

УДК 697.34:681.536.5

ОПЕРАТИВНИЙ КОНТРОЛЬ ТЕМПЕРАТУРНИХ РЕЖИМІВ І КЕРУВАННЯ ТЕПЛОВИМИ ПУНКТАМИ БУДІВЕЛЬ НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ

А. Л. Перекрест, В. В. Найда, С.С. Романенко, Е. Н. Книжник, А. А. Поронік

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

Проблема економії енергетичних ресурсів у системах теплопостачання вимагає вдосконалення існуючих та обґрунтування нових підходів. Значно скоротити теплоспоживання окремих будівель допомагає автоматизація та диспетчеризація завдяки організації оперативного контролю й віддаленого керування виконавчими механізмами відповідно до зміни режиму роботи об'єктів і температури зовнішнього повітря. У роботі приведено автоматизовану систему диспетчерського керування тепловими пунктами будівель навчального закладу. Система складається з промислового обладнання та забезпечує завдяки розробленому програмному забезпеченню поточний контроль температурних режимів систем опалення навчальних корпусів та оперативну зміну завдань на температури теплоносія. Система використовує наявну в університеті локальну телекомунікаційну мережу для передачі даних про режими роботи теплових систем окремих будівель на центральний Web-сервер. Отримані результати можуть бути використані при розробці та впровадженні систем диспетчерського контролю та керування тепловими пунктами будівель різного призначення.

Ключові слова: система теплопостачання, автоматизоване регулювання температури, диспетчеризація.

ОПЕРАТИВНИЙ КОНТРОЛЬ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕПЛОВЫМИ ПУНКТАМИ ЗДАНИЙ УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ

А. Л. Перекрест, В. В. Найда, С. С. Романенко, Е. Н. Книжник, А. А. Пороник

Кременчуцкий национальный университет имени Михаила Остроградского
вул. Першотравнева, 20, 39600, м. Кременчук, Україна. E-mail: wey77@mail.ru

Проблема экономии энергетических ресурсов в системах теплоснабжения требует усовершенствования существующих и обоснование новых подходов. Значительно сократить теплотребление отдельных зданий помогает автоматизация и диспетчеризация благодаря организации оперативного контроля и удаленного управления исполнительными механизмами согласно изменению режима работы объектов и температуры внешнего воздуха. Представлена автоматизированная система оперативного управления тепловыми пунктами зданий учебного заведения. Система состоит из промышленного оборудования и обеспечивает благодаря разработанному программному обеспечению текущий контроль температурных режимов систем отопления учебных корпусов и оперативное изменение заданий на температуры теплоносителя. Система использует имеющуюся в университете локальную телекоммуникационную сеть для передачи данных о режимах работы тепловых систем отдельных зданий на центральный Web-сервер. Полученные результаты могут быть использованы при разработке и внедрении систем диспетчерского контроля и управления тепловыми пунктами зданий различного назначения.

Ключевые слова: система теплоснабжения, автоматизированное регулирование температуры, диспетчеризация.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Системи теплопостачання будівель та споруд належать до числа найбільш ресурсоємних технологічних об'єктів у комунальному господарстві та промисловості. Для зменшення величини теплоспоживання необхідно регулювати температуру теплоносія в системах опалення будівель в залежності від температури зовнішнього повітря. Вказане регулювання в нових і модернізуємих індивідуальних теплових пунктах (ІТП) будівель реалізується за допомогою електронних погодних компенсаторів (регуляторів), наприклад, Danfoss, Siemens та інших [1]. Принцип роботи таких контролерів полягає у ПІ-регулюванні температури теплоносія, що надходить у систему опалення, залежно від температури зовнішнього повітря з корекцією за температурами внутрішнього повітря та теплоносія, що повертається до тепломережі.

До основних недоліків таких регульованих теплових пунктів слід віднести: необхідність фізичної присутності обслуговуючого персоналу в приміщенні ІТП для коректування уставок електронних регуляторів; складність і неточність прогнозування оптимальних уставок електронного регулятора тем-

ператури теплоносія при зміні температури зовнішнього повітря; відсутність можливості спостереження й аналізу поточних, добових і місячних графіків зміни регульованих параметрів теплового постачання та споживання; неможливість оперативного керування процесом теплопостачанням будівлі.

Розв'язати більшу частину зазначених проблем може диспетчеризація теплових пунктів в окремих будівлях. Вбудовані в електронні регулятори температури теплоносія промислові інтерфейси зв'язку (RS-232, RS-485) дозволяють достатньо просто, крім виконання безпосередньо основних завдань, реалізувати оперативний контроль режимів роботи та віддалене керування виконавчими механізмами теплового пункту будівлі. При цьому як лінії зв'язку локальної автоматики з обладнанням рівня диспетчеризації можуть використовуватись існуючі як провідні, наприклад, телефонні чи оптоволоконні лінії, так і бездротові мережі, наприклад, стільникова мережа GSM.

Слід зазначити, що вартість подібних програмно-апаратних рішень для організації систем розподіленого диспетчерського контролю та управління

(SCADA) вимірюється десятками тисяч гривень, залежить від кількості точок обробки інформації та функціональних можливостей їх програмного забезпечення [2]. Висока вартість їх упровадження унеможливує використання таких сучасних засобів для диспетчеризації теплових процесів в умовах навчальних закладів у зв'язку з недостатнім фінансуванням ВНЗ [3].

З іншого боку, у кожному тепловому пункті будівлі, як правило, встановлено вузол обліку теплових ресурсів з тепловим лічильником. Крім виконання свого основного завдання – обліку кількості використаного теплоносія, промислові теплові лічильники зберігають у своїй пам'яті середньодобові й середньочасові звіти про виміряні, розраховані і накопичені величини. Так само, як і в електронних регуляторах, у теплових лічильниках присутній послідовний інтерфейс зв'язку. При цьому фірми-виробники надають протокол обміну даних. Таким чином, є можливість інтегрування двох окремих підсистем у єдину систему контролю й керування режимом роботи теплового пункту.

Зменшення сплат за спожиті енергоресурси можливе за рахунок оперативного керування системами їх розподілення в окремих спорудах із встановленими локальними регуляторами залежно від режиму роботи кожного об'єкту з контролем поточного та аналізом архівного теплоспоживання. Таким чином, актуальним є питання розробки прикладних програмно-апаратних рішень рівня диспетчеризації для реалізації інформаційно-керуючих функцій системи керування обладнанням індивідуального теплового пункту будівлі.

Метою роботи є автоматизація процесу керування тепловими системами навчального закладу шляхом створення та впровадження системи оперативного контролю температурних режимів і керування індивідуальними тепловими пунктами окремих споруд.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Об'єктом дослідження є система тепlopостачання навчальних корпусів Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського (КрНУ), що включає теплові мережі навчальних корпусів та споруд зі встановленими індивідуальними тепловими пунктами (ІТП) [4]. Кожна зі споруд університету підключена до магістрального трубопроводу через окремих елеваторний вузол. ІТП кожної споруди має автоматичну систему регулювання температури теплоносія, яка включає: електронний контролер типу Danfoss ECL Comfort або Siemens RVD [5, 6]; циркуляційний насос, що встановлений замість струминного елеватора; клапан з електроприводом; сенсори температури теплоносія, зовнішньої та внутрішньої температур повітря. Для обліку витрат теплоносія в кожному ІТП встановлено теплові лічильники типу Aswega чи Multical [7, 8]. Для організації інформаційного обміну з диспетчерським рівнем контролери Danfoss та Siemens використовують стандартний протокол Modbus RTU, а теплові лічильники – свої специфічні протоколи [7, 8].

При використанні ієрархічного підходу отриму-

ємо тривірневу структуру автоматизованої системи оперативного контролю температурних режимів (рис. 1) і керування (АСОКК) тепловим пунктом з шістьма вхідними і трьома вихідними сигналами:

– *вхідні сигнали:*

T1, T2 – температури теплоносія при введенні в будівлю та у зворотному трубопроводі;

Q – витрати теплоносія;

Tпрям – температура в системі опалення будівлі;

Tзовн – температура зовнішнього повітря;

Tприм – температура внутрішнього повітря.

– *вихідні сигнали:*

1 – регулювання подачі теплового потоку в систему опалення шляхом прикриття клапана;

2 – регулювання перепадів тиску води в прямому та зворотному трубопроводах;

3 – ввімкнення та вимкнення корегуючих насосів.

Так, на *першому* рівні розташовуються виконавчі механізми (регулятори тиску, клапан з електроприводом, корегуючі насоси), контрольно-вимірюючі та регулюючі прилади (тепловий лічильник, погодний регулятор) і забезпечують локальне функціонування ІТП.

Другий рівень розробленої АСОКК включає перетворювачі інтерфейсів і персональний комп'ютер. Специфіка навчального закладу передбачає розміщення навчальних корпусів в одному кварталі та охоплення цих будівель телекомунікаційною мережею з доступом в Internet. Тому як основне апаратне рішення для передачі даних на рівень диспетчерського управління прийнята структура, наведена на рис. 2, при якій сигнали з обладнання теплового пункту приймаються і передаються з персонального комп'ютера (ПК) з підключенням до мережі Internet і встановленого в ІТП окремої будівлі.

І, нарешті, *третій* рівень системи включає диспетчерський пункт з автоматизованим місцем оператора та Web-доступом.

Блок 1 (рис. 2) демонструє функціональні зв'язки розробленої системи в ІТП одного з навчальних корпусів. Дані з теплового лічильника Aswega SA94/1 по інтерфейсу RS232c і з електронного регулятора Danfoss ECL 200 через перетворювачі інтерфейсів ECA71 та Oven AC4 по протоколу Modbus RTU передаються на локальний персональний комп'ютер. Далі, по протоколу TCP/IP через локальну інформаційну мережу університету дані надходять на центральний сервер диспетчерського пункту, який містить в базу даних контролюємих величин тепlopостачання із локальних систем керування окремими тепловими пунктами.

Програмною платформою для реалізації керуючого програмного забезпечення локального рівня вибрано середовище Labview у зв'язку із широкими можливостями збору, обробки й аналізу даних, генерації звітів, обміну даними через мережеві інтерфейси. Labview підтримує величезний спектр устаткування різних виробників і має у своєму складі численні бібліотеки компонентів: для підключення зовнішнього встаткування за найбільш поширеними інтерфейсами і протоколам (RS–232, RS–485, GPIB 488, TCP / IP і ін.); для віддаленого керування ходом

експерименту; для керування роботами й системами машинного виду; для генерації й цифрової обробки сигналів; для застосування різноманітних математичних методів обробки даних; для візуалізації даних і результатів їх обробки; для моделювання складних систем; для збереження інформації в базах даних і генерації звітів; для взаємодії з іншими додатками в

рамках концепції COM / DCOM / OLE та ін. Крім того, Labview надає можливість вилученого керування додатками Labview з вікна web-браузера й створення виконуваних файлів EXE, створення бібліотек DLL, що динамічно завантажуються.

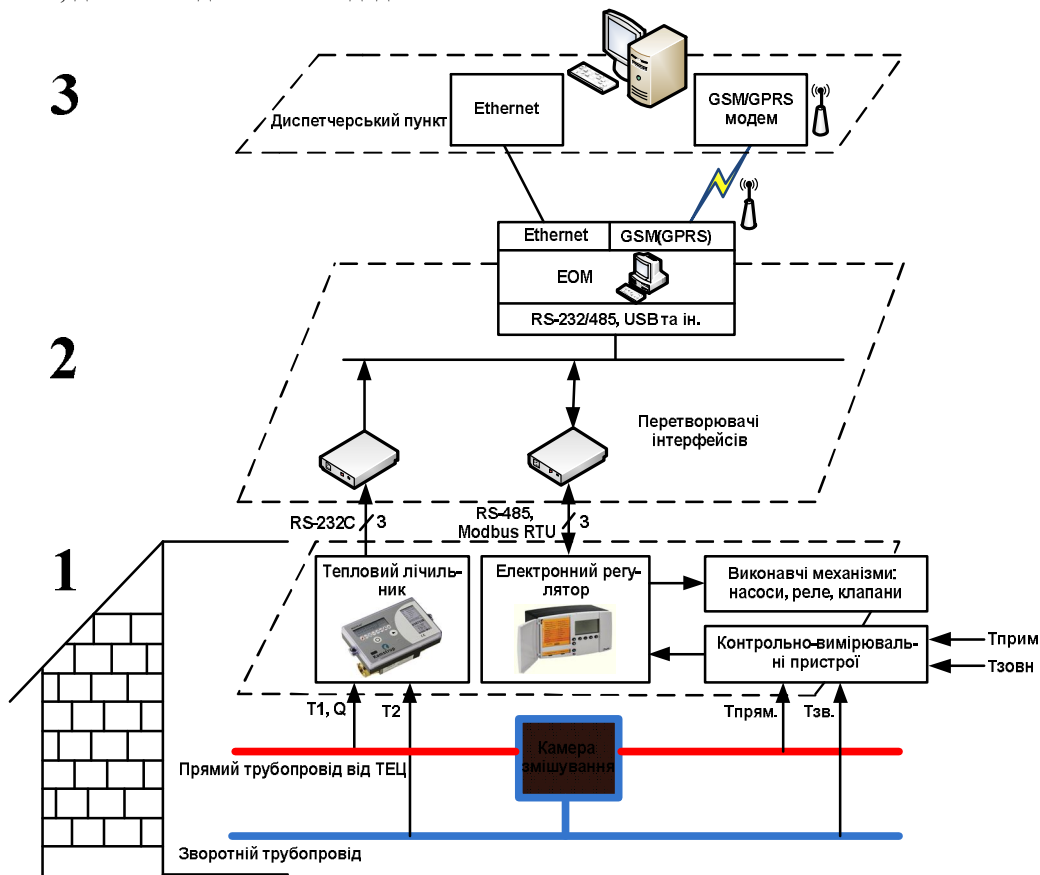


Рисунок 1– Трирівнева структура автоматизованої системи оперативного контролю та керування тепловим пунктом

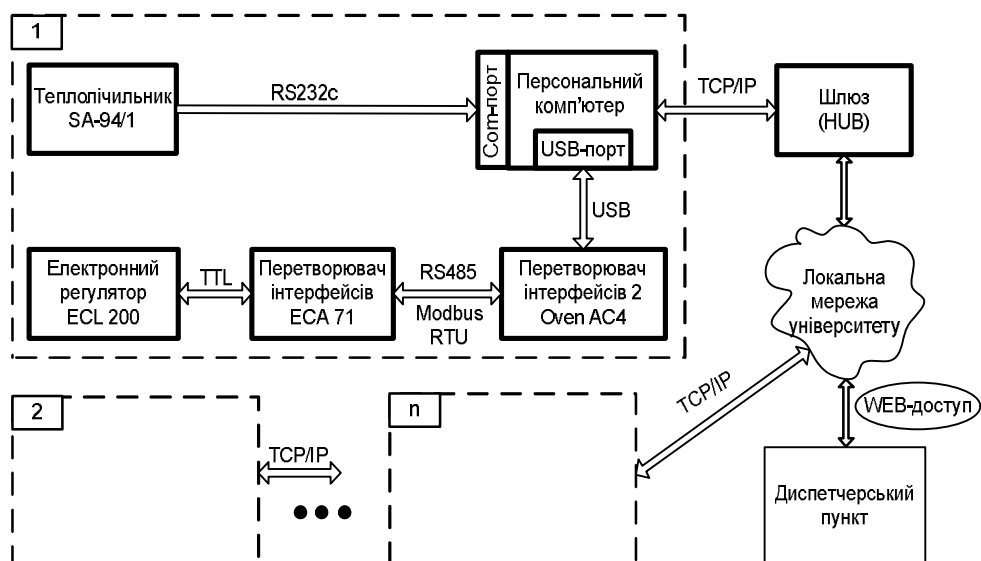


Рисунок 2 – Блок-схема системи оперативного контролю та керування тепловими пунктами

До програмного забезпечення системи були висунуті наступні вимоги: управління уставками і режимами роботи регулятора температури; отримання даних з лічильника; формування файлу-звіту і збереження його на жорсткому диску; формування графіків температури і витрат на графічному інтерфейсі користувача; передача зібраної інформації в модулях лічильників і регуляторами температури. Використовуване обладнання повинно підтримувати передачу даних по промислових протоколах: RS-232/RS-485 для лічильників і Modbus RTU для терморегуляторів.

Виходячи з поставлених вимог була спроектована структура програми (рис. 3).



Рисунок 3 – Схема взаємодії блоків програми системи

Програма складається з чотирьох незалежних один від одного модулів.

Модуль роботи з електричним лічильником виконує функції з отримання даних з лічильника, їх обробки та перекодування. *Модуль роботи з терморегулятором* містить в собі функції OPC-клієнта. У даному модулі обробляється інформація, що передається з OPC-сервера, який отримує дані з терморегулятора.

Модуль запису інформації в локальний файл і передачі в базу даних отримує інформацію з модуля роботи з лічильником і модуля роботи з терморегулятором. Дана інформація через заданий інтервал часу записується в локальний файл формату *.xls і передається в базу даних, встановлену на центральному сервері.

Графічний інтерфейс користувача відповідає за взаємодію користувача і програми. У подібній структурі модуль можна представити у вигляді "чорної скриньки", тобто має значення тільки те, в якому вигляді інформація приходить на вхід цього модуля. Це дозволяє вносити локальні зміни в окремих модулях, не впливаючи на роботу всіх інших.

Для організації ефективної взаємодії між користувачем і програмою, графічний інтерфейс повинен мати можливості завдання параметрів регулювання, відображення спостережуваних параметрів і логування стану системи. Виходячи з цих вимог, складена структура інтерфейсу користувача локального рівня (рис. 4).

Інтерфейс користувача розділений на чотири основних блока. Блок керування містить у собі налаштування роботи лічильника, терморегулятора, та налаштування запису файлу-звіту. Блок даних з терморегулятора містить інформацію про налаштування графіка опалення, значення вимірюваних температур, значення температурних уставок, температурні обмеження та налаштування режиму роботи. Блок даних з теплового лічильника містить інформацію про витрати теплоносія, час роботи, різниця температур, вимірювані температури, кількість використаного тепла та теплова потужність. Блок графіків містить графік температури теплоносія у прямому трубопроводі, що зчитується з лічильника, пряму та зворотну температуру теплоносія, що зчитується з терморегулятора, графіки витрати теплоносія та споживаної потужності.

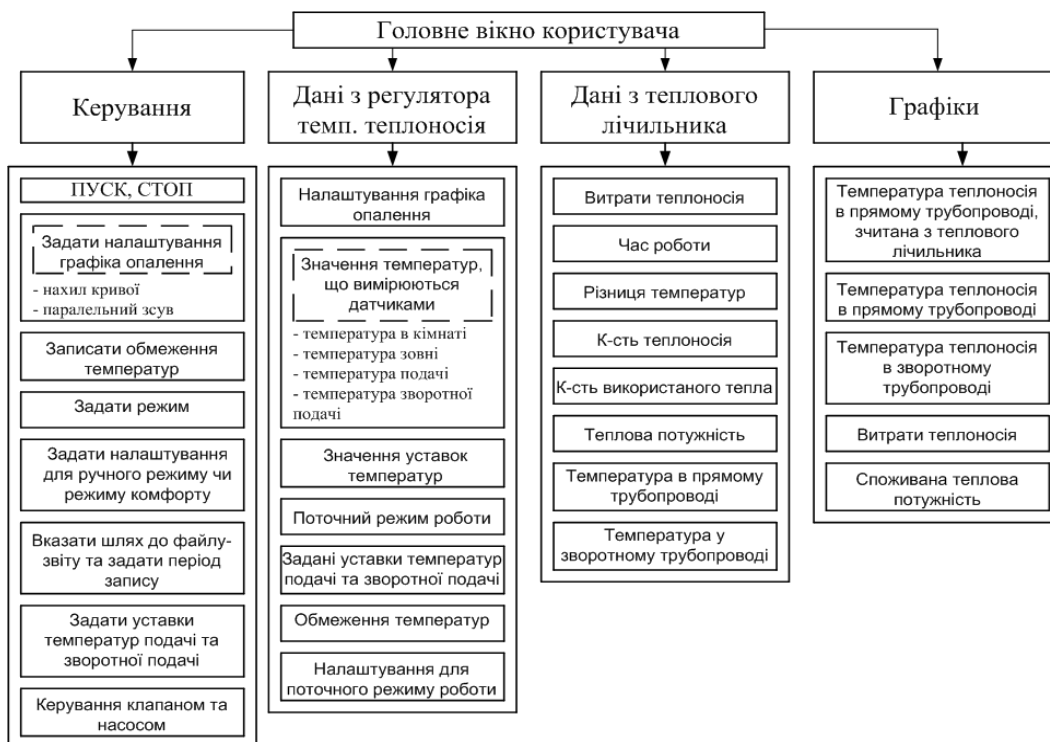


Рисунок 4 – Структура інтерфейса користувача

Програмний модуль роботи з терморегулятором реалізовано шляхом передачі значень фіксованих змінних з його OPC-серверу (ECL Modbus OPC-сервер для Danfoss, MasterOPC Universal Modbus Server для Siemens в проект Labview. Після запуску відповідного OPC-сервера (рис. 5) необхідно вибрати тип електронного регулятора.

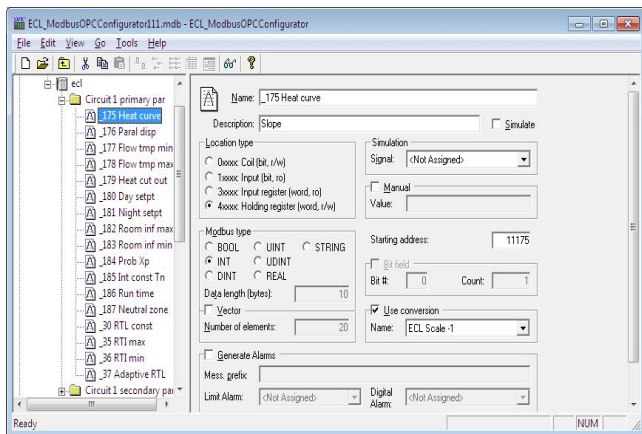


Рисунок 5 – Окно ECL Modbus OPC-сервера

При правильному підключенні у вікні інтерфейсу будуть відображатися поточні значення параметрів електронного регулятора. Для зручності розміщення та перевірки правильності функцій зчитування і запису дані в проекті Labview рознесені в різні цикли (рис. 6). Всередині кожного циклу використовується фіксований період опитування і запису, що дорівнює 1000 мс.

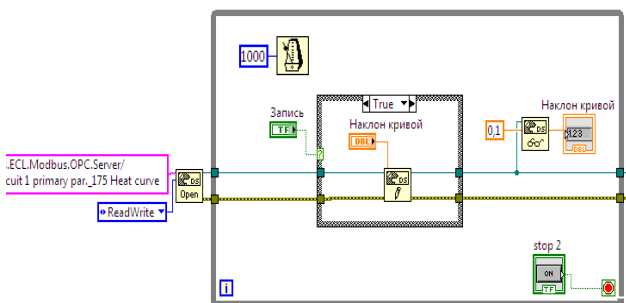


Рисунок 6 – Блок-діаграма зчитування та запису OPC-змінної для ECL 200

Програмний модуль роботи з тепловим лічильником використовує модуль NI VISA, який забезпечує інформаційний обмін Labview з послідовним портом. Робота з певним тепловим лічильником відбувається по принципу обміну байт-кодом, специфікація яких міститься в технічній документації на лічильник. Спочатку вибирається номер послідовного порту, до якого підключений тепловий лічильник, далі – відбувається ініціалізація пристрою та отримання даних з нього.

Так, наприклад, для теплового лічильника Aswega SA-94/1 (встановлено в корпусах № 1, 2, 5) для вибору пристрою і отримання його статусу необхідно відіслати трьохбайтний код, що містить ідентифікаційний номер лічильника. При правиль-

ному підключенні програма отримує код 1А. Отримання поточних даних про теплоспоживання будівлі реалізується посилкою однокбайтного коду, що відповідає необхідному значенню [7]. У відповідь надходить чотири байти даних у форматі 32-х бітного числа з плаваючою точкою, які необхідно представити у десятковому форматі. Програмно реалізовані процедури дозволяють отримувати поточні та архівні дані про тепло споживання будівлі. При цьому, дані обновляються один раз на п'ять секунд.

Для отримання інформації з теплового лічильника Multical 401 [8], що встановлено в третьому корпусі КрНУ, використано двохбайтний запит. Отримання поточних даних реалізується посилкою коду #1 у шістнадцятиричному вигляді. У відповідь при правильному підключенні лічильника надходять десять байт даних, які спочатку перетворюються в рядок, потім розбиваються на ділянки, інформація на окремих ділянках форматується та представляється в десятковому форматі. Дані обновляються один раз на три секунди.

Модуль запису інформації в базу даних організований окремим циклом з можливістю ручного налаштування інтервалів запису. Використання обробки подій знижує навантаження на процесор і збільшує швидкодію.

Для організації передачі інформації в базу даних використовувалася зовнішня бібліотека LV MySQL Connector (рис. 7). Дана бібліотека знаходиться у вільному розповсюдженні. Ідентифікаційні дані передаються на блок ініціалізації з'єднання. Якщо дані валідні і є інтернет-з'єднання, то відбувається спроба встановити зв'язок з базою даних. При вдалому з'єднанні, блок відправки повідомлення передає в базу повідомлення, що містить поточні дані про роботу системи. Блок формування повідомлення містить підпрограму, яка форматує дані, отримані з лічильника і терморегулятора, і перетворює їх згідно синтаксису SQL. По закінченні передачі з'єднання закривається.

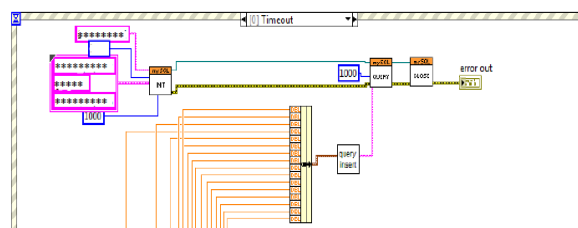


Рисунок 7 – Блок-діаграма зчитування та запису даних в базу даних

На рис. 8 приведено один із реалізованих інтерфейсів керуючої програми для ГТП другого навчального корпусу з контролером Danfoss. Розроблений програмний продукт містить індикатори та графіки, що відображають поточні значення температур теплоносія на ввіді в будівлю, у системі опалення та зворотну температуру, що зчитуються з електронного регулятора та теплового лічильника. Крім того,

на інтерфейсі відображаються поточні витрати та споживана теплова потужність. Поряд із поточними числовими значеннями вимірюваних температур приведені значення температур, які необхідно забезпечити відповідно до температурного графіку.

Права частина розробленого інтерфейсу містить поля для встановлення числових значень сервісних параметрів: нахил кривої опалення, обмеження уставок, вибір режимів роботи контролера та інш. Нижня права частина розробленого інтерфейсу містить поля для вибору періоду запису даних та файлу архіву.

Графічний інтерфейс містить у собі наступні елементи: регулятори параметрів терморегулятора, відображення показань лічильника і терморегулятора, вибір номера СОМ порту, настройка інтервалу запису показань, вибір адреси локального файлу для запису, а також графіки температури, теплових витрат і теплоспоживання. У налаштуваннях параметрів терморегулятора є можливість задавати режим роботи терморегулятора (ручний, автоматичний,

економний, комфортний), нахил кривої опалення, паралельний зсув графіка, максимальну і мінімальну температуру теплоносія а також уставки температури подачі і зворотної температури. Є доступ до наступних показань лічильника і терморегулятора: пряма і зворотна температура мережі, пряма і зворотна температура в контурі будівлі, поточне споживання, поточна потужність споживання, обсяг споживання теплоносія, час роботи лічильника, загальні споживання за час роботи лічильника, температура з датчика зовні приміщення і датчика всередині приміщення. Налаштування періоду запису дає можливість змінювати частоту передачі інформації в базу даних і запису в локальний файл. Графік температури показує температуру подачі та зворотну температуру в контурі будівлі а також температуру подачі з мережі. Графік споживання і витрат показує поточне споживання тепла і поточну споживану потужність.

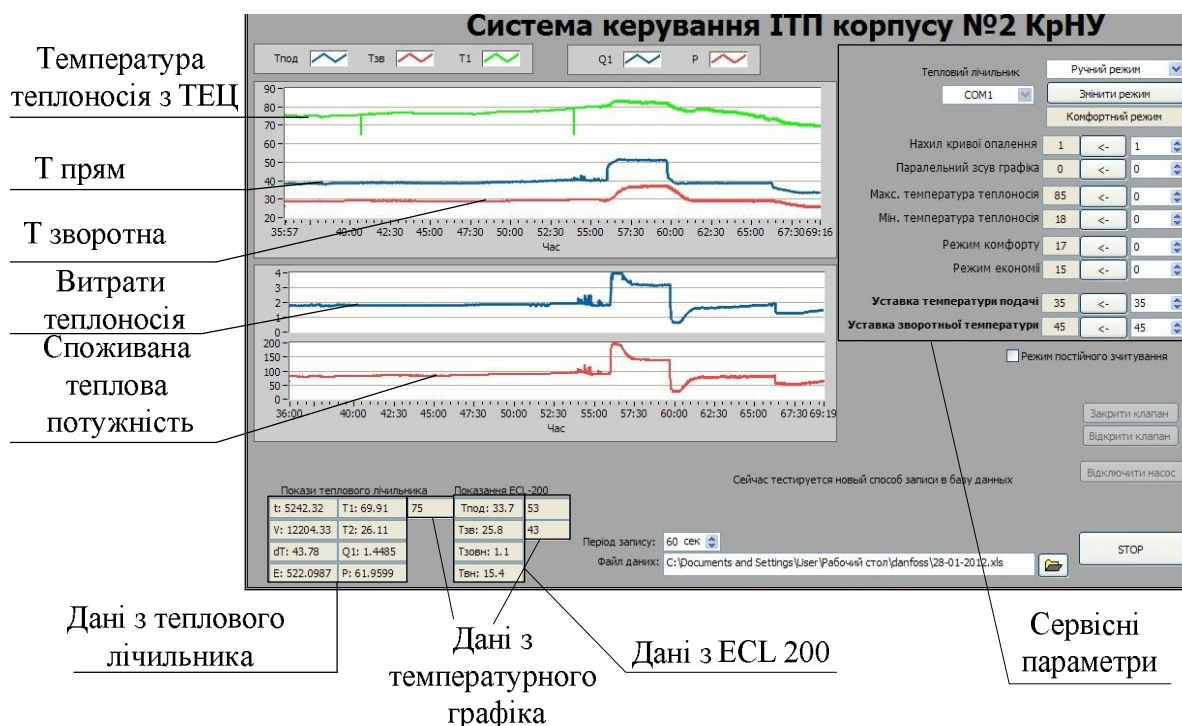


Рисунок 8 – Інтерфейс програми керування ІТП навчального корпусу

Для організації розподіленого доступу до інформації про роботу системи необхідно налаштувати серверну частину системи. До серверної частини були пред'явлені наступні вимоги: висока швидкість обміну даними, низька вартість обслуговування, організація доступу через Web-інтерфейс.

Була обрана дворівнева клієнт-серверна архітектура. Одне з основних її переваг – простота реалізації і можливість створювати розподілений доступ різним клієнтам з контролем повноважень і з різним рівнем доступу. Також це дозволить використовувати різні операційні системи та знизити вимоги до клієнтських ПК. Клієнтська частина – це, з одного боку, ПК із системою збору та передачі інформації,

а з іншого – диспетчерський ПК з доступом до даних сервера через Web-інтерфейс.

Сервер містить у собі базу даних, в якій зберігається і обробляється інформація. Як систему управління базою даних було обрано MySQL. Серед її переваг: кросплатформенність, підтримка мов PHP, Java, Python, а також підтримка роботи в середовищі розробки Labview, в якій створено основний програмний модуль збору та передачі інформації. У базі даних зберігаються дані з кожного датчика.

Web-інтерфейс створений з використанням мови програмування JavaScript (рис. 9). Дані, отримані з сервера, обробляються бібліотекою jQuery, і за до-

помогою її функцій формуються графіки теплоспоживання.

Для асинхронного оновлення даних у браузері використовується технологія AJAX. За допомогою цієї технології графіки і таблиці з даними оновлюються в автоматичному режимі із заданим інтервалом.

У поточній версії WEB-інтерфейс підтримує вивід інформації про накопичену енергію, споживану потужність, поточні витрати і прогноз можливих витрат. Прогноз здійснюється на основі поточної споживаної потужності. Є можливість вибрати період, інформацію за який потрібно відобразити, а та-

кож перейти на сторінку з більш детальним моніторингом конкретного корпусу (рис. 10).

Надалі планується розширити функціонал WEB інтерфейсу, удосконалити систему прогнозування витрат, додавши прогнозування залежно від прогнозу погоди, удосконалити математичний механізм прогнозу.

Описане рішення реалізовано в чотирьох ІТП навчальних корпусів університету зі встановленими електронними регуляторами та тепловими лічильниками.

Автоматизированная система контроля затрат на теплоснабжение КрНУ



Рисунок 9 – Web-інтерфейс автоматизованої системи контролю витрат на теплопостачання

Система теплоснабжения второго корпуса КрНУ



Рисунок 10 – Графіки температур теплоносія і споживаної потужності корпусом № 2

Впровадження системи дозволило зменшити теплоспоживання у 2012–2013 опалювальному сезоні на 575 Гкал (515 тис. грн) у порівнянні з 2010–2011 опалювальним сезоном і на 236 Гкал (211 тис. грн) у порівнянні з 2011–2012 опалювальним сезоном (рис. 11, 12). При цьому, на рівні зменшення загаль-

ного теплоспоживання (рис. 11) зменшується частка теплової енергії, що споживається навчальними корпусами зі встановленими системами оперативного контролю та керування.

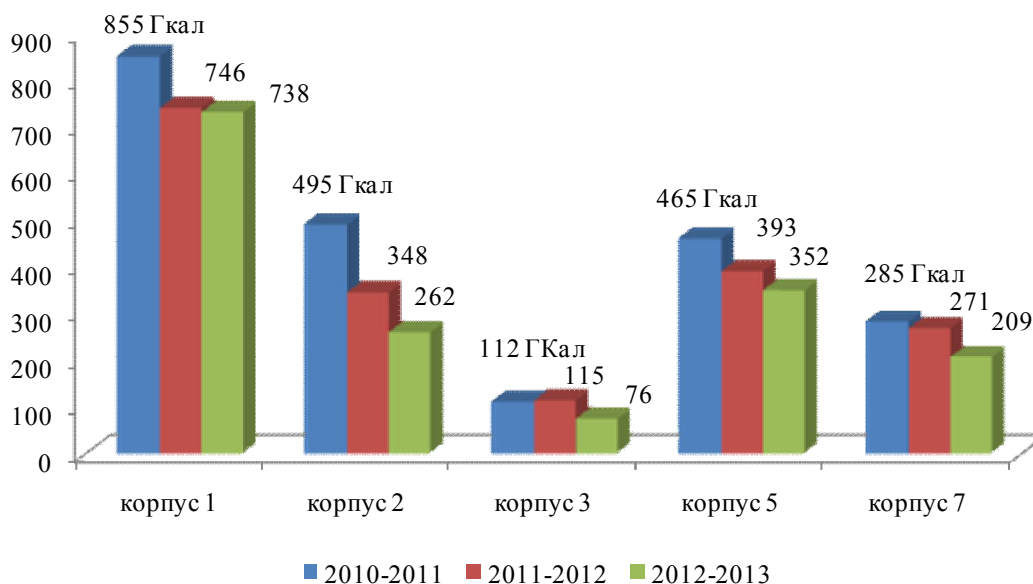


Рисунок 11 – Теплоспоживання корпусами КрНУ

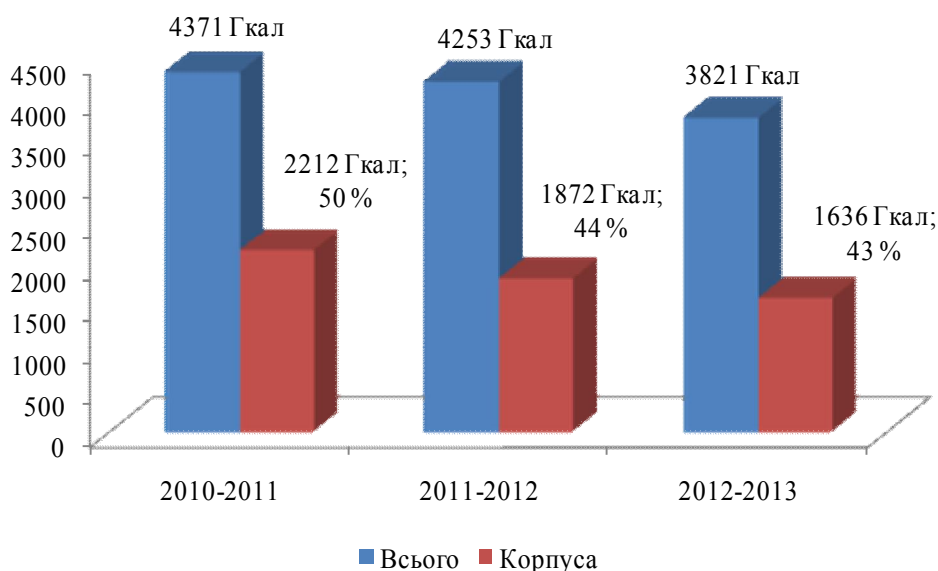


Рисунок 12 – Загальне теплоспоживання КрНУ за різні сезони

ВИСНОВКИ. Розроблено автоматизовану систему, її апаратне та програмне забезпечення, за допомогою якої можна здійснювати контроль за станом теплових систем віддалених будівель та оперативно вносити зміни в режими їх роботи.

Система включає стандартне промислове обладнання, забезпечує необхідний рівень надійності та швидкодії, має комунікацію з мережею Internet.

Розроблене програмне забезпечення надає можливість достовірно зчитувати поточні дані, формувати звітні статистичні дані з теплового лічильника та електронного регулятора і гарантовано записувати сигнали управління в електронний регулятор за рахунок використання промислового протоколу OPC.

Введення в експлуатацію розробленої системи

дозволило за рахунок оперативної зміни уставок на електронному регуляторі, аж до дистанційного відключення теплових систем від теплопостачання, знизити на 15–20 % середньодобове теплоспоживання регульованих будівель без погіршення їх теплового стану. Впровадження запропонованої системи дозволить прогнозувати теплоспоживання будівель шляхом визначення їх реальних динамічних характеристик як об'єктів автоматичного управління.

У подальшому робота буде вестись у напрямку розробки та впровадження в експлуатацію програмного забезпечення серверної частини єдиної автоматизованої системи керування теплопостачанням групи будівель, що підпорядковані одній організації – навчальному закладу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Пыркoв В.В. Современные тепловые пункты: Автоматика и регулирование // Такі справи. – 2007. – 252 с.
2. Программные средства: SCADA КРУГ–2000

TEMPERATURE AND THERMAL MODES OPERATIONAL CONTROL OF UNIVERSITY BUILDINGS

A. Perekrest, V. Nayda, S. Romanenko, Y. Knizhnik, A. Poronik

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University

vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, 39600, Ukraine. E-mail: wey77@mail.ru

The energy resources saving problem in heating systems requires elaboration of new approaches and improvement and support of existing ones. Automation and control systems help to reduce significantly the individual building heat consumption through the organization of operational control and remote control actuators in accordance with the variation of facilities modes and outdoor temperature. The authors have presented an automated system of operational management for the institution buildings heat supply. The system consists of industrial equipment and provides current control of heating temperature modes of the buildings and operational change of temperature setpoints. The system uses the local telecommunication university network to transmit data of the individual buildings thermal modes to the central Web-server. The results can be used in development and implementation of supervisory control and managing various buildings heat supply.

Key words: supervisory control, heat supply system, automated temperature control.

REFERENCES

1. Pyrkov, V.V. (2007), *Sovremennyye teplovyye punkty: Avtomatika i regulirovanie* [Modern heating units: Automation and Control], Taki spravy, Kyiv, Ukraine.
2. Programmnye sredstva: SCADA KRUG-2000 [Software tools: SCADA KRUG-2000] (2013), NPF «Krug», Mode of access: <http://www.krug2000.ru/products/ppr/scada-2000/price-calc.html>.
3. Shelest, O.L., Demchenko, A.P. (2012), Problemy finansuvannya osvity v Ukraini [Problems of education financing in Ukraine], database of Kharkiv Institute of Trade and Economics, available at: <http://nauka.kushnir.mk.ua/?p=22225>.
4. Perekrest, A.L., Naida, V.V., Romanenko, S.S. (2012), «Optimization of process of thermal

[Електронний ресурс] // НПФ «Круг». – 2013. – Режим доступу: <http://www.krug2000.ru/products/ppr/scada-2000/price-calc.html>.

3. Шелест О.Л., Демченко А.П. Проблеми фінансування освіти в Україні [Електронний ресурс] база даних / Харківський торговельно-економічний інститут КНТЕУ. – Харків, 2012. – Режим доступу: <http://nauka.kushnir.mk.ua/?p=22225>.

4. Перекрест А.Л., Найда В.В., Романенко С.С. Оптимізація процесу теплоспоживання навчального закладу // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – Харків, 2012. – № 11 (105). – С. 2–8.

5. Электронный регулятор температуры ECL 200. Тех. документация. – М.: Danfoss, 2007. – 18 с.

6. Контроллер центрального отопления и ГВС RVD145/109. Тех. док. – М.: Siemens, 2009. – 12 с.

7. Теплосчетчики Aswega SA-94/1. Тех. документация. – Таллин, Эстония: Aswega, 2010. – 28 с.

8. Kamstrup MULTICAL 401. Тех. документация. – Скандерборг, Дания: Kamstrup, 2012. – 72 с.

consumption of educational establishment», *Power saving. Energy. Power audit*, vol. 11(105). pp. 2-8, Kharkov, Ukraine.

5. Elektronnyy regulyator temperatury ECL 200 [Electronic temperature control ECL 200] (2007), Danfoss, Moscow, Russia.

6. Kontroller central'nogo otopleniya i GVS RVD145/109 [The controller is the central heating and domestic hot water RVD145/109] (2009), Siemens, Moscow, Russia.

7. Teploschetchiki Aswega SA-94/1 [Heat Aswega SA-94/1] (2010), Aswega, Tallinn, Estonia.

8. Kamstrup MULTICAL 401 (2012), Kamstrup, Skanderborg, Denmark.

Стаття надійшла 19.05.2013.