

*С.М. Ткаченко, канд. техн. наук., І.М. Романенко, Р.В. Хачко
(Україна, Дніпропетровськ, Національний гірничий університет)*

СТРУКТУРА ТЕХНОЛОГІЧНОГО СЕРВЕРУ РОЗПОДІЛЕНОГО ПУЛЬТА КЕРУВАННЯ СПОЖИВАННЯМ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ШАХТОЮ

Постановка проблеми

Сьогодні на шахтах України практично відсутні засоби контролю споживання електричної енергії як на окремих механізмах, так і на ділянках у цілому. У багатьох випадках це призводить до нераціонального використання електроенергії, що підвищує собівартість видобутку корисних копалин. Оперативна доставка інформації про споживання електроенергії на ділянці за зміну дозволяє визначити максимуми і мінімуми споживання, його розподіл за зміну, добу, місяць, квартал, попередити або своєчасно знайти аварії [1]. Тому задача побудови системи автоматизованого керування енергоспоживанням шахти є актуальною.

Аналіз останніх досягнень і публікацій

Існують і ведуться окремі розробки локальних засобів контролю електроспоживання, керування іншими технологічними процесами, шахтних засобів доставки інформації диспетчеру, програмних засобів контролю і управління АСКТП. Останні володіють істотними недоліками, перш за все пов'язаними з вузькою орієнтацією не тільки на технологічний процес, але і на саме обладнання, що істотно обмежує можливості з його комбінування і об'єднання в інтегровані АСКП. Це, у свою чергу, обмежує можливості отримання додаткової інформації енергодиспетчером або енергетиком, наприклад, про процеси, ділянки або установки-споживачі електроенергії, що може бути одержана за допомогою інших АСКТП.

Кафедрою систем електропостачання і кафедрою автоматизації і комп'ютерних систем Національного гірничого університету ведуться розробки багаторівневої системи автоматизованого керування споживанням електричної енергії шахтою (САКПЕШ). Розробка програмного забезпечення, серед інших, має такі цілі:

- залучення до управління електроспоживанням локальної обчислювальної мережі, що значно підвищує продуктивність системи;
- підтримка апаратної незалежності технологічної складової програмного забезпечення;
- підвищення стійкості системи при збоях за рахунок резервування вузлів з цільовим ПЗ;

- підтримка оперативного перерозподілу функцій АРМ вузлів локальної мережі без участі програміста або інженера АСК;
- забезпечення перспективної можливості залучення web-технологій і засобів мобільного зв'язку для задач контролю
- забезпечення можливостей отримання додаткової інформації.

Розгляд невирішених частин проблеми

Для досягнення зазначених цілей був зроблений розподіл ПО САКПЕШ за функціональним критерієм, внаслідок чого була отримана структура, основною технологічною ланкою якої є технологічний сервер. Подальше створення програмного забезпечення і самої САКПЕШ неможлива без розробки технологічного серверу, як основної ланки ПЗ верхнього рівня системи, що забезпечує стійкість ПЗ верхнього рівня до збоїв, надійність функціонування та захист від помилок диспетчерів технологічних АРМ. На даний час прямих аналогів технологічного серверу не існує, але є Citect SCADA 6.0, яка включає сервер уведення-виведення у реальному часі і ряд функціональних серверів [4]. За рядом причин, викладених в роботі [3], цей інструмент непридатний для побудови технологічного серверу системи, тому питання розробки останнього залишається актуальним.

Мета публікації

Розробка функціональної структури основного програмного рішення для технологічного серверу САКПЕШ.

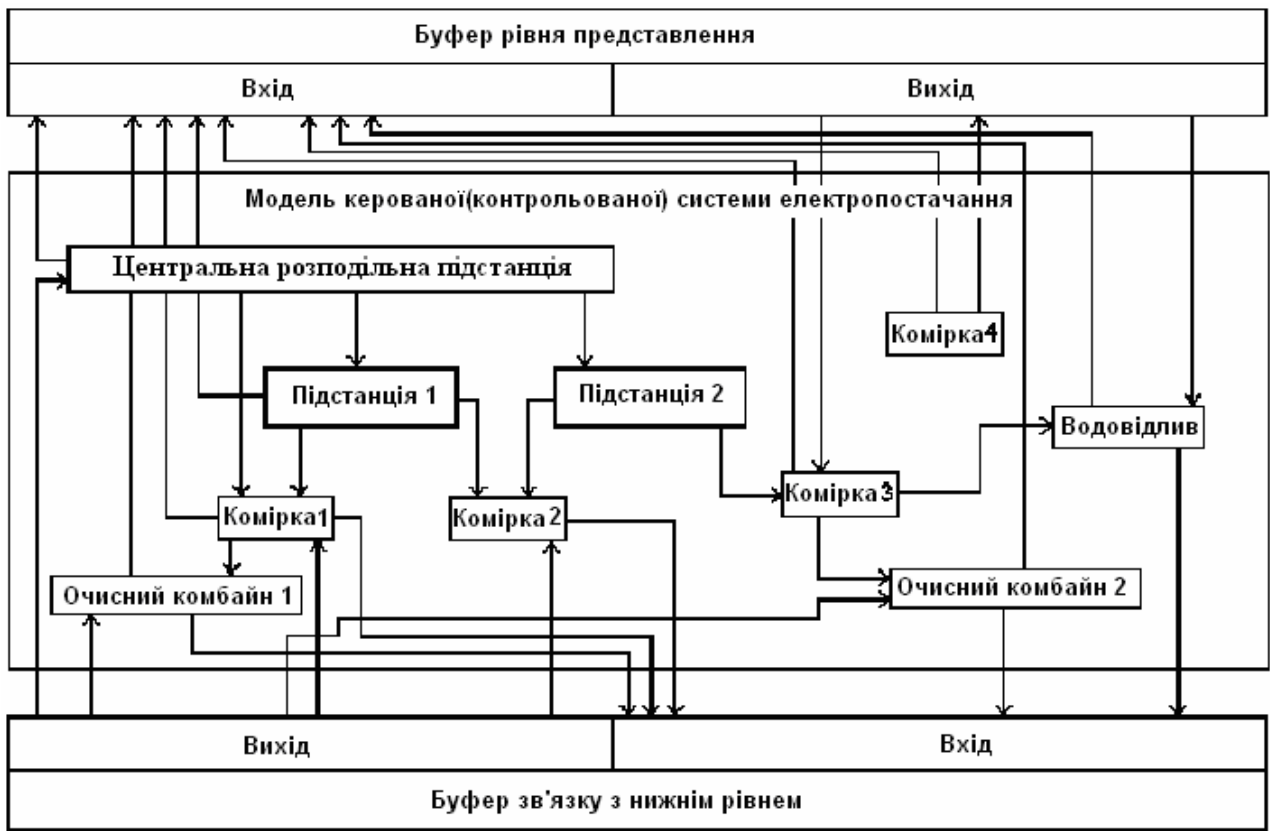
Матеріал дослідження

Наведемо функції, покладені на технологічний сервер, які повинні виконуватися в автоматичному режимі [3]:

- * діагностика і дозвіл команд оператора на ввімкнення і вимкнення обладнання електропостачання, виходячи з умов, які не обов'язково знати оператору;
- * прийом і обробка технологічної інформації про стан об'єктів електропостачання і електроспоживання;
- * видача на відображення стану об'єктів з їх технологічними параметрами, необхідних, достатніх і дозволених для використання уповноваженими операторами;
- * дублювання функцій аварійних вимикань об'єктів з видачею повідомлень уповноваженим операторам;
- * документування і видача за запитом операторів, наділених відповідними правами, інформації про події на об'єктах і про витрати електроенергії.

Очевидно, що функції дублювання аварійних відключень, прийому і обробки технологічної інформації та, відповідно, діагностики команд оператора в своїй сукупності найпростіше реалізуються за наявності математичних моделей об'єктів електроспоживання і моделі їх взаємодії. При розробці до програмних

реалізацій моделей об'єктів була виставлена вимога уніфікації зовнішніх зв'язків при їх взаємодії один з одним, нижчим рівнем системи і серверами. У результаті була запропонована модель об'єктів електропостачання і електроспоживання. Приклад її функціональної структури наведений на рисунку, з якого видно, що всі моделі об'єктів зібрані в єдиний контейнер – модель керованої (контрольованої) схеми електропостачання. Стрілками показані інформаційні зв'язки – потік технологічних даних телевимірів (ТВ) телесигналізації (ТС),



Приклад функціональної структури взаємодії моделей об'єктів у технологічному сервері САКПЕШ

телекерування (ТК). Об'єктами можуть бути не тільки комірки КРУВ, але і підстанції, система або насоси водовідливу, очисні комбайни, інші споживачі, наприклад, від ділянки до приводу конвеєра. Тип об'єкту визначає кількість, номенклатуру, метод інтерпретації вхідних даних та жодною мірою не обмежує тип об'єктів-джерел і приймачів вхідних і вихідних інформаційних потоків. Більш того, буфера зовнішніх зв'язків функціональної структури для моделей об'єктів у контейнері не відрізняються від самих моделей об'єктів.

З рисунка також видно, що моделі об'єктів можуть одержувати інформацію ТВ і ТС як безпосередньо з нижнього рівня системи, так і непрямым шляхом від інших моделей, що може бути використане як опосередкований контроль за відсутності необхідних джерел інформації на нижньому рівні. Інформація ТК для реального керованого об'єкта, моделі об'єкта, буфера відображення, а також внутрішні стани розраховуються за допомогою моделі об'єкта залежно від вхідної інформації і типу цієї моделі. Модель об'єкта може взагалі не мати

ніякого зв'язку з реальним об'єктом і бути джерелом сервісної інформації для засобів відображення.

Відмінність пропонованого рішення від SCADA-систем у тому, що тут існує строге ієрархічне розділення функцій ПЗ і необхідної їм інформації. Серверу байдужі внутрішні змінні нижніх рівнів, АРМ, способи відображення інформації в АРМ, формати передачі даних по каналах нижчого рівня. Модель схеми електропостачання обмежена зверху і знизу буферами обміну і володіє описом правил інтерпретації даних, що надходять ззовні. Окремими додатками розв'язуються задачі не тільки зв'язку з нижнім рівнем, але і відображення. Оперативна взаємодія додатків організована за швидшою технологією, ніж в сучасних SCADA. Обмін реалізований через канали і сокети, а не бази даних. При цьому конфігураційна інформація і дані тривалого зберігання передаються через бази, що розділяються. Це пояснюється зручністю і доброю інструментальною підтримкою методу. Крім того, застосовані при розробці методи об'єктно-орієнтованого програмування дозволяють відмовитися від зовнішнього відповідно до моделей інтерпретатора. Моделі відпрацьовують зміни своїх станів і виходів за подією зміни входів, що ініціюється одним із джерел даних. Такий підхід робить сервер швидшим щодо ухвалення рішень в аварійних ситуаціях, проте з'являється вірогідність змагань між моделями об'єктів. Щоб цього уникнути, передбачені такі заходи:

- * заборонено будувати замкнуті контури потоків ТУ між об'єктами;

- * кожна модель об'єкта і буфери обміну відпрацьовують свою технологічну функцію, перемикають виходи, ведуть протокол технологічного процесу у власних асинхронних нитках [2] виконання, які за умовчанням знаходяться в режимі очікування і забезпечені лічильниками-семафорами;

- * кожна модель, включаючи і буфери обміну, має список зареєстрованих споживачів інформації, яким по закінченню самообслуговування моделі її нитка розсилає сигнали побудки [2] і переходить в очікування;

- * для буферів обміну вихід нитки з очікування відбувається і при появі нових даних і на вході, і на виході;

- * передача з буферів обміну із зовнішньої сторони працює по таймеру, тому сигнали побудки від моделей впливають на частоту спрацьовування таймерів;

- * зміна входів даних буферів обміну реалізована із захистом від помилкових спрацьовувань, тобто вся інформація дублюється по трьох сусідніх спрацьовуваннях таймера і зміни приймаються тільки при збігу двох останніх записів.

Запропоноване рішення виключає пряме диспетчерське керування об'єктами електропостачання і споживання. Енергодиспетчер може впливати тільки на моделі об'єктів у режимі передачі вхідної інформації. Моделі самі вирішують, чи виконувати необхідне перемикання. У такому режимі сервер не контролює послідовності включень і відключень. Ці послідовності задаються АРМ енергодиспетчера і відображаються на АРМ у вигляді схем електропостачання. Схеми електропостачання складаються окремо від моделі контрольованої (керованої) схеми електропостачання і можуть мати відмінності. Можливі

помилки при створенні схеми при цьому компенсуються моделлю схеми електропостачання, яка сама проведе розрахунки інформації ТК щодо необхідних дій.

Уніфікація взаємодії моделей об'єктів досягається за рахунок використання можливостей спадкоємності класів. Так, існує головний базовий клас з формальними методами обробки, формальними полями даних і діючими методами синхронізації паралельних обчислень. У нього є два нащадки – базовий клас відображення і базовий клас моделювання. Вони успадкували методи предка, проте їх поля і методи обробки, залишаючись формальними, одержали спеціалізацію відповідно відображення і моделювання. Крім того, кожний з цих базових класів одержав свої методи серіалізації і зв'язки з єдинокласними об'єктами. Базовий клас відображення необхідний для розробки АРМ і в технологічному сервері не використовується. Базовий клас моделювання є предком усіх класів моделей об'єктів у моделі схеми електропостачання. Це дозволяє додавати нові моделі, використовуючи вже налагоджені принципи взаємодії і синхронізації між об'єктами та їх серіалізації.

Висновки

Запропонована функціональна структура технологічного серверу дозволяє розробити типове рішення для основної технологічної ланки розподіленого пульта САКПЕШ, що має переваги по структурній організації, а значить по надійності, швидкодії, простоті використання перед сучасними SCADA-системами. Приріст швидкодії очікується за рахунок виключення зовнішнього інтерпретатора схеми моделей, упровадження паралельних обчислень у процес управління, винесення функцій відображення і диспетчерського управління в інший додаток, який може працювати повільніше і на окремому комп'ютері, використання для зв'язку з винесеними АРМ технології сокетів. Крім того, у запропонованому рішенні технологічний сервер об'єднує в собі всю функціональну структуру, на відміну від Citect SCADA 6.0, де структура розподілена по окремих функціональних серверах, що при використанні протоколу TCP/IP ставить під сумнів дотримання режиму роботи у реальному часі. У запропонованому варіанті зв'язок технологічного серверу з драйвером обміну (аналог серверу введення-виведення у реальному часі Citect SCADA) здійснюється в межах одного комп'ютера за виділеним каналом. Це також підвищує продуктивність ПЗ і гарантує роботу серверу в реальному часі. Таким чином, задача розробки технологічного сервера для розподіленого АРМ енергодиспетчера САУ-ПЕШ вирішена достатньо, щоб перейти до розробки безпосередньо програмних моделей обладнання електропостачання, споживання, а також автоматизованих робочих місць.

Список літератури

1. Заїка В.Т., Бажін Г.М., Румянцев А.С. Способи поглиблення енергоконтролю гірничих машин. // Зб. Приазовського держ. техн. ун-ту: Зб. наук. пр. – 2008. – Вип. 18, ч. 2. – С. 27–39.
2. Таненбаум Э., Вудхалл А. Операционные системы: Разработка и реализация. – М. – С.Пб.: Питер, 2006. – 576 с.
3. Ткаченко С.Н. Децентрализация программного обеспечения системы автоматизированного управления энергопотреблением шахты по функциональному критерию. // Зб. Приазовського держ. техн. ун-ту: Зб. наук. пр. – 2008. – Вип. 18, ч. 2. – С. 119-122.
4. <http://www.citect.ru>. Программное обеспечение систем автоматизации производства на базе Windows NT/2000 и Windows 98. Citect Версия 6. Руководство пользователя. Перевод на русский язык. – М.: ЗАО «РТСофт». – 2004. – 420 с.