

ОСОБЛИВОСТІ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИМИ ОБ'ЄКТАМИ В РИНКОВИХ УМОВАХ

У більшості галузей виробництва електрична енергія знайшла широке використання практично у всіх напрямках діяльності. Це обумовлює суттєвий вплив процесів виробництва, передачі, розподілу та споживання в електричній енергетичній на виробничі та економічні показники виробничої діяльності споживачів. Постійне зростання тарифів на електричну енергію зумовлюють зростаючий негативний вплив на техніко-економічні результати роботи підприємств. Численні дослідження різних авторів показують, що ефективність функціонування електроенергетичного комплексу забезпечується відповідним електроенергетичним обладнанням та системами керування ним [1 – 4]. Як відомо, виробництву електричної енергії притаманні ті самі процедури і техніко – економічні показники, що й виробництву в будь-якій іншій галузі господарства (технологія, обсяги виробництва, витрати, доход тощо). Однак електроенергетична галузь має ряд відмінностей, що зумовлюють не тільки особливості виробництва, передачі та споживання, а й особливості керування вказаними процесами [1, 3]. Це зумовлено тим, що отримувати електричну енергію в промислових обсягах можливо тільки від генераторів електростанцій, в яких використовуються сучасні технології виробництва електричної енергії високої якості та закладені високі економічні показники. Екологічні проблеми та місце знаходження первинних енергоресурсів зумовили те, що електростанції розташовані на значній відстані від споживачів. Це призвело до потреби передавати значну кількість електричної енергії на значній відстані від джерел живлення до споживачів. Крім того, суттєвою відмінністю електричної енергії, як продукту виробництва електростанцій, від продукції інших виробників, є те що її неможливо накопичувати з метою подальшої реалізації. Ця обставина зумовлює практично одночасність процесів виробництва і споживання електричної енергії. А це можливо у тому разі, якщо джерело енергії і споживач з'єднані між собою. Це досягається тільки за рахунок електричних мереж. Результатом такого об'єднання джерел електричної енергії (працюючих генераторів) і споживачів є взаємний вплив на протікання процесів вироблення та споживання електричної енергії. Здебільшого такий вплив найчастіше має негативні наслідки, що проявляються в погіршенні технічних та економічних показників в роботі електричного обладнання мереж і споживачів [1, 4].

Вимоги до надійності електропостачання та якості електричної енергії зумовлюють доцільність (необхідність) об'єднання працюючих генераторів, підвищувальних та знижувальних трансформаторних підстанцій, магістральних і розподільних ЛЕП та споживачів, що утворюють, як відомо, електроенергетичну систему. Внаслідок цього створюється система об'єктів, які взаємозв'язані загальними цілями та режимами роботи, які характерні для цієї сукупності. Тому можливо стверджувати, що електрична система (або її частина – система електропостачання) це об'єднання електроенергетичних об'єктів, що створюють єдине ціле з деяким заздалегідь прийнятим наміром. Ці об'єкти, з одного боку, мають свої властивості та характеристики, а з іншого боку – їх поведінка визначеним чином підпорядкована спільній меті. Причому кожен із зазначених об'єктів підпорядкований відносно до системи в цілому. В свою чергу окремий об'єкт або деяку їх сукупність (тобто частину системи) у задачах більш низького рівня можливо знов подати у вигляді системи, що створюється іншою сукупністю об'єктів. З цих положень випливає, що такі об'єкти є, в певній мірі, самостійними адміністративно-господарськими одиницями в ієрархічній (багатоступеневій) системі керування енергетикою. Це добре ілюструється такими ступенями ієрархії: електроенергетична система – енергетична компанія (обленерго) – район електричних мереж – система електропостачання акціонерного товариства (шахти, гірничо-збагачувального комбінату).

З точки зору керування, система електропостачання як частина електроенергетичної системи являє собою створену людиною сукупність об'єктів, які взаємозв'язані деякими загальними цілями і режимами роботи, характерними для цієї сукупності. Можна також визначити, що система електропостачання споживачів – це об'єднання об'єктів, утворюючих зв'язне ціле в деякому заздалегідь прийнятому сенсі. Одним із важливих наслідків об'єднання зазначених об'єктів в систему є поява таких властивостей, яких немає в утворюючих її об'єктах. При побудові систем керування важливою характеристикою є її структура, за якої вона забезпечувала б не тільки технічне, а й економічне (комерційне) керування, що в сукупності створюють інтегральну систему керування. За наведених умов вимоги до системи формулюються у вигляді показників результату її роботи, тобто у вигляді кількісних та якісних вимірів, що пов'язані з виробництвом, передачею та споживанням електричної енергії. Іноді ці показники задаються як фіксовані, але найчастіше доводиться їх отримувати в процесі знаходження доцільного режиму керування (в деяких випадках говорять про оптимальний режим). Ці завдання зараз вирішуються діючими системами

керування, в тому числі автоматизованими та диспетчерськими. Такі системи керування побудовані на технологічній моделі об'єкта електроенергетики: технічному моніторингу, оцінці технічної спостережливості та реалізації технічної керованості (рис. 1). У теперішній час ринкових відносин такі системи керування не сповна відповідають вимогам виробництва, тому що у них закладені здебільшого технічні показники і недостатньо приділено уваги питанням економіки, енергозбереження та раціонального використання енергетичних ресурсів. Отже, у подальшому увага буде привернута до такого класу завдань, які забезпечать не тільки технічно можливе виконання заходу, але й створять найвищу ефективність відносно капіталовкладень та витрат на експлуатацію [1, 4]. За результатами дослідів запропоновано до перелічених технічних показників додати ще економічні або техніко-економічні показники: величину та вартість втрат електричної енергії, збитки через неякісні показники енергії, стан ізоляції та показники її старіння тощо. У цьому випадку створюється економічна (комерційна) модель об'єкта, яка з економічним (комерційним) моніторингом та оцінкою економічної (комерційної) спостережуваності забезпечує реалізацію економічної (комерційної) керованості енергетичними об'єктами (рис. 2).



Рис 1. Технічна керованість об'єкта



Рис 2. Комерційна керованість об'єкта

Наступне об'єднання зазначених систем створює інтегральну модель електроенергетичного об'єкта, яка разом з розробленою оцінкою інтегральної спостережуваності приводить до реалізації інтегральної керованості окремого електроенергетичного об'єкта або системи в цілому (рис. 3). У цьому сенсі особливого значення набуває оптимальне керування (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, що визначають головним чином оптимальну поведінку системи в цілому. Розв'язання перелічених завдань реалізується в процесі диспетчерського керування енергетичними об'єктами. В системі керування електроенергетичним комплексом гірничого підприємства диспетчерське керування являє собою самостійну особливо важливу підсистему. У споживачів диспетчерська служба являє собою підрозділ відділу головного енергетика або інших підрозділів керування.



Рис 3. Інтегральна керованість об'єкта

Створення та впровадження інтегральної керованості енергетичними об'єктами зумовлює необхідність розглянути її сумісність з діючими системами керування, тобто розглянути всі проблеми її подальшої інтеграції в автоматизовану систему диспетчерського керування.

В основу керування будь-якими об'єктами електроенергетики покладені принципи кібернетики [1, 2]. У свою чергу, в основі кібернетики лежить поняття про інформацію, як універсальний засіб керування будь-якими системами, тому часто можна зустріти визначення кібернетики як науки про загальні закони отримання, зберігання, передачі та перетворення інформації в складних системах керування. Відзначимо, що під інформацією про систему розуміють відомості (знання) спостерігача про цю систему і середовище її функціонування. Це загальне визначення стосовно АСУ можливо подати у більш повному вигляді: інформація – це відомості про керовану систему і навколишнє середовище, що взаємодіє з нею, отримуваних системою, яка може використовувати ці відомості для цілей керування. При цьому кібернетичне тлумачення керування укладається в таку схему руху і перетворення інформації (незалежно від природи системи): збір інформації про стан керованої системи і дію на неї навколишнього середовища; передача її (інформації) від керованої системи до керуючої; перетворення інформації в системі, що керує, в деяку сукупність команд; передача цих команд в керовану систему, яка під їх дією змінює свою поведінку.

Результати досліджень виявили, що електроенергетична галузь у міру розвитку стає все більш складною. Тому, останнім часом, ефективне керування не тільки всією галуззю, але й окремими її ділянками виявилось неможливим без застосування автоматизованих систем керування (управління) (АСУ). Застосування положень кібернетики підняло проблему керування електроенергетикою на якісно вищий рівень, який характеризується сумісним використанням найважливіших розділів теорії інформації, теорії великих динамічних систем, теорії алгоритмів, а також основних знарядь – обчислювальної техніки та автоматики. Тому при побудові алгоритмів керування виконується з використанням самих різних розділів математики: методів математичного програмування, методів оптимізації, теорії ймовірності, теорії ігор та ін. За результатами досліджень для запропонованої системи встановлюємо наступні властивості: цілісність - всі частини системи служать загальній меті і повинні розглядатися як єдині, між параметрами існує велика кількість різних зв'язків, які можуть перевищувати кількість самих параметрів, і при цьому зміна одного якого-небудь параметра, як правило, позначається на стані багатьох інших, наявність у системи властивостей, яких немає у її складових; динамічність, помітні спостерігачеві істотні для даного завдання зміни значень та складу параметрів і характеристик системи на досяжному інтервалі часу.

Досліди виявили, що запропонована система керування характеризується основною сукупністю властивостей. До цієї сукупності відносять наступні властивості (окрім загальновідомих головних властивостей складних систем): керованість і наявність керуючої підсистеми, що забезпечує цілеспрямовану поведінку керованої системи; множина можливих станів залежно від керуючих дій; наявність прямих і зворотних зв'язків з навколишнім середовищем; наявність потоків інформації як усередині системи, так і між нею і зовнішнім середовищем (тобто спостережуваність системи); подвійність системи, тобто наявність у неї як детермінованих, так і ймовірнісних властивостей; здатність системи підвищувати якість свого функціонування, не зважаючи на перешкоди від навколишнього середовища.

Досягнення потрібних якостей в запропонованій системі керування реалізується за допомогою методології системного підходу до керування електроенергетичними об'єктами. У цьому відношенні важливою характеристикою керування в енергетиці є системний підхід. Поняття про системний підхід є одним з головних в теорії автоматизованих систем керування енергетичними об'єктами [1]. Системний пі-

дхід – це спосіб наукового дослідження складних систем. Він складається із сукупності принципів. В основі керування повинні лежати чітко сформульовані цілі. Керована система повинна розглядатися саме як система у всій своїй єдності, а не як проста сукупність елементів. При формуванні системи керування повинні бути враховані основні властивості керованої системи і навколишнього середовища. Під основними властивостями розуміються такі, які помітно впливають на поведінку системи.

У процесі досліджень було виявлено, що керування енергетичним обладнанням та системами електропостачання з позицій теорії керування відноситься до класу інформаційних, оскільки воно пов'язано з процесами збору, передачі, зберігання та переробки інформації, яка так або інакше характеризує роботу енергетичних комплексів в цілому або окремих її частин (вузлів навантаження чи систем електропостачання споживачів у цілому).

Як бачимо, що керування кібернетичними електроенергетичними об'єктами тільки на базі поточної інформації про стан об'єкту керування не є достатнім та ефективним. У більшості випадків оптимальне керування пов'язане з прогнозуванням можливих станів об'єкта і зовнішніх дій, тобто вимагає як би програвання найбільш вірогідних шляхів динамічного руху керованої системи й ухвалення рішень з урахуванням можливих наслідків. Таке керування пов'язане з накопиченням величезного обсягу інформації для виконання прогнозу. Ухвалення рішень диспетчером тільки на базі поточної інформації про стан енергосистеми і її елементів виявляється далеко не оптимальним. Наприклад, якщо на базі поточної інформації виявиться проблема про доцільність або недоцільність відключення одного з двох працюючих трансформаторів на підстанціях з метою зниження втрат електричної енергії. Приймати рішення потрібно на підставі не тільки технічних, а й економічних показників, що будуть відображати наслідки вказаних дій. Керування енергетичною системою або окремими її об'єктами підпорядковане головній ідеї: прогнозуванню зовнішніх збурень і умов роботи енергетичних об'єктів, плануванню режимів і їх оперативному корегуванню.

Ринкові відносини зумовили появу енергетичних компаній, що змінило структуру електроенергетичної галузі. Зміна структури енергетичної галузі та перехід на інший рівень функціонування призвели до появи нових і загострення існуючих проблем транспортування та розподілу електроенергії. Така ситуація склалася в результаті морального і фізичного старіння обладнання об'єктів електричних мереж на всіх рівнях експлуатації енергетичної системи України та неможливості його швидкої модернізації внаслідок складного фінансового стану галузі [1–3]. Для покращення ситуації реформування енергетичної галузі створено декілька рівнів конкуренції. Деретуляція національного енергоринку та адміністративний поділ вертикально об'єднаних енергосистем на суб'єкти генерування, передачі та розподілу електричної енергії стали причиною ускладнення взаємовідносин у енергетичній структурі сучасних електроенергетичних систем та систем електропостачання [2, 3].

В умовах ринкових відносин та посиленої конкуренції гостро постало питання щодо істотного покращення показників роботи енергопостачальних систем. Покращення показників роботи пов'язано з необхідністю оптимізації режиму електричних мереж в темпі процесу. Останнє, зважаючи на розміри та топологію схем сучасних електричних мереж, неможливо без застосування автоматизованих систем диспетчерського керування і збору даних типу SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) з використанням сучасних технічних і програмних засобів. Саме вони є основним і найбільш перспективним методом автоматизованого керування складними динамічними системами (процесами) в різних областях, що підтверджується різким зростанням інтересів за кордоном до проблем побудови високоефективних і високонадійних систем диспетчерського керування і збору даних. Розрахунок та реалізація таких керуючих дій можливо за допомогою використання апаратного забезпечення автоматизованих систем диспетчерського керування (АСДК) та обчислювально-інформаційного комплексу (ОІК) ЕЕС в темпі процесу [2, 3]. Застосування автоматизованих систем диспетчерського керування потребує розробки та вдосконалення програмних засобів, спрямованих на зниження втрат потужності та в цілому підвищення ефективності роботи мереж. Використання таких програмних засобів у АСДК забезпечує можливості автоматизації функцій процесу керування та збору даних. Застосування таких систем вимагає подальшого розвитку методів аналізу взаємовпливу режимів ЕЕС, а також виявлення причин роботи не в оптимальному режимі. Реалізацію вказаних положень в роботі пропонується досягти шляхом впровадження інтегрального керування електроенергетичними об'єктами гірничих підприємств.

Таким чином, для більшості об'єктів електроенергетичної ієрархії розроблена система керування, що базується на технічному моніторингу, технологічній моделі об'єктів, на оцінці технічної спостережливості та реалізації керування шляхом прямої дії на систему керування або надання інформації (поради) диспетчеру про факт події та можливі наслідки цього.

Список літератури

1. Кігель А. Г. Шляхи підвищення ефективності автоматизованого керування об'єктами енергетичних компаній та систем. //Електротехніка і енергетика. Наукові праці ДонНТУ. – Донецьк: ДонНТУ, - 2011. - №11. – С.178 – 181.

2. Яндульский, А. С. Синтез системы управления промышленной электрической подстанцией [Текст] / А. С. Яндульский, А. В. Гинайло, М. В. Мартинюк // Электрические сети и системы. – 2004. – №3. – С. 9–16.
3. Гинайло, А. В. Стандарты для создания интегрированных систем управления электроэнергетическими объектами. [Текст] / А. В. Гинайло. – К.: НЭК «Укрэнерго», 2007. – 14 С.
4. Дерзкий, В. Г. Методические аспекты нормирования технологического расхода электроэнергии в распределительных сетях [Текст] / В. Г. Дерзкий // Энергетическая политика Украины. – 2004. – №4. – С. 10–15.

Рекомендовано до друку: проф. Зайкою В.Т.