reference Document on Best Available Techniques for Energy Efficiency / Seville: Institute for Prospective Technological Studies, European IPPC Bureau, 2009. – 430 p. Available at: <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/ene.html>

4. ISO 50001:2011. Committee draft. Energy management systems — Requirements with guidance for use.

5. Rosen V.P., Davydenko L.V., Davydenko V.A. Formation of the information field for the evaluation of energy efficiency level of systems of municipal water supply / Visnyk Kremenchutskogo derjavnogo politehničnogo universytetu im. M. Ostrogradskogo, 2010, no 4/2010(63) Part.1, pp. 50-53.

6. Nakhodov V. F., Borychenko O. V. Control process of performance setting “standards” in system operating control effectiveness of energy exploitation / Visnyk NTUU “KPI”. Seria “Hirnytstvo”. Vypusk 24, 2014, pp. 111-119.

7. Davydenko L.V. Principles of building integrated monitoring system of energy efficiency for water supply and sanitation enterprise / ENERHETYKA: ekonomika, tekhnolohiyi, ekolohiya, 2015, no 3, pp. 107-115

УДК 620.9:658.26

В.П. Розен, д-р техн. наук, проф.,

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Л.В. Давыденко, канд. техн. наук, доц., **Н.В. Давыденко**

Луцкий национальный технический университет

СТРУКТУРА СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСНОГО КОНТРОЛЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ОБЪЕКТОВ КОММУНАЛЬНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

В статье рассмотрены вопросы построения системы комплексного контроля эффективности режимов энергопотребления объектов коммунального водоснабжения как составляющей энергоменеджмента. Сформулированы задачи и функции. В структуре выделены процедуры оперативного контроля и сравнительного анализа. Для формирования нормативов и «стандартов» энергопотребления предложено использовать данные системы мониторинга и учитывать лучшие образцы эффективного энергопотребления. Формализацию процедуры контроля осуществлено на основе объектно-ориентированной технологии. Сформированы классы, учитывающие параметры состояния и функционирования объекта, энергопотребления, внешней среды, методы планирования и контроля энергопотребления. Выполнено описание функций классов и предложен алгоритм контроля. Использование предложенных принципов позволяет учитывать реальные условия функционирования объекта водоснабжения, осуществлять контроль энергоэффективности в режиме реального времени, интегрировать процедуры и результаты контроля в систему энергоменеджмента предприятия.

Ключевые слова: энергоэффективность, контроль эффективности энергопотребления.

Надійшла 02.07.2016

Received 02.07.2016