

УДК 551.50:004.4

Л. Ю. Юрчук, канд. техн. наук, доц.;

О. В. Родінін, студ.

СПЕЦІАЛІЗОВАНА СИСТЕМА ЗБИРАННЯ ТА ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ МЕТЕОРОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ

Сформульовано вимоги та запропоновано структуру спеціалізованого програмного забезпечення для збирання, обробки, відображення та реєстрації даних моніторингу локальних метеорологічних систем.

Вступ

В сучасних умовах ефективність метеорологічного забезпечення в першу чергу залежить від ступеня оснащення сучасним метеорологічним обладнанням і засобами автоматизації.

Всесвітня метеорологічна організація, членом якої є Україна, ставить високі вимоги до якості метеорологічного забезпечення та точності отримуваних даних. Наземна підсистема глобальної системи спостережень вміщує синоптичні станції приземних спостережень на суші та у морі, аерологічні синоптичні станції, кліматологічні станції, агрометеорологічні станції, літакові метеорологічні станції, авіаційні метеорологічні станції, а також станції на науково-дослідних та спеціальних човнах.

Без знання метеоумов неможливо правильно вести сільськогосподарські роботи, будувати і експлуатувати промислові підприємства, забезпечувати нормальне функціонування транспорту, особливо авіаційного та водного. Крім цього, в наш час, коли на Землі склалася несприятлива екологічна обстановка, без знання поточної метеорологічної ситуації неможливе прогнозування забруднення природного середовища, а неврахування метеоумов може призвести до ще більшого її забруднення.

Через це в програмі спостережень глобальної синоптичної мережі слід передбачити представлення метеорологічних даних, які мають необхідну точність, просторове та часове розділення, яке дозволяє описувати стан часових та просторових змін в метеорологічних явищах і процесах, що відбуваються в крупному та планетарному масштабах. Тому всі станції обладнуються відповідним чином перевіреними пристроями та забезпечуються відповідною методикою спостережень і вимірювань, з тим щоб вимірювання та спостереження різних метеорологічних елементів були достатньо точними для задоволення вимог синоптичної метеорології, авіаційної метеорології, кліматології та інших вимог. [1].

З часом попит на високоточну погодні інформацію постійно зростає. Окрім професійної метеорології, існує велика кількість галузей, для яких погодні умови також відіграють важливу роль. Слід зазначити, що безпосередньо вимірювання погодних параметрів не є їх основною діяльністю. Приклади таких галузей: цивільна авіація, збройні сили, сільське господарство, екологічні служби, органи попередження та ліквідації надзвичайних ситуацій. Різними метеослужбами проводяться вимірювання великої кількості параметрів, серед них вимірювання: температури та вологості повітря, атмосферного тиску, швидкості та напрямку повітряного потоку, температури ґрунту на різних глибинах, хмарності тощо.

Базова мережа гідрометеорологічних спостережень і збирання первинної інформації гідрометслужби України не відповідає сучасним вимогам за рівнем автоматизації та якості отримуваних даних. З 1996 року питання технічного переоснащення системи гідрометеорологічних спостережень вирішується в рамках державної програми (Постанова КМ України № 579 від 29.05.1996 р.). Купувати готові системи за кордоном досить проблематично через їх високу вартість. Сьогодні міжнародний ринок сучасної елементної бази (процесори, первинні перетворювачі, виконавчі механізми тощо) наповнено дешевими та якісними виробами. Таким чином, вартість систем, в основному, визначається вартістю їх наукомісткої частини [2].

Викладення основного матеріалу

Вимоги підвищення ефективності роботи метеорологічних служб потребують використання засобів автоматизації, що дозволяють мінімізувати участь людини у процесі отримання та обробки метеорологічної інформації, представлення її у необхідному вигляді, забезпечення можливості

управління процесом оператором у діалоговому режимі, особливо в умовах об'єднання окремих метеостанцій у єдину мережу.

Метеорологічні системи можуть бути різного призначення: від міжнародних, національних до локальних систем та окремих метеостанцій. Відповідно і до систем їх автоматизації формуються різні вимоги.

Розглянемо ще одну важливу особливість. Різні галузі, що використовують метеорологічну інформацію, можуть ставити до неї власні вимоги [3]. Через це метеорологічні комплекси можуть комплектуватись різноманітним обладнанням, яке в достатній мірі забезпечить потреби галузі. В залежності від технічних умов вимірювальні комплекси можуть відрізнятися за:

- набором вимірюваних параметрів;
- кількістю каналів вимірювання;
- характеристиками точності, що забезпечується;
- цільовим місцем встановлення (наприклад: в приміщенні, на метеорологічному майданчику, на даху у вигляді зонду тощо);
- функціональними можливостями внутрішнього програмного забезпечення;
- типом каналу зв'язку з верхнім рівнем.

Крім того, ситуація може ускладнюватись тим, що встановлено не єдиний апаратний комплекс, а низка окремих пристроїв і датчиків, які між собою ніяк не пов'язані. Вони також можуть підтримувати різні протоколи та вимагати абсолютно різних каналів зв'язку. У цьому випадку на програмне забезпечення верхнього рівня лягає задача зв'язку, поєднання та обробки всього потоку даних, що надходить від обладнання.

Одним із доцільних рішень для реалізації «верхнього рівня» великих інформаційно-вимірювальних систем є застосування програмного забезпечення типу SCADA. Це дозволить досягти високого рівня автоматизації та універсальності, тобто єдиного програмного підходу у застосуванні різного апаратного метеорологічного забезпечення.

На сьогоднішній день на ринку існує велика кількість універсальних потужних SCADA-систем, виробники яких декларують можливість їх використання у метеорології, і є такі рішення. Так, наприклад, метеорологічна служба Великобританії використовує потужну SCADA-систему SCOPE-X для програмного забезпечення мережі спостережень [4]. Сьогодні, на жаль, використання таких великих систем досить ускладнено в українських реаліях, оскільки, це потребує значних інвестицій. Окрім безпосередньої вартості системи також з'являються витрати на її впровадження та підтримку.

Але на рівні локальних станцій чи автономних систем їх використання не завжди обґрунтовано, насамперед через високу вартість та особливості метеорологічного обладнання: використання специфічних протоколів обміну даними, необхідність підтримки різноманітних засобів відображення інформації, певні вимоги до гнучкості режимів реєстрації та ведення архіву, формування спеціальних інформаційних зведень тощо.

Значні проблеми виникають на рівні локальних систем та метеостанцій: різноманітне обладнання, застарілі комп'ютери, недостатність програмного забезпечення, можливість та необхідність підключення до глобальної мережі. Через це вибір програмних засобів значно ускладнюється [3]. Крім того, на локальному рівні лишається відкритою проблема сумісності протоколів обміну даними. Досягти сумісності з усім обладнанням практично неможливо, через те, що деякі виробники обладнання випускають свої власні спеціалізовані протоколи. Але якщо вони є відкритими та документованими, то впровадження їх підтримки системою — розв'язувана задача, хоча і вимагає певних затрат часових та матеріальних ресурсів.

Отже, доцільною стає розробка програмного забезпечення спеціалізованої системи збирання та обробки інформації типу SCADA для локальних систем та метеостанцій, яка буде здатна взаємодіяти зі специфічним класом апаратних засобів.

Перш за все необхідно сформулювати вимоги до системи:

- можливість підключення до будь-якого набору та конфігурації обладнання, яке може працювати в одному з підтримуваних протоколів обміну даними;
- розв'язання задач збирання та обробки інформації (опитування датчиків, візуалізація, реєстрація даних в архіві тощо);
- розв'язання набору задач управління вимірювальними комплексами та приладами (налаштування, калібрування);
- можливість тонкого налаштування інтерфейсу оператора та функціональних можливостей системи під кожну задачу;

- можливість налаштування та використання системи оператором, який не має кваліфікації з програмування;
- висока розширюваність функціональних можливостей;
- використання принципу модульності;
- низькі системні вимоги до ЕОМ.

Слід зазначити, що більшість з перерахованого є класичними вимогами до SCADA-систем, але є і специфічні. Одна з таких вимог — це можливість розв’язання задач управління вимірювальними комплексами та приладами. Найпоширенішим прикладом є операція калібрування. Для її здійснення повинна бути передбачена низка компонентів для зчитування, редагування та запису окремих змінних та таблиць даних. Тобто система може застосовуватись не тільки в режимі спостереження, а й під час розробки та налаштування обладнання.

Інша специфічна вимога стосується ведення архіву даних. Так, наприклад, у класичній метеорології інтервал реєстрації даних складає 3 години. Але в той же час інженеру-метеорологу, який займається дослідженням метрологічних характеристик приладів та (або) калібруванням, потрібна набагато вища періодичність запису даних та рівень візуалізації. Тому в програмній системі моніторингу необхідно передбачити декілька модулів архівації, що дозволяють розв’язувати різні задачі в залежності від їх специфіки.

Розглянемо структуру програмної системи, що розробляється, та яка відповідає зазначеним вимогам.

Для забезпечення універсальності системи, тобто можливості працювати з будь-якою конфігурацією обладнання, потрібно забезпечити високу гнучкість та модульність системи. Це досягається можливістю оперативної побудови програмної моделі (див. рис.), яка заснована на апаратній структурі і максимально відображає її організацію. Розглянемо основні складові.

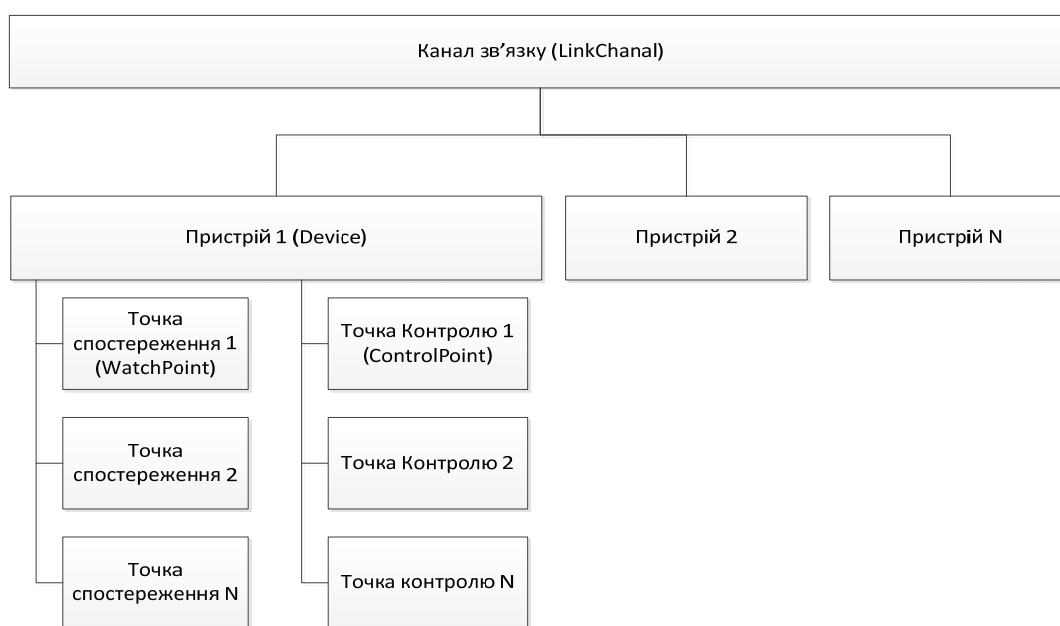
Пристрій (Device) — логічний об’єкт, який є відображенням одного фізичного модуля/пристрою. Наприклад: перетворювач температури повітря, перетворювач атмосферного тиску тощо.

За допомогою такого логічного об’єкта формуються запити до фізичного пристрою на читання або запис даних, а також проводиться обробка отриманих відповідей. Кожний пристрій містить список точок спостереження і контролю.

Точка спостереження (WatchPoint) — логічний об’єкт, який є представленням одного фізичного параметра. Наприклад: миттєва відносна вологість, значення максимальної температури за 3 години тощо.

Точка спостереження є дочірнім елементом одного з пристроїв. Під час опитування, після отримання нових даних, точки оновлюють свої значення і статуси. Крім того, вони посилають повідомлення «Дані оновлено» всім підключеним до них об’єктам (це можуть бути візуальні елементи відображення, компоненти реєстратора/архіву).

Точка контролю (ControlPoint) — логічний об’єкт, який є представленням деякого елемента керування пристроєм. Параметри точки контролю визначаються залежно від її типу. Типи точок контролю: аналогова, точка-масив, точка-перемикач, точка-таблиця.



Програмна модель обладнання

Диспетчер каналу зв'язку (LinkChanal) — логічний об'єкт, який управляє інформаційним обміном між програмною системою моніторингу та підключеними до фізичного каналу приладами.

Головним чином визначає: протокол зв'язку; режим роботи (провідний або ведений); параметри інформаційного обміну.

До логічного каналу зв'язку підключаються віртуальні пристрої, таким чином відображаючи апаратну структуру. Слід зазначити, що канал і підключені до нього пристрої мають працювати в одному протоколі. Цей логічний об'єкт управляє опитуванням і інформаційним обміном, тобто визначає моменти часу, в які пристрої можуть передавати/приймати дані з каналу. Опитування пристроїв здійснюється циклічно, опитування контрольних точок — по перериванню.

У найпростішому випадку система працює в режимі опитування пристроїв. По спрацьовуванню внутрішнього таймера опитування виконується команда, яка повідомляє пристроям про необхідність здійснити інформаційний обмін. Пристрої формують буфери даних, які містять команди читання/запису, і направляють їх диспетчеру для передачі в канал. Він, у свою чергу, передає дані із заданими параметрами передачі.

Після отримання відповіді диспетчер каналу сповіщає пристрої, і вони займаються подальшою обробкою отриманих даних.

В програмній системі моніторингу, що розглядається, застосовано модульний принцип.

До складу системи входять такі модулі:

— *Управління проектами.*

Проект — це логічний об'єкт верхнього рівня в ієрархії. Він містить вичерпну інформацію щодо налаштувань та логічної структури системи моніторингу для певної конфігурації обладнання. Таким чином, для реалізації програмного забезпечення для деякого набору обладнання достатньо створити проект і налаштувати його відповідним чином. Налаштування може виконати оператор, використовуючи готові модулі. Слід зазначити, що від нього не вимагається навички програмування.

Створюючи новий проект, або завантажуючи існуючий, оператор отримує спеціальний програмний інструмент, який дозволяє вирішувати конкретні завдання з опитування і управління обладнанням.

— *Редагування пристроїв.*

Цей модуль призначений для налаштування логічних пристроїв (*Device*), точок спостереження (*WatchPoint*) та точок контролю (*ControlPoint*). В процесі налаштування формується список віртуальних пристроїв. Таким чином, кожний створений об'єкт «Пристрій» є логічним відображенням реального підключеного приладу. Особливості параметрів, що задаються, визначаються протоколом обміну даними.

— *Редагування каналів зв'язку.*

Такий модуль дозволяє конфігурувати канали зв'язку, за допомогою яких проводиться інформаційний обмін з підключеними пристроями. Параметри налаштування залежать від конкретного протоколу. Наведемо найзагальніші з них: швидкість обміну, інтервал опитування, активність, список підключених пристроїв тощо.

— *Налаштування візуального інтерфейсу.*

Програмне забезпечення системи моніторингу дозволяє виконати тонке налаштування візуального інтерфейсу. Це підвищує зручність роботи оператора при використанні системи.

Основні особливості налаштування інтерфейсу:

- підтримка багатосторінкового режиму відображення;
- можливість об'єднання сторінок в групи і довільний вибір їх розміщення;
- широка палітра елементів відображення і управління;
- можливість довільного розміщення елементів на сторінці;
- можливість налаштування зовнішнього вигляду елементів відображення і управління (розміри, кольори, шрифти, підписи тощо);
- можливість збереження налаштованих елементів для подальшого використання.

— *Підсистема реєстрації даних.*

Програмне середовище має декілька різних підсистем реєстрації архівних даних.

Перша з них призначена, насамперед, для дослідження метрологічних характеристик та процесів з високою динамікою. Вона дозволяє реєструвати дані з періодичністю до 100 мс. Підтримує два режими відображення інформації: табличний та графічний. Графічний режим дозволяє довільно масштабувати графіки, налаштовувати їх зовнішній вигляд, працювати з групами графіків. Дані зберігаються в форматі CSV, який також підтримується табличним процесором Excel.

Друга підсистема призначена для реєстрації даних за метеорологічними строками. Як вже було

казано, інтервал запису даних складає 3 години. Згідно з вимогами різні метеорологічні параметри фіксуються в різний час. Існує можливість як автоматичної фіксації даних від підключеного обладнання, так і ручного введення інформації. Така необхідність може виникнути, наприклад, під час процесу випробувань та звірень нового електронного обладнання з класичними приладами. Після отримання всіх необхідних результатів вимірювань інформація фіксується в архіві. В якості сховища даних використовується СУБД Firebird. Для перегляду та аналізу даних передбачено низку візуалізаційних компонент. Також підтримується автоматичне резервування даних.

Нарешті, третій тип архіву є найуніверсальнішим. Підсистема реєстрації фіксує у базі даних вимірювальну інформацію, що надійшла від обладнання з довільною періодичністю (від однієї хвилини до однієї доби). Як і для інших типів архіву, існують компоненти для перегляду таблиць та графіків на основі архівних даних, а також автоматичне резервування.

Слід зазначити, що у всіх типах архіву набір параметрів, що фіксуються, є довільним і повністю налаштовується.

Висновки

В роботі розглянуто особливості функціонування та побудови метеорологічних систем з метою розробки для них програмного забезпечення.

У загальному випадку можна розглядати три структури метеосистем: глобальні — об'єднання метеостанцій у національні та міжнародні мережі для прогнозування погоди на великих територіях, локальні системи — для визначення умов на певних ділянках (у районі аеродрому, бурової платформи та ін.) та метеостанції — сукупність приладів для метеорологічних вимірювань (спостережень за погодою). Визначено, що для обслуговування та управління глобальними системами може бути використане програмне забезпечення типу SCADA-систем. На рівні локальних мереж та метеостанцій, у зв'язку з особливостями їх функціонування та апаратного складу, доцільно використовувати спеціалізовані програмні системи.

На основі проведеного аналізу запропоновано та описано структуру спеціалізованого програмного забезпечення для збирання, обробки, відображення та реєстрації даних моніторингу метеостанцій та локальних метеорологічних систем на їх основі, яке дозволяє проводити моніторинг метеорологічного обладнання, налаштування конфігурації системи збирання даних та провадити необхідну обробку інформації.

Розглянутий принцип створення програмної структури на основі апаратної реалізації дозволяє легко адаптувати систему для використання з різним обладнанням.

Запропонована програмна система є досить універсальним інструментом, який може використовуватись як для організації метеорологічних спостережень, так і під час розробки та налаштування вимірювального обладнання. Значну роль в інструментарії системи займають засоби для інженера-метеоролога. Так, наприклад, спеціальні елементи керування дозволяють швидко проводити операції калібрування приладів. А впроваджений механізм шаблонів обладнання дозволяє в лічені хвилини підключити до системи додаткові прилади (наприклад, робочій еталон), що забезпечує швидке та ефективне виконання операцій звірення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation (CIMO guide) : Published by: World Meteorological Organization : 2012 (2008 edition updated in 2010). — (WMO No. 8).
2. Иванов Б. А. Система получения комплексной первичной метеорологической информации на основе сетевых технологий / Б. А. Иванов, В. Б. Осис // Наукові праці УкрНДГМІ. — 2009. — Вип. 258.
3. Сайт інститута радарної метеорології (ЗАО «ІРАМ») [Електронний ресурс]. — Режим доступу : http://www.iram.ru/iram/p31_mtras_ru.php.
4. Meteorological Monitoring System [Електронний ресурс]. — Режим доступу : http://www.envirotech-online.com/news/air_monitoring/6/cse_servec/meteorological_monitoring_system/17610/.

Рекомендована кафедрою моделювання та моніторингу складних систем

Стаття надійшла до редакції 11.01.13
Рекомендована до друку 28.02.13

Юрчук Леонід Юрійович — доцент, **Родінін Олексій Валентинович** — студент.

Кафедра автоматики та управління в технічних системах, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Київ