

УДК 681.518.3

В.Г. Трегуб, А.О. Куник

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ OPC В АВТОМАТИЗАЦІЇ ЕНЕРГОБЛОКІВ ТЕПЛОВИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

Вступ

Ефективне і економічне керування об'єктами теплової енергетики є одним із пріоритетних напрямів для науки нашої країни. Вартість електричної енергії стає все більш і більш значущим чинником у конкурентній боротьбі на ринку енергопостачання. Зокрема, одним із найважливіших теплоенергетичних об'єктів є енергоблок. У 70-х роках минулого сторіччя активно проходив процес оснащення вітчизняної електроенергетики потужними тепловими електростанціями і електроцентралями з енергоблоками потужністю 250, 300, 500 і 800 МВт. Всі вони проектувались з міркувань високої економічності і роботи в базових режимах. В той же час, графік споживання електроенергії в окремих енергосистемах внаслідок ряду економічних і соціальних причин почав розущільнюватися, що спричинило істотні перепади між значеннями навантаження і значні перетоки потужностей між енергосистемами. Цей процес триває і понині. Ситуацію ускладнює той факт, що близько 70 % енергоблоків, які працюють у нашій країні, вже перевищили граничний ресурс роботи, а половина взагалі перебуває за межею зносу [1]. Типовою є ситуація, коли великий енергоблок бере участь у регулюванні частоти в енергосистемі. У такому випадку основне завдання регулювання енергосистеми полягає в тому, щоб виробляти електроенергію згідно із споживанням, яке безперервно змінюється. По суті, єдиним джерелом інформації про невідповідність вироблення електроенергії споживання є відхилення частоти в енергосистемі від номінального значення. Структура системи керування потужністю енергоблока значною мірою визначається графіком навантаження енергосистеми та енергоблока. Однак цей графік дає лише середнє значення навантаження, у той час як дійсне енергоспоживання може, у певних межах, змінюватись, що вимагає постійного регулювання частоти. Підвищення якості регулювання частоти – це першочергова задача для вітчизняної енергетики [2, 3]. Розв'язання її дасть можливість підвищити експортний потенціал

поставок електроенергії Україною. Важкі наслідки системних аварій в електроенергетиці, що відбувались за останні десятиріччя в багатьох великих енергосистемах світу, ставлять перед дослідниками і науковцями як одну з найважливіших проблем проблему розробки автоматизованих систем керування (АСК), що здатні забезпечити високу надійність та стійкість роботи енергосистем і енергетичних об'єднань [4]. Також необхідно відзначити, що сама існуюча модель функціонування вітчизняної енергосистеми, хоча й відповідає значною мірою європейським стандартам, потребує подальшого вдосконалення і модифікації згідно з вимогами євроспільноти [5, 6]. Один із шляхів вирішення зазначених проблем – побудова стійких і надійних АСК для енергосистем та їх компонентів використання технології OPC (OLE for process control), що знайшло висвітлення в [7–10].

Постановка задачі

Мета статті – показати можливі переваги від використання сучасних програмних засобів при керуванні енергоблоками на основі запропонованого авторами підходу. У статті також розглядаються можливості підвищення економічної ефективності енергоблока і ефективності керування ним за рахунок використання АСК на базі технологій OPC.

Технологія OPC та її використання

Енергоблок теплової електростанції – це складний багатозв'язний об'єкт керування з розподіленими параметрами, характеристики якого в статичі і динаміці залежать від великої множини факторів, таких, як вид палива, зміни в навантаженні, структура внутрішньої схеми і т.п.

Це викликає невеликі, але постійні і швидкі зміни потужності. Також потрібно відзначити, що керування енергоблоком дуже ускладнюється у випадку, коли використовується тверде паливо, оскільки при цьому він перебуває під постійним впливом випадкових збурень.

Додаткову складність у керування енергоблоками вносить той факт, що протягом доби навантаження істотно змінюється, досить часто різниця між мінімальним і максимальним значеннями навантаження становить 1,5–1,6 рази. У зв'язку з цим до сучасних енергоблоків ставляться підвищені вимоги із забезпечення стійкості в широкому регульовальному діапазоні. Це завдання ускладнюється, якщо енергоблок бере

участь у регулюванні частоти в енергосистемі, вимоги до прийнятності і стійкості у всьому регульовальному діапазоні значно зростають [11]. Під прийнятністю енергоблоків розуміють їх здатність до швидкої зміни навантаження та участі в первинному і вторинному регулюванні частоти в рамках енергосистеми. На сьогодні підвищення ефективності і точності регулювання частоти в енергосистемі є однією з першочергових задач для дослідників, оскільки економіка України несе значні втрати щороку через неможливість участі в енергосистемах Європи. Наприклад, стабілізація частоти струму в ОЕС України з відхиленнями $\pm 0,1$ Гц не дає можливості енергосистемі підключитися для паралельної роботи з Об'єднаною енергосистемою Європи, збільшити експорт електроенергії та залучити кошти для робіт з модернізації енергетичної галузі.

На рис. 1 зображено схему керування енергоблоком при використанні таких скорочень: К – котел, Т – турбіна, Г – генератор, ЕС – енергосистема, Е – енергоблок, АСК – автоматизована система керування.

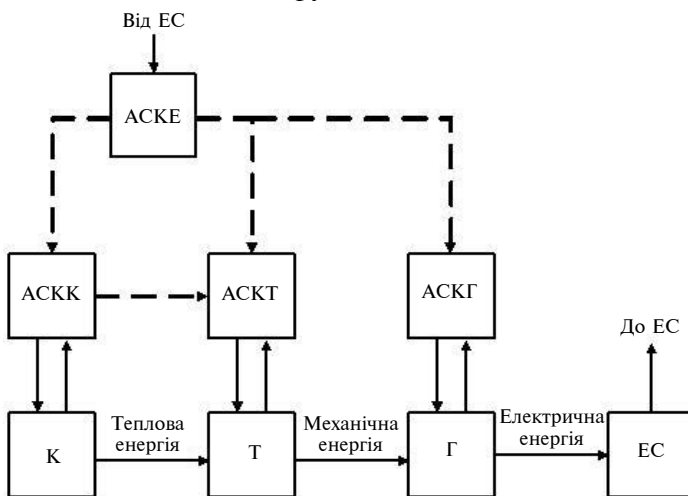


Рис. 1. Схема перетворення енергії і елементи керування енергоблоком

Як бачимо, енергоблок функціонує в рамках енергосистеми і йому притаманна вертикальна і горизонтальна інтеграції в рамках енергосистеми. Крім того, потужний енергоблок як об'єкт керування відрізняється тим, що жоден із засобів, які використовуються для підвищення його стійкості і прийнятності, не може самостійно впоратися з усіма завданнями, що стоять перед системою керування. Тільки одночасне застосування широкого комплексу засобів може забезпечити високу прийнятність енергоблоку та розширити його участь у регулюванні частоти.

Розглянемо переваги, які дає використання технології OPC у розв'язанні задачі побудови АСК енергоблоком теплової електростанції. Типовий енергоблок являє собою складний, багатовимірний і багатозв'язний об'єкт регулювання, яким керує АСК енергоблоку [10]. Крім безпосередньо самих завдань регулювання, на АСК енергоблоку покладені завдання програмного керування, пуску і зупинки, контролю та архівування, завдання забезпечення безпеки і технологічних захистів і блокувань. У даний час пріоритетним напрямком є не побудова нових енергоблоку, а модернізація і продовження терміну експлуатації вже побудованих [7], тому особливої актуальності набувають завдання автоматичної діагностики і пошуку несправностей (англ. troubleshooting). За останні два десятиліття на об'єктах енергетики в нашій країні фактично не проводяться заходи щодо планової модернізації обладнання АСК ТП, тому загальний технічний рівень таких завдань знаходиться на рівні 80-х–початку 90-х років минулого сторіччя. Як правило, АСК ТЕС побудовані за традиційною схемою з використанням багатоконтурних ПІ/ПІД-регуляторів [12]. Таке рішення розраховане на функціонування об'єкта керування в номінальних режимах і мало придатне для функціонування в умовах збурень та швидких змін навантажень. Саме тому для забезпечення задач енергозбереження та енергоефективності функціонування енергоблоку ТЕС і галузі в цілому потрібна модернізація існуючих АСК з використанням сучасних програмних та інформаційних технологій.

Для підвищення ефективності і якості регулювання енергоблоку пропонується технологія OPC. Вона дає можливість одержувати і передавати по уніфікованому протоколу дані від будь-яких пристроїв, які підтримують дану технологію, і будувати універсальну систему обміну даними в рамках обчислювальної мережі. Можливість системи керування енергоблоком мати доступ до всієї необхідної технологічної інформації є дуже привабливою в світлі того, що практично всі сучасні програмні та технічні засоби автоматизації (датчики, ПЛК, SCADA-системи і т.д.) і технологічне обладнання можуть обмінюватися інформацією за допомогою локальних обчислювальних мереж (ЛОМ). Тому або споживач взагалі не несе додаткових витрат на побудову такої системи, або вони невеликі і "не помітні" на фоні загальної вартості. Слід враховувати той факт, що алгоритми, які використовуються при керуванні

енергоблоками в складі ЕС, склалися де-факто півстоліття тому і мало задовольняють вимоги сучасного ринку. Зміні ж алгоритмічного забезпечення подібних систем керування перешкоджає відсутність систем збору інформації в рамках ЕС. Фактично сучасна АСК енергоблока являє собою (або, принаймні, повинна бути такою) інтегральну систему керування, якій притаманна як вертикальна, так і горизонтальна інтеграція в єдину енергосистему, але практична реалізація такої інтеграції в переважній більшості випадків залишає бажати кращого. Технологія OPC, у свою чергу, чудово зарекомендувала себе як засіб інтеграції різномірних систем [13]. Крім того, вона дає можливість більш ефективно вирішувати не тільки технічні, а й економічні завдання керування і до того ж без додаткових витрат на обладнання.

Підсумуємо переваги, які дає використання технології OPC, а саме:

- дає змогу побудувати єдину мережу збору і обробки інформації в рамках вже існуючої локальної обчислювальної мережі без додаткових витрат на обладнання;
- дає можливість більш оперативно і точно обчислювати критерії техніко-економічної ефективності функціонування енергоблока та окремого устаткування;
- за допомогою даної технології можлива більш широка і повна інтеграція АСК енергоблока в енергосистему;
- наявність інтеграції різних систем у рамках енергосистеми теоретично спричиняє підвищення якості регулювання частоти в енергосистемі та економічної ефективності її роботи;
- постійна наявність актуальної технологічної інформації дає змогу за допомогою засобів обчислювальної техніки реалізувати систему автоматичної діагностики і пошуку несправностей технологічного обладнання;
- розширює діапазон доступної АСК енергоблока інформації, яка може бути використана для задач економічного керування, а також для підвищення ефективності останнього;
- спрощує реалізацію завдань технологічного контролю та архівування.

На рис. 2 зображено пропоновану схему інтеграції АСК ТП енергоблока з існуючими інформаційними системами інших енергоблоків та операторів енергоринку. На базі вже існуючих ліній зв'язку за допомогою технології OPC формується єдина віртуальна "шина" даних. У ній збираються дані від усіх учасників процесу вироблення електроенергії, починаючи з прямих виробників і закінчуючи організаціями,

що займаються обліком і контролем відпущеної споживачам електроенергії. При цьому кожному суб'єкту, підключеному до такої системи, будуть доступні всі необхідні йому дані для здійснення ефективного та економічного виконання власних функцій. Участь енергоблока в такій мережі дасть можливість йому мати доступ до оперативних даних інших систем станції та енергосистем, тим самим значно знизити рівень невизначеності зовнішніх параметрів. Це дає змогу керувати енергоблоком з більшою ефективністю і меншими затратами за рахунок розширення можливостей прогнозування зміни навантаження, зменшити знос обладнання і витрату палива. Крім того, наявність подібної системи значною мірою спрощує завдання діагностики і запобігає несправностям.

На жаль, на цьому шляху існують певні перешкоди. В основі найбільш поширеного стандарту OPC – OPC DA (Data Access) – лежить технологія DCOM (Distributed Component Object Model), що визначає як багато переваг стандарту, так і його недоліки. При цьому OPC не має жодних серйозних недоліків, за винятком тих, які притаманні DCOM. Що ж заважає зв'язуватися через ЛОМ/ГОМ (глобальна обчислювальна мережа) при використанні DCOM? Основна причина – це застосування міжмережових екранів, або брандмауерів. Захист забезпечується тим, що весь мережевий обмін відбувається через брандмауер, і, якщо пакети, що йдуть через мережу, здаються йому підозрілими, їх проходження блокується. Технологія DCOM може використовувати різні транспортні протоколи для передачі даних, у тому числі й ті, які придатні для глобальних мереж (наприклад, TCP/IP). Але мережеві екрани настроюються так, щоб істотно обмежити діапазон портів, через які можна вийти в глобальну мережу. Порти, використовувані DCOM, зазвичай потрапляють у список заборонених, а видалення їх із цього списку істотно знижує захист мережі проти зовнішніх атак. Для вирішення цієї проблеми компанія "Microsoft" пропонує використовувати протокол Tunneling TCP, який здійснює передачу даних через порт 80. Цей порт є стандартним портом для протоколу HTTP (Hypertext Transfer Protocol) і тому він, як правило, відкритий. На жаль, це тягне за собою накладення більшої кількості обмежень і не є вирішенням проблеми. Програмні технології Microsoft гарантують успішний доступ через DCOM у двох випадках: або коли комп'ютери знаходяться в одному домені, або коли вони перебувають в одній робочій групі, причому в

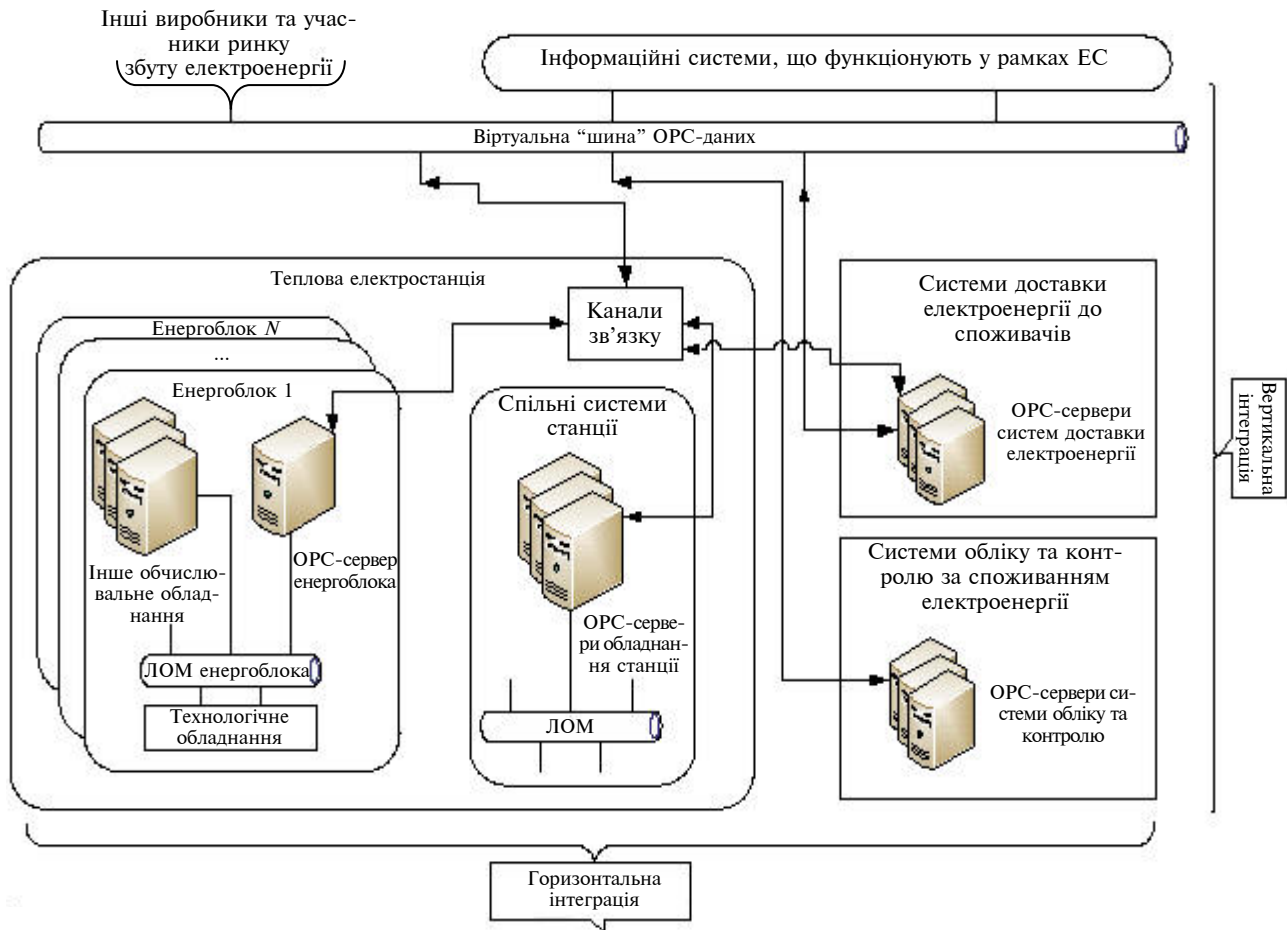


Рис. 2. Схема інтеграції енергоблока в єдину інформаційну систему

останньому випадку на обидва комп'ютери треба зайти з однаковим ім'ям користувача. Якщо зазначені умови не виконано, то, як показує практика, доступ може бути як дозволений, так і заборонений, причому останнє трапляється набагато частіше. Відповідно, використання протоколу Tunneling TCP може дати надійний результат лише в межах одного домену, комп'ютери якого розділені брандмауерами. Підводячи підсумки, слід відзначити, що реальне використання OPC обмежено одним доменом. У рамках нашого об'єкта керування – це, з великою ймовірністю, рівнозначно межах АСК ТП енергоблока.

На сьогодні можна виділити кілька варіантів вирішення проблеми, пов'язаної з DCOM. Найбільш доцільний варіант у даному випадку – використання інших стандартів із сімейства OPC, таких, як OPC UA, OPC XML DA, OPC DX як проміжних ланок у ланцюжку між “джерелом” і “споживачем” інформації. Існують і інші підходи

до вирішення цієї проблеми, такі, як, наприклад, використання нестандартних протоколів передачі даних [8]. Рішення з використанням OPC хоча і буде далеко не найшвидкодійним, зате забезпечуватиме легку масштабованість та розширюваність. Крім того, такий варіант більш-менш застрахований від проблем сумісності з новими протоколами, коли такі з'являться, за допомогою додавання відповідних модулів у систему. Так само подібна система може виконувати роль середовища, в якому виконується координація між окремими системами керування в рамках об'єднаної енергосистеми, або, в більш загальному випадку, між окремими підсистемами регулювання в рамках АСК енергоблока. Варто додатково підкреслити, що інтеграція енергетичних систем таким способом має високу економічну ефективність, оскільки не вимагає додаткових витрат на матеріальну частину забезпечення і використовує вже наявну апаратну базу та лінії зв'язку.

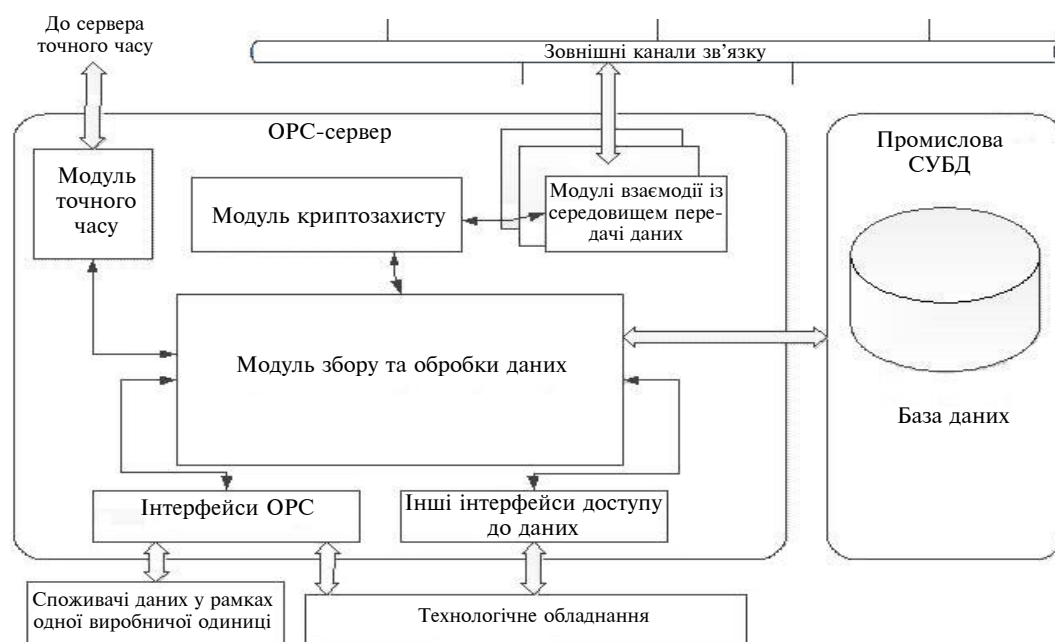


Рис. 3. Типова структура OPC-сервера

На рис. 3 зображено схему типового OPC-сервера, який може служити базовим елементом мережі в запропонованій вище концепції інтеграції.

Такий сервер повинен забезпечувати дві основні функції: збір даних у рамках великої виробничої одиниці і передачу цих даних іншим подібним серверам. Збір даних може здійснюватися як за протоколами OPC (від серверів, наданих виробниками обладнання), так і за специфічними протоколами обладнання або польової "шини". Отримана від технологічного обладнання інформація обробляється і заноситься в базу даних. Для забезпечення необхідної швидкодії передбачається використання сучасних промислових СУБД.

Оскільки сервер функціонує в рамках територіально розподіленої обчислювальної мережі (у загальному випадку – різні технологічні об'єкти можуть бути дуже віддаленими один від одного), то для забезпечення актуальної і валідної інформації повинно бути встановлено з'єднання з сервером точного часу. Безпека з'єднань з іншими серверами і конфіденційність інформації в глобальних обчислювальних мережах досягаються впровадженням модуля шифрування. Як канали передачі даних між такими серверами можна використовувати існуючі канали телефонного зв'язку, інтернет, радіо та супутниковий зв'язок, кабельні мережі тощо в різних комбінаціях. Перед обміном дані проходять "стиснення" (передачі підлягають тільки ті дані, значення яких

змінювалися за поточний період, повідомлення формується так, щоб отримати бітовий масив без "порожніх" місць у ньому), тому такий сервер відносно не вимогливий до пропускної здатності каналу передачі. Передбачається, що сервери з'єднані між собою в однорангову мережу, виділений "майстер" мережі відсутній.

Висновки

Використання OPC-технологій в автоматизації теплоенергетичних об'єктів, зокрема енергоблоків, може принести значну економічну вигоду, підвищити стабільність енергосистеми і зменшити знос устаткування. Економічний ефект буде досягатись за рахунок зменшення кількості маневрів енергоблока при регулюванні частоти, і, як наслідок, приведе до зменшення витрат палива і зносу обладнання [14]. Проте існує ряд проблем, які ускладнюють практичну реалізацію подібного рішення. Величезною проблемою є проблема в питаннях горизонтальної інтеграції (між різними суб'єктами підприємницької діяльності), оскільки передана технологічна інформація має конфіденційний характер і далеко не всі суб'єкти ринку згодні на її передачу кому б то не було.

З вертикальною інтеграцією в цьому плані ситуація простіша, тому що розподіл навантажень здійснює оператор енергосистеми відповідно до існуючих стандартів і має доступ до необхідної інформації. Існує так само проблема

стандартизації, що породжує проблеми як з обміном інформації, так і з якістю виробленої електроенергії та її експортним потенціалом [3, 7]. Тим не менше, застосування подібних рішень може принести значну вигоду навіть у настільки обмежених умовах.

Перспективним напрямком дослідження може стати використання технології OPC в задачах регулювання частоти в рамках енергосистеми та автоматичної діагностики і пошуку несправностей.

В.Г. Трегуб, А.А. Куник

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ OPC В АВТОМАТИЗАЦИИ ЭНЕРГОБЛОКОВ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Рассматривались вопросы применения технологии OPC для повышения эффективности функционирования интегрированных АСУ энергоблоков тепловых электростанций. Проведен анализ энергоблока как технологического объекта управления и предложена концепция создания единой информационной системы энергоблока как части энергосистемы. Предложена также структура типового OPC-сервера, который может быть использован в рамках описанной концепции.

V.G. Tregub, A.O. Kuniyk

USING THE OPC TECHNOLOGY IN THE AUTOMATION OF THERMAL POWER STATION UNITS

The paper deals with implementing the OPC technology to increase the operation efficiency of the integrated ACS thermal power station units. We analyze the power generating unit as a technological control object. Specifically, we elaborate the concept of developing the integrated information system of the power generating unit as a part of the grid. We also propose the structure of the typical OPC server which can be used within this concept.

1. Корчевий Ю.П., Півняк Г.Г. Новітні технології використання вугілля в енергетиці // Вісн. НАН України. – 2006. – № 2. – С. 51–58.
2. Воронцов И. Перспективы экспорта украинской электроэнергии // Энергобизнес. – 2010. – № 40. – С. 23–25.
3. Ковецкий В.М. Оценка маневренных возможностей электрогенерирующих установок для обеспечения качества электроэнергии // Пробл. загальної енергетики. – 2007. – № 16. – С. 47–53.
4. Ленчевський Є.А. Дослідження методів з удосконалення систем управління об'єднаними енергосистемами // Там же. – № 15. – С. 56–61.
5. Концепція адаптації законодавства України до законодавства Європейського Союзу, затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 16 серпня 1999 р. №1496.
6. Програма інтеграції України до Європейського Союзу, схвалена Указом Президента України від 14 вересня 2000 року № 1072/2000 (8.3 “Енергетика”. Розділ 8. “Секторальна політика”).
7. Гінайло А.В. Стандарти для створення інтегрованих систем управління електроенергетичними компаніями // Енергетика та електрифікація. – 2007. – № 3. – С. 3–10.
8. Баталин Г., Васютинский В. Создание распределенных систем сбора данных на основе стандарта OPC // Современные технологии автоматизации. – 2005. – № 2. – С. 84–88.
9. Бобков В.Б., Куник А.А. Web-базируемый доступ к технологической информации на базе OPC с использованием ISAPI-расширений // Автоматизация & IT в энергетике. – 2009. – № 4. – С. 20–24.
10. Колесников А.А., Веселов Г.Е., Попов А.Н. и др. Синергетические методы управления сложными системами: энергетические системы / Под ред. А.А. Колесникова. – М.: Едиториал УРСС, 2005. – 224 с.
11. Дуэль М.А. Автоматизированные системы управления энергоблоками с использованием средств вычислительной техники. – М.: Энергоиздат, 1983. – 208 с.
12. Flynn D. Thermal power plant simulation and control. – London: The Institution of Electrical Engineers, 2003. – 452 p.
13. Куцевич И.В., Григорьев А.Б. Стандарт OPC-путь к интеграции разнородных систем // Мир компьютерной автоматизации. – 2001. – № 1. – С. 12–18.
14. Дрьомін В.П. Аналіз витрат палива блоками ТЕС і можливостей їх економії при регулюванні електроспоживання // Пробл. загальної енергетики. – 2007. – № 17. – С. 73–77.

Рекомендована Радою
теплоенергетичного факультету
НТУУ “КПІ”

Надійшла до редакції
2 листопада 2010 року