

МОДЕЛЬ МОНІТИРИНГУ ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОБ'ЄКТІВ СОЦІАЛЬНО-БЮДЖЕТНОЇ СФЕРИ

Парфененко Ю. В., Неня В. Г., Ващенко С. М.

Сумський державний університет

Запропоновано модель моніторингу теплозабезпечення, що забезпечує деталізацію параметрів моніторингу, необхідну для підтримки прийняття рішень при управлінні теплозабезпеченням.

Постановка проблеми. На сьогодні існує необхідність впровадження заходів з енергозбереження у закладах соціально-бюджетної сфери. Заходи з підвищення енергоефективності будівель забезпечують економію споживання теплової енергії лише у поєднанні з управлінням теплозабезпеченням на стороні споживача. Недостатність інформації про стан функціонування системи теплозабезпечення та зміну факторів впливу на коливання потреби у тепловій енергії ускладнює оперативність прийняття рішень щодо управління теплозабезпеченням. Тому процес управління теплозабезпеченням вимагає проведення моніторингу функціонування системи теплозабезпечення в режимі реального часу. Дані, на основі яких приймаються рішення щодо управління теплозабезпеченням, мають задовольняти наступним вимогам: бути актуальними (містити дані про поточний стан об'єктів системи) та достовірними; бути достатніми за обсягом для обґрунтованого прийняття рішень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогодні використовуються три підходи до організації моніторингу послуг з теплопостачання. Перший підхід, що полягає в обліку та аналізі споживання теплової енергії із застосуванням ручної праці, не відповідає вимогам сучасності. До другого підходу відноситься моніторинг з використанням електронних таблиць. Третій підхід до організації моніторингу послуг з теплопостачання передбачає автоматизацію, збирання, обробку, зберігання інформації та представлення результатів аналізу даних.

Web-орієнтовані системи моніторингу є ефективним інструментом енергетичного менеджменту. Такі системи розроблюються з використанням трьохрівневої архітектури побудови web-додатків. Вони складаються з трьох компонентів: сервера баз даних, клієнтського додатку та web-сервера, що відповідає за виконання клієнтських додатків. Сучасні системи моніторингу, які призначені для віддаленого збирання даних, використовують технологію GSM/GPRS [1], що підвищує оперативність надходження даних моніторингу. Системи моніторингу можуть бути інтегровані в автоматизовані системи управління теплозабезпеченням. При розробленні таких систем використовуються технології автоматизації диспетчерського управління SCADA [2], а також концепції побудови інформаційних систем на основі взаємодіючих між собою програмних агентів [3].

Мета статті. Розробити модель моніторингу теплозабезпечення об'єктів соціально-бюджетної сфери в оперативному режимі з урахуванням факторів впливу на нього, та зі ступенем деталізації параметрів функ-

ціонування системи теплозабезпечення, необхідним для підтримки прийняття рішень щодо управління теплозабезпеченням.

Основні матеріали дослідження. Однією зі складових процесу підтримки прийняття рішень при управлінні теплозабезпеченням об'єктів соціально-бюджетної сфери на стороні споживача є моніторинг показників функціонування системи теплозабезпечення при певних значеннях факторів впливу на потребу у теплозабезпеченні. Для закладу соціально-бюджетної сфери кількість теплової енергії, яку має спожити будівля для підтримання належних температурних умов в опалюваних приміщеннях, визначається метеорологічними умовами навколишнього середовища та графіком роботи закладу. Моніторинг є однією з функціональних задач управління теплозабезпеченням, що здійснюється для отримання оперативної інформації про обсяг спожитої теплової енергії, функціонування системи теплозабезпечення та стан зовнішнього середовища. Множина параметрів моніторингу теплозабезпечення закладів соціально-бюджетної сфери $M_p = M_{po} \cup M_{pi}$ складається з підмножини M_{po} , яка містить параметри, що знімаються в оперативному режимі та підмножини M_{pi} , яка містить параметри, які обчислюються на основі зібраних в оперативному режимі даних. Множина $M_{po} = M_{ho} \cup M_{wo} \cup M_{wno}$ параметрів моніторингу, що знімаються в оперативному режимі, складається з підмножин параметрів теплозабезпечення M_{ho} , параметрів прогнозу погодних умов M_{wo} та множини значень температури повітря навколишнього середовища M_{wno} .

Множина параметрів теплозабезпечення M_{ho} , моніторинг яких здійснюється в оперативному режимі, може бути подана вигляді

$$M_{ho} = M_{hmo} \cup M_{ps0} \cup M_{tso}, \quad (1)$$

де M_{hmo} – множина параметрів, знятих з лічильника теплової енергії;

M_{ps0} – з датчиків тиску;

M_{tso} – з датчиків температури.

Ця множина складається з упорядкованого набору елементів

$$M_{ho} = \left\{ \begin{array}{l} (num, A_o, t_{1o}, t_{2o}, t_{3o}, p_{1o}, p_{2o}, \\ hpow_{1o}, hpow_{2o}, hvol_{1o}, hvol_{2o}), \\ \left. \begin{array}{l} num \in nl, a \in A_h, t_{1o} \in T_h, \\ t_{2o} \in T_h, t_{3o} \in T_h, p_{1o} \in P_h, \\ p_{2o} \in P_h, hpow_{1o} \in Pow_h, \\ hpow_{2o} \in Pow_h, hvol_{1o} \in Vol_h, \\ hvol_{2o} \in Vol_h), \end{array} \right\} \quad (2)$$

де num – номер лічильника теплової енергії;

A_o – спожита кількість теплової енергії на момент зняття показника з лічильника теплової енергії, Гкал;

t_{1o} – температура теплоносія у прямому трубопроводі, °C;

t_{2o} – температура теплоносія у зворотньому трубопроводі, °C;

t_{3o} – температура теплоносія у трубопроводі після змішування, °C;

p_{1o} – тиск теплоносія у прямому трубопроводі, кгс/см²;

p_{2o} – тиск теплоносія у зворотньому трубопроводі кгс/см²;

$hpow_{1o}$ – теплова потужність теплоносія у прямому трубопроводі, Гкал/год;

$hpow_{2o}$ – теплова потужність теплоносія у зворотньому трубопроводі, Гкал/год;

$hvol_{1o}$ – об'ємна витрата теплоносія у прямому трубопроводі, м³/год;

$hvol_{2o}$ – об'ємна витрата теплоносія у зворотньому трубопроводі, м³/год.

Множини $nl, A_h, T_h, P_h, Pow_h, Vol_h$ задають набори усіх можливих значень номеру лічильника теплової енергії, спожитої кількості теплової енергії, температури теплоносія, теплової потужності теплоносія та його об'ємної витрати відповідно.

Множина моніторингу прогнозу погодних умов, що здійснюється в оперативному режимі, M_{wo} складається з упорядкованого набору елементів

$$M_{wo} = \{(t, v, p, h)\}, \quad (3)$$

що містять зібрані в оперативному режимі дані прогнозу метеорологічних умов навколишнього середовища,

де t – температура повітря °C;

v – швидкість вітру, м/с;

p – атмосферний тиск, мм. рт. ст.;

h – вологість повітря, %.

Множина значень температури повітря навколишнього середовища $M_{wno} = \{(t_{wno}, |t_{wno} \in T_o)\}$ фор-

мується на основі значень температури повітря t_{wno} , C, що збираються з датчика температури, встановленого біля входу в теплову точку. Це дозволяє одержувати значення температури повітря безпосередньо на місцевості.

Множина об'єктів обліку параметрів теплозабезпечення

$$M_{ho} = M_{hmo} \cup M_{pso} \cup M_{tso} \quad (4)$$

складається з підмножин лічильників M_{hmo} , датчиків тиску M_{pso} та датчиків температури M_{tso} , які встановлено на об'єкті обліку.

Модель зв'язку параметрів моніторингу теплозабезпечення та будівель, для яких здійснюється моніторинг, подано у вигляді

$$R_{ho} = \{(p_h, b_h) | p_h \in M_{ho} \wedge b_h \in B_h\}, \quad (5)$$

де B_h – множина усіх будівель закладу соціально-бюджетної сфери.

Тоді модель значень параметрів моніторингу теплозабезпечення, що знімаються в оперативному режимі з приладів обліку, можна подати у вигляді

$$D_{ho} = \left\{ (r_h, s_h, time, date) \left| \begin{array}{l} r_h \subset R_{ho} \wedge s_h \in \\ S_h \wedge time \in \\ T_h \wedge date \in D \end{array} \right. \right\}, \quad (6)$$

де S_h – множина усіх значень, яких можуть набувати параметри моніторингу;

T_h – множина часових інтервалів, через які відбувається їх реєстрація;

D – множина, що визначає кількість днів опалювального сезону, протягом яких здійснюється збирання параметрів моніторингу.

Множина часових інтервалів T_h складається з інтервалів часу протягом однієї доби, через які здійснюється реєстрація показників моніторингу:

$$T_h = \{time : time \in Z, 0 \leq time \leq 23\}. \quad (7)$$

Множина D задає відповідність між добою опалювального сезону та типом, до якого належить доба:

$$D = \left\{ (date, type) \left| \begin{array}{l} date \in D_s, \\ type \in T_s \end{array} \right. \right\}, \quad (8)$$

де $|D_s| = n$;

n – кількість днів опалювального сезону;

T_s – множина типів днів тижня, що визначається графіком роботи закладу соціально-бюджетної сфери.

Модель значень параметрів моніторингу погодних умов можна подати у вигляді

$$D_{wo} = \left\{ (p_w, s_w, time, date) \left| \begin{array}{l} p_w \in M_{wo} \wedge \\ s_w \in S_w \wedge \\ time \in T_w \\ \wedge date \in D_s \end{array} \right. \right\}, \quad (9)$$

де S_w – множина усіх значень, які можуть приймати параметри моніторингу погодних умов;

T_w – множина часових інтервалів, через які відбувається їх реєстрація.

Множину часових інтервалів моніторингу погодних умов можна подати у вигляді

$$T_w = \left\{ time_n : time_n = \begin{array}{l} = 2 + 3(n - 1), 1 \leq n \leq 7 \end{array} \right\}, |T_w| = 8. \quad (10)$$

Дані моніторингу, зібрані в оперативному режимі, використовуються для обчислення середньодобових показників параметрів моніторингу. Моніторинг теплозабезпечення об'єктів соціально-бюджетної сфери на стороні споживача реалізує задачі збирання даних моніторингу з лічильників, датчиків та сторонніх інформаційних ресурсів, передачу зібраних даних на web-сервер інформаційної системи та їх перевірку [4]. Збирання даних моніторингу з датчиків та лічильників базується на технології бездротової передачі даних та здійснюється з використанням терміналів, до яких підключено лічильники теплової енергії, датчики температури та тиску. На терміналах встановлене спеціальне програмне забезпечення, яке формує команди для передачі даних моніторингу за допомогою технології GPRS через мережу мобільного оператора на web-сервер інформаційної системи [5]. Збір прогнозованих параметрів метеорологічних умов на наступну добу виконується кожні три години із сайту gismeteo.ua. Для реалізації цієї задачі використано метод витягу даних із таблиць HTML-документа веб-сайту. Вихідний текст HTML-документа перетворюється у структуру даних – DOM-дерево, яку необхідно обробити та передати у базу даних для зберігання. Збирання даних температури повітря навколишнього середовища здійснюється із датчика температури, встановленого біля входу в будівлю об'єкта моніторингу. Дані моніторингу використовуються для реалізації задач прогнозування споживання теплової енергії об'єктами соціально-бюджетної сфери, а також підтримки прийняття рішень при управлінні тепозабезпеченням.

Висновки. Розроблено математичну модель процесу моніторингу теплозабезпечення об'єктів соціально-бюджетної сфери зі ступенем деталізації параметрів моніторингу, необхідним для підтримки прийняття рішень при управлінні теплозабезпеченням на стороні споживача. Практичним результатом використання запропонованої моделі є розроблення підсистеми моніторингу інформаційної системи підтримки

прийняття рішень при управлінні теплозабезпеченням об'єктів соціально-бюджетної сфери.

Список використаних джерел

1. Peulic A. Flexible GPS/GPRS based System for Parameters Monitoring in the District Heating System / A. Peulic, S. Dragicevic, M. Snezana, Z. Jovanovic, R. Krmeta // International Journal of Computers Communications & Control . – 2013. – Vol. 8. – No. 1. – Pp.105–110.
2. Wojciech Grega. Information Technologies Supporting Control and Monitoring of Power System / Grega Wojciech // Przegląd Elektrotechniczny (Electrical Review). – 2012. –No. 5a. – P. 193 – 197.
3. Fredrik Wernstedt. An Agent-Based Approach to Monitoring and Control of District Heating Systems / Fredrik Wernstedt, Paul Davidsson // Proceedings of the 15th international conference on Industrial and engineering applications of artificial intelligence and expert systems: developments in applied artificial intelligence. – 2002. – P. 801 – 811.
4. Information System for Monitoring and Forecast of Building Heat Consumption / Yu. Parfenenko, V. Shendryk, V. Nenia, S. Vashchenko // Communications in Computer and Information Science. – Springer International Publishing, 2014. – Vol. 465. – P. 1–11.
5. Окопний Р. П. Архітектура автоматизованої підсистеми збирання даних теплоспоживання будівлі / Р. П. Окопний, Ю. В. Парфененко // Матеріали третьої міжнародної конференції студентів і молодих науковців "Сучасні інформаційні технології 2013", м. Одеса, 25-26 квітня 2013 р. – Одеса : ТЕС, 2013. – С. 161 – 162.

Анотація

МОДЕЛЬ МОНИТОРИНГА ТЕПЛОБЕСПЕЧЕННЯ ОБ'ЄКТОВ СОЦІАЛЬНО-БЮДЖЕТНОЇ СФЕРИ

Парфененко Ю. В., Неня В. Г., Ващенко С. М.

Предложена модель мониторинга теплообеспечения, которая обеспечивает детализацию параметров мониторинга, необходимую для поддержки принятия решений при управлении теплообеспечением.

Abstract

THE MODEL OF THE HEAT SUPPLY MONITORING OF PUBLIC SECTOR BUILDINGS

Yu. Parfenenko, V. Nenia, S. Vashchenko

The model of heat supply monitoring, which provides the detailing of the monitoring parameters, which is required to support decision making in the management of heat supply.