

УДК 621.311.016

А. Г. КІГЕЛЬ

Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет»
anatoliy.kigel@gmail.com

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ОБ'ЄКТАМИ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КОМПАНІЙ ТА СИСТЕМ

Для інтегральної системи керування електроенергетичними об'єктами систем електропостачання або електроенергетичних компаній розглянуті умови функціонування, за яких забезпечується вискоелективне автоматичне диспетчерське керування.

Електроенергетика, інтегральна система автоматичного керування, обладнання енергетичних компаній та систем.

Забезпечення надійного та ефективного функціонування електроенергетичного комплексу України за умов незбалансованості структури генеруючих потужностей, застарілості та недосконалої обладнання, у тому числі в контурі оперативного керування, недостатності рівня спостережуваності та керованості режимами окремих об'єктів, компаній та електроенергетичних систем в цілому можливе тільки за рахунок впровадження комплексу сучасних засобів моніторингу, оцінювання стану, аналізу та оптимізації їх режимів. Оцінювання стану електроенергетичного комплексу є базовою задачею оперативного диспетчерського керування. З переходом на ринкові відносини змінилися функції диспетчерського керування. Ці зміни відносяться до прямих обов'язків диспетчерського керування. Якщо до переходу на ринкові відносини основним завданням диспетчерського керування було забезпечення технічного управління енергетичними об'єктами, а питання економічного обґрунтування керуючих дій не завжди вирішувалося на необхідному рівні, то в ринкових умовах питання економічних чинників набувають необхідного рівня. Вказані вимоги до систем управління зазвичай формуються у вигляді показників результатів роботи, тобто в вигляді кількісних та якісних вимірів, що пов'язані з виробництвом, передачею та споживанням електричної енергії. Іноді вказані показники задаються як фіксовані, але частіше доводиться їх досягати в процесі рішення задачі знаходження доцільного режиму управління (в деяких випадках говорять про оптимальний режим). Ці завдання в теперішній час вирішуються діючими системами управління, в тому числі автоматизованими та диспетчерськими. Такі системи управління побудовані на технологічній моделі об'єкта електроенергетики: технічному моніторингу, оцінці технічної спостережливості та реалізації технічної керованості [1,2]. В теперішній час ринкових відносин такі системи управління не повністю задовольняють вимоги виробництва через те, що в них закладені здебільшого технічні показники і недостатньо приділено уваги питанням економіки, енергозбереження та раціонального використання енергетичних ресурсів. Тому в подальшому увага буде привернута до такого класу завдань, які забезпечують не тільки технічно можливе виконання заходу, але й забезпечення найвищої ефективності в так званій порівняльній ефективності капіталовкладень та витрат на експлуатацію. В роботі запропоновано до перерахованих технічних показників додати економічні показники з послідовним їх об'єднанням, щоб в цілому створити інтегральну модель електроенергетичного об'єкта, розробити оцінку інтегральної спостережливості та шлях реалізації інтегральної керованості окремого електроенергетичного об'єкта або системи в цілому [2,3]. В цьому сенсі особливого значення набуває оптимальне управління (планування), як спосіб отримання оптимального плану (найкращого в заданому сенсі) з безліч необхідних і достатніх розпоряджень, якими встановлюються складові та терміни зміни параметрів і характеристик системи, які визначають в головних рисах оптимальну поведінку системи в цілому. Тобто для отримання оптимального плану застосовується по варіантний метод. В такому разі до технічного керування (технологічна модель – технічний моніторинг - оцінка технічної спостережуваності - реалізація технічної керованості) додається економічна складова (комерційна модель об'єкта – комерційний моніторинг – оцінка комерційної спостережуваності – реалізація комерційної керованості) і система управління перетворюється в інтегральну систему управління електроенергетичним об'єктом (система електропостачання чи електроенергетична система) [1].

Великий обсяг задач, що вирішуються з метою управління електроенергетичними комплексами, а також структура самого об'єкту управління диктують необхідність створення ієрархічної інтегральної системи диспетчерського керування, що відповідає структурі електроенергетичної галузі країни. При цьому на кожному ієрархічному рівні мають бути забезпечені функціонування і взаємодія інформаційно-технологічних систем [1,3]: 1) оперативного контролю і управління режимом; 2) оперативного аналізу і планування режиму; 3) довгострокового і короткострокового планування режиму; 4) контролю і обліку електроспоживання (АСКУЕ); 5) автоматичного управління.

Основою побудови єдиної ієрархічної системи керування є створення єдиних інформаційного простору і масштабованої відкритої архітектури, а також використання єдиних інформаційної технології і системи стандартних інтерфейсів. Визначальні критерії якості цієї системи мають бути:

- інформативність (інформаційна ефективність);
- оперативність надання даних про поточний режим диспетчерському персоналу;
- інформаційна надійність і живучість системи.

Характеристики реакції інтегральної системи повинні розглядатися в двох аспектах: реакції інформаційного тракту в цілому (часу затримки отримання користувачем інформації про поточний режим) та реакції людино-машинного інтерфейсу, пов'язаного із затримкою виконання запиту на доступ до набору певних даних.

Отже, завдання побудови ефективної інтегральної ієрархічної системи диспетчерського управління полягає у визначенні: 1) числа рівнів управління; 2) структури вертикальних і горизонтальних зв'язків між рівнями і елементами рівнів управління; 3) оптимального розподілу завдань по рівнях управління; 4) інформаційно-технічних засобів, що забезпечують ефективність роботи інтегральної ієрархічної системи керування (надійність, живучість, вартісну ефективність тощо).

В випадку розв'язання вказаних задач формується інформаційна модель плинного або ретроспективного сталого режиму. Згодом на основі цієї моделі вирішуються інші задачі, до яких відносяться імітаційне моделювання, перевірка стійкості вузлів навантаження тощо [2,3]. Очевидно, що від якості результатів оцінювання суттєво залежить ефективність усіх перелічених задач, що забезпечують оптимальне управління електроенергетичними об'єктами. Оцінювання стану електроенергетичної компанії або системи є базовою задачею комплексу оперативно-диспетчерського управління. В результаті її розв'язання формується інформаційна модель поточного або ретроспективного сталого режиму. Згодом на основі цієї моделі вирішуються інші завдання, зокрема, імітаційного моделювання, перевірки стійкості, надійності і оптимізації. Очевидно, від якості результатів оцінювання істотно залежить і ефективність рішення усіх перерахованих завдань, що забезпечують оперативно-диспетчерське управління.

Інтерес до задач оцінювання стану раніше проявлявся, в основному, на рівні об'єднаних диспетчерських управлінь високих рівнів. Останнім часом очевидна тенденція зростання заінтересованості в розв'язанні цієї задачі і для нижчих рівнів диспетчерського управління - в системах електропостачання акціонерних товариств, обласних (регіональних) енергетичних компаній (обленерго).

Кожен рівень має певну специфіку і, незважаючи на спільність методичних підходів, врахування особливостей об'єктів впровадження інтегральної системи управління електроенергетичними об'єктами дозволяє істотно поліпшити якість диспетчерських рішення в задачах оцінювання стану та прийняті оптимальних (або близьких до них) рішень. Якщо для високих рівнів об'єднаних енергосистем характерні вимірювання активних і реактивних потужностей, а також напруг, то для нижчих рівнів характерним є вимір струмів, причому як в лініях електропередачі і трансформаторах, так і навантаженнях споживачів [2].

Для задач оцінювання стану об'єкта вимір струмів є менш інформативні, ніж потужностей, оскільки в загальному випадку вони не характеризують ні напрям передачі енергії (потужності), ні співвідношення між активною і реактивною складовими. У якійсь мірі гострота проблеми може бути понижена за рахунок залучення додаткової інформації, що отримується в результаті контрольних вимірів, що епізодично проводяться. Як показують результати досліджень, для переважної більшості споживачів співвідношення активних і реактивних потужностей навантаження низьковольтних мереж є стабільними величинами для певних періодів доби, тижня та сезону. Ці обставини для задач оцінювання можуть розглядатися в якості псевдовимірів. Їх величини можуть визначатися або на основі експертних оцінок, або на основі інформації з базових режимів (контрольних замірів в режимні дні). У зв'язку з бурхливим прогресом в області інформаційних технологій в останній час з'явилася можливість прямих замірів різниць фаз напруги ланцюга. Потрібно відмітити, що виміри різниць фаз напруги цікаві тим, що при певних допущеннях вони можуть характеризувати запаси по статичній стійкості вузлів навантаження. Можна чекати, що використання вимірів цих величин буде корисне і при розв'язанні задач оцінювання стану. Крім того, наявність додаткових вимірів в системі забезпечує підняття рівня спостережуваності і робить більш надійнішою якість вимірів.

Розробка вітчизняного інтегрованого програмного комплексу для розв'язання технологічних і економічних завдань оперативного диспетчерського керування дозволяє вирішити цілий комплекс оперативних завдань адаптування та впровадження апаратних засобів моніторингу та програмних комплексів оцінювання стану електричної мережі та розрахунків усталених і оптимальних режимів роботи систем електропостачання та енергетичних компаній (системи).

У складі комплексу інтегральної системи управління енергетичними об'єктами на єдиній інформаційній базі з уніфікованим графічним і табличним інтерфейсом реалізовано розв'язання наступних задач: формування розрахункової схеми; оцінювання стану; побудови моделі режиму на розширеній схемі, яка включає в себе не спостережувані фрагменти; розрахунку усталених за частотою режимів; оптимізації режимів за активною потужністю у відповідності з критеріями, які прийняті на оптовому ринку електроенергії; оптимізації режимів за реактивною потужністю[3].

У комплексі широко використовуються можливості роботи з графічними зображеннями одночасно на декількох рівнях: електроенергетична система - енергетична компанія - магістральні та розподільні електричні мережі - район електричних мереж - системи електропостачання споживачів з окремими електроенергетичними об'єктами.

Ієрархічний інтегральний оперативно-керуючий комплекс автоматизованої системи диспетчерського управління дає змогу розв'язувати задачі оперативного розрахунку і оптимізації поточних режимів, у тому числі в умовах неповноти та невисокої точності вихідної інформації; у процесі оцінювання поточного режиму виключати аномальні виміри і доповнювати відсутні дані за рахунок введення псевдовимірів [3]. За рахунок організації міжмашинного міжрівневого обміну інформацією і розширення однорівневого зв'язку між керуючою системою та керованим об'єктом, впровадження процедури верифікації параметрів розрахункових

схем за інтегральної системи управління забезпечує визначення та автоматичне вилучення помилкових даних як в топології, так і за параметрами.

Важливою особливістю запропонованої інтегральної оперативного-керуючої автоматизованої системи диспетчерського керування дає змогу застосовувати інформаційні технології в електричних системах та мережах. Доцільність такого рішення полягає в тому, що в теперішній час для забезпечення спостережуваності електричних мереж має місце оснащення їх цифровими улаштуваннями релейного захисту та автоматики (РЗА), автоматизованими системами комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ) та автоматизованими системами управління енергетичними об'єктами (АСУТП), системами діагностики тощо. Все це зумовлює значне зростання обсягів інформації, передачу її по інформаційним мережам та обробку. Значне зростання обсягів інформації та необхідність прийняття по ним відповідальних рішень суттєво впливають не тільки на технологічні процеси передачі, розподілу та використання електричної енергії, а й техніко – економічні показники діяльності виробничих комплексів. Тому зростають вимоги до достовірності інформації та її зберігання. Ефективним засобом вирішення вказаних проблем є впровадження комп'ютерних технологій, в тому числі інформаційних технологій. Інформаційні технології в практиці експлуатації електричних мереж та інших електроенергетичних об'єктів - це автоматизація процесу збору, обробки та відображення інформації, що використовується експлуатаційними підрозділами для безпосередньої роботи по управлінню функціонуванням електромережних підрозділів та підприємств. Інформаційні технології успішно застосовують також при проектуванні і управлінні розвитком об'єктів електроенергетики.

Подальше вдосконалення засобів обчислювальної техніки у напрямі створення локальних, а потім і корпоративних мереж, вдосконалення програмного забезпечення та інструментальних засобів значно розширили обсяг завдань, які вирішуються за допомогою інформаційних технологій у сфері управління і експлуатації електричних мереж. В цьому випадку диспетчери та інший персонал електричних мереж підприємств та компаній мають можливість наочно в темпі процесу отримувати інформацію про стан та параметри режиму електроенергетичної системи та електроенергетичних об'єктів на екранах персональних комп'ютерів, оперативно стежити за зміною ситуації, оновлювати інформацію і зберігати її у відповідних базах даних (БД).

Обмін інформацією, що відбувається в темпі процесу, між різними підрозділами підприємств електричних мереж, а також між різними ієрархічними рівнями управління дозволяє підвищити не лише ефективність управління, але і надійність і якість функціонування електричних мереж систем електропостачання та електроенергетичних систем. Цей факт означає початок зміни технології експлуатації електричних мереж і електромережних об'єктів, виведення її на сучасний рівень, відповідний міжнародним стандартам, який допоможе прискорити інтегруватися до європейського союзу. Зрештою, це дає можливість побудувати інтегровану АСУТП електричними мережами, що функціонує в єдиному інформаційному просторі електроенергетичної галузі.

Інтегрована АСУТП електричними мережами споживачів, електроенергетичних компаній або систем, яка побудована з урахуванням останніх досягнень в області інформаційних технологій, покликана вирішувати електроенергетичні задачі на якісно новому, більш вищому та ефективному рівні. Це, передусім, дозволить різними користувачам виконання багатьох завдань одночасно, використовуючи розосереджене середовище обробки даних і можливості сучасних операційних систем обробляти великий обсяг інформації, що надходить різними потоками. Застосування сучасної архітектури "клієнт-сервер" сприяє значній економії обчислювальних ресурсів і підвищенню швидкості обробки інформації, яка використовується для управління функціонуванням енергетичних об'єктів.

Особливістю електроенергетики є розташування об'єктів на значній території, а для деяких з них (наприклад, лінії електропередачі) – на значних відстанях. Тому при управлінні такими об'єктами важливим є отримання інформації не тільки про події на об'єкті, а й визначення місця, де ці події сталися (наприклад, обрив проводу на ЛЕП). Для вирішення таких задач пропонується використовувати геоінформаційні системи (технології). Їх можливо досить успішно використовувати і в інтегрованих АСУТП об'єктів для вирішення завдань, пов'язаних з експлуатацією ЛЕП, підстанцій, в роботі виробничих та технічних служб, в оперативного-диспетчерській службі, службі контролю за електроспоживанням тощо.

Застосування геоінформаційних технологій в управлінні експлуатацією ЛЕП, підстанцій та інших електроенергетичних об'єктів дозволяє оперативно реагувати на зміну технічного стану обладнання, режимів роботи, використовуючи інформацію, що поступає від систем моніторингу, вимірювання, РЗА та безпосередньо від персоналу. Геоінформаційні системи дозволять наочно в автоматичному режимі з прив'язкою до місцевості для відповідних служб:

- проводити процеси збору, обробки і оперативного отримання необхідної технічної, технологічної та експлуатаційної інформації; контролювати технічний стан електромережних об'єктів і мережі в цілому;
- встановлювати терміни ремонтів і профілактичних оглядів в залежності від результатів діагностики стану устаткування з розрахунком необхідних витрат у відповідності до діючих нормативних документів;
- отримувати різноманітні схеми і креслення об'єктів з відображенням їх паспортів і сучасного стану;
- проводити інвентаризаційні роботи по обладнанню у межах окремих об'єктів і системи в цілому;
- встановлювати і контролювати склад користувачів з визначенням їх просторового розташування, автоматизувати їх облік;
- моделювати різноманітні технологічні ситуації, у тому числі аварійні та визначати послідовність і час їх усунення тощо.

За результатами досліджень можливо запропонувати наступну модель системи управління електричною мережею з використанням геоінформаційних систем. В конкретній енергопостачальній компанії на базі прийнятої для АСУТП електричної мережі операційної платформи і системи управління БД приймається середовище роботи геоінформаційної системи. Далі на основі наявної картографічної інформації вибираються карти з нанесенням на них об'єктів електричної мережі в необхідних масштабах і заповнюється БД по цих об'єктах.

Для підсистеми АСУТП електричними мережами, що відповідає за задачі виробничо-технічного управління, на першому етапі впровадження геоінформаційних систем вирішуються питання, пов'язані з експлуатації ЛЕП і підстанцій в повному обсязі. При цьому геоінформаційні системи передаються завдання виробничо-технічної служби, включаючи завдання по видачі технічних умов на приєднання споживачів до мереж компаній, про умови проходження максимуму навантаження, про умови компенсації реактивних потужностей тощо. На цьому етапі вирішуються також питання взаємодії цієї підсистеми з іншими підсистемами АСУТП енергетичними об'єктами, ув'язка структури БД (як графічної, так і інконвенціональної), питання роботи в обчислювальній мережі (локальної чи корпоративної). Потім розробляються правила ведення графічної та інконвенціональної БД, ведення і супроводи даних, їх оновлення і зберігання. На цьому ж етапі вирішуються питання зв'язку та обміну інформацією з іншими ієрархічними рівнями управління і обміну інформацією (при необхідності) з іншими підприємствами електричних мереж (включаючи магістральні мережі), вирішуються питання взаємодії з аналогічними системами інших підрозділів підприємства (наприклад, відділу головного механіка, бухгалтерії, відділу техніки безпеки тощо).

Наявність відповідних БД дозволить з урахуванням мережі телекомунікації отримувати інформацію для будь-якого ієрархічного рівня управління про будь-який об'єкт управління з точною прив'язкою його до географічних координат, а також отримувати інформацію про стан об'єктів, що належать іншим підрозділам виробничої діяльності. При цьому проектні рішення будуть оперативно відображатися в БД експлуатуючих організацій, які, у свою чергу, зможуть видавати завдання на проектування на загальній картографічній основі з достовірною технологічною інформацією.

Для вищих ієрархічних рівнів управління (наприклад, для диспетчерських управлінь НЕК України) застосування геоінформаційних технологій дозволить отримати оперативну інформацію про стан об'єктів електричних мереж на більших масштабах, у розмірі регіонів, що цікавлять, або для усієї України. Інформація для цих рівнів може бути отримана по інформаційним мережам від підприємств нижчих ієрархічних рівнів управління, що використовують геоінформаційні системи. Особливо наочно проявляються переваги геотехнологій при їх застосуванні для відображення інформації про масові аварії в мережах, розташуванні аварійних запасів, шляхів їх доставки і тому подібне

Висновки. Впровадження інтегрального багаторівневого диспетчерського управління піднімає на якісно новий рівень розв'язання задач оптимізації та підвищення ефективності роботи електроенергетичного комплексу країни. Вказана система забезпечує підвищення рівня технологічного планування режимів. Така система служить істотним внеском до вирішення проблеми забезпечення відповідності енергетичного комплексу України вимогам енергетичного об'єднання європейських країн УСТЕ щодо забезпечення керованості режимів електричних мереж.

ЛІТЕРАТУРА

1. Оценка состояния в электроэнергетике / [Гамм А.З., Герасимов Л.Н., Голуб И.И., Гришин Ю.А., Колосок И.Н.] – М.:Наука,1983. – 302 с.
2. Яндульский А.С. Синтез системы управления промышленной электрической подстанцией / А.С. Яндульский, А.В.Гинайло, М.В. Мартинюк // Электрические сети и системы. – 2004. – №3. – С. 9-16.
3. Арзамасцев Д.А. Модели и методы оптимизации развития энергосистем / Д.А.Арзамасцев, А.В.Липес, А.Л. Мызин. – Свердловск: изд. УПИ им. С.М.Кирова, 1986. – 236 с.

Надійшла до редколегії 12.03.2011

Рецензент: Ю.Л.Сасенко

А. Г. КИГЕЛЬ
Государственное высшее учебное заведение
«Национальный горный университет»

A. KIGEL
State Institution of Higher Education
«National Mining University»

Пути повышения эффективности автоматизированного управления объектами энергетических компаний и систем. Для интегральной системы управления электроэнергетическими объектами систем электроснабжения или электроэнергетических компаний рассмотрены условия функционирования, при которых обеспечивается высокоэффективное автоматическое диспетчерское управление.
Электроэнергетика, интегральная система автоматического управления, оборудования энергетических компаний и систем.

Ways to Increase the Efficiency of the Automated Management of Power Companies and Systems Objects. In the article complex approach to the problem of parameters optimization of the frequency-guided asynchronous drive with a vector control at nonlinear character of loading and initial object instability the use of methods of polynomial equations and diagrams of control quality is realized.
Electroenergy, integral system of automatic control, equipment of power companies and systems.