

УДК 621.311

А.О. Романова, О.Ю. Єгорова

Українська інженерно-педагогічна академія, Харків

ОПЕРАТИВНО-ДИСПЕТЧЕРСЬКЕ КЕРУВАННЯ, ЯК ОДИН ІЗ НАПРЯМКІВ УДОСКОНАЛЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРОМЕРЕЖ

У статті досліджено стан надійності роботи об'єднаної енергетичної системи в Україні, також проведено аналіз досліджень в галузі ефективного функціонування ОЕС та забезпечення її стійкого розвитку. У зв'язку з необхідністю послуг зв'язку та інформатики у всіх сферах управління діяльністю визначена необхідність забезпечення оперативного керування процесом вироблення і розподілу електроенергії за принципом централізованого диспетчерського керування. Проаналізована структура автоматизованого диспетчерського керування.

Ключові слова: об'єднана енергетична система (ОЕС), оперативно-диспетчерське керування, автоматизована система диспетчерського управління (АСДУ), енергооб'єднання (ЕО).

Вступ

Постановка проблеми. Споживання електроенергії постійно змінюється. Це споживання є сумою споживання електроенергії усіма пристроями, приєднаними до електричної мережі у кожний момент часу. Зміни споживання повторюються кожний день (принаймні, для робочих днів), а зміни протягом року є подібними до змін у попередні роки.

Актуальність дослідження зумовлена змінами у механізмі забезпечення належного функціонування енергосистем. Процес виробництва, передачі та розподілу електроенергії є динамічним в сучасних умовах. Регулювання таких процесів неможливо без впровадження централізованого керування, а також широкого використання автоматичних пристроїв, засобів телевідеювання й телекерування. Спостереження за роботою енергосистеми та керування нею здійснюють оперативно-диспетчерські служби.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Керуванню електричними мережами приділяється дедалі більше уваги. Засоби зв'язку та інформатики являють собою частину інфраструктури, а саме, єдиної енергетичної системи (ЄЕС) та передбачені для оперативно-диспетчерського керування в галузі електроенергетики ця проблема знайшла відображення в працях вітчизняних вчених та енергетиків: Варецький Ю.О., Лежнюк П.Д., Бурбело М.Й., Ганус О.І. і вчених Біларусі: Калентіюк Є.В., Прокопенко В.Г., Федін В.Т.. Зокрема аспекти даної проблеми розглядаються у працях Короткевича М.А.

Метою статті є вивчення різноманітних режимів енергосистем, які забезпечують надійне та безперебійне постачання споживачів електричної енергії, яка задовольняє якості при максимальній економічній роботі енергосистеми в цілому. Для досягнення мети ставились такі завдання:

- проаналізувати дослідження в галузі ефективного функціонування ОЕС та забезпечення її стійкого розвитку;
- обґрунтувати необхідність забезпечення оперативного керування процесом вироблення і розподілу;

- електроенергії за принципом централізованого диспетчерського керування.

Виклад основного матеріалу

Централізація виробництва й розподілу електроенергії, постійне зростання, енергетичних систем і об'єднань, яке визначається багатьма економічними причинами, є законом розвитку електрифікації виробництва у всьому світі. Це зростання проявляється у збільшенні одиничних потужностей генераторного обладнання та подальшої концентрації виробництва електроенергії на потужних електростанціях, розвитку й ускладненні структури електричних мереж, збільшенні довжин, підвищенні напруги та пропускної здатності ліній електропередачі, об'єднанні на паралельну роботу енергосистем, які забезпечують електропостачання на широких просторах цілих континентів, у створенні міждержавних енергооб'єднань.

Цей процес супроводжується кількісним і якісним зростанням системи протиаварійного керування ОЕС, яка є найважливішим і невід'ємним елементом енергооб'єднань, котрий забезпечує їх нормальне функціонування. Прагнення інтенсифікувати електроенергетичне виробництво обумовлює підвищення напруженості електричних режимів ОЕС, а також режимів усього основного обладнання електричних систем, роботу з мінімально допустимими запасами стійкості й обмеженими оперативними резервами потужності.

Вказані тенденції розвитку енергооб'єднань призводять до підвищення ймовірності виникнення та поширення великих збурень у ОЕС із розвитком і ескалацією початкової аварійної ситуації. Досвід експлуатації та дослідження сучасних енергооб'єднань показують, що раптові великі збурення, які виникли в одному місці об'єднання, можуть розповсюджуватися на значні території (зростає "пов'язаність" елемента ОЕС та їх режимів): ускладнюється характер і збільшується тривалість викликаних ними перехідних процесів; спостерігаються випадки каскадного (ланцюгового) розвитку аварій, які іноді

спричиняють порушення електропостачання значної частини споживачів.

Наведені дані [1], які показують, що порівняно рідко (один раз у декілька років) в енергооб'єднаннях зарубіжних країн мають місце важкі системні аварії, котрі набувають характеру національних катастроф. У цих випадках порушується електропостачання значних територій з багатомільйонним населенням, сумарна потужність споживачів, котрі втратили живлення, оцінюється іноді десятками мільйонів кіловат, а тривалість порушення електропостачання вимірюється годинами, сягаючи в окремих випадках 10...25 годин, зі збитками в сотні мільйонів доларів. У енергосистемах СНД не спостерігалось аварій такого масштабу, однак мали місце каскадні аварії, їх кількість складає біля 8% від усіх порушень нормального режиму основної електричної мережі 400 – 750 кВ. Істотним є, те, що найбільш рідкі та важкі системні аварії викликають недовідпуск електроенергії, в 3...7 раз більший, ніж це стається під час аварій середньої величини.

Зрозуміло, що реалізація стабільної роботи об'єднаної енергосистеми (ОЕС), а також регулювання можливих аварійних ситуацій можлива лише при правильно сформованій та надійно працюючій автоматизованій системі диспетчерського управління (АСДУ) цим унікальним енергооб'єднанням з широким використанням сучасних засобів обчислювальної техніки та систем автоматичного керування. Опит робіт крупних енергооб'єднань (ЕО) у багатьох розвинутих країнах світу показує, що серйозні системні аварії з тяжкими наслідками, як для споживачів, так і для енергопостачальних підприємств і систем в значній мірі є наслідком недостатньої уваги до побудови систем оперативного-диспетчерського та автоматичного керування. Як правило для європейських країн щомісячне споживання є максимальним у грудні-січні, а мінімальним – у липні-серпні. Щорічна тенденція росту споживання електроенергії є регулярною і залежить від особливостей конкретної країни (як правило, повільніший приріст спостерігається у розвиненіших країнах).

У сучасних енергосистемах змінного струму немає можливостей економними засобами тривало накопичувати електроенергію (стосовні накопичувані енергії відіграють роль добових регуляторів), тому вказані фактори потребують пристосування до перерахованих змін і тенденцій. Це реалізують шляхом:

- планування інвестицій у засоби виробництва, передачі та розподілу електроенергії, що вимагає прогнозування на 10... 15 років і більше;
- прогнозування керування існуючим обладнанням у різні періоди часу (рік, тиждень, день), щоби забезпечити розподіл виробництва електроенергії між різними типами електростанцій п енергосистемі з метою зменшення загальних затрат;
- визначення меж життєздатності енергосистеми з метою забезпечення протидії випадковим відносно тривалими незбігами між виробництвом (як

правило, викликаних аваріями на генераторах, трансформаторах, лініях тощо) і споживанням електроенергії (відхилення від прогнозів можуть складати декілька процентів);

- підтримування мобільних резервів виробництва потужності (ГЕС, ГАЕС, газові турбіни, а також, у випадку необхідності, старі ТЕС із підвищеною собівартістю виробництва, т.зв. холодний резерв), здатних здійснювати протидію випадковим відносно короткотривалим змінам споживання (хвилина і більше), та відповідної для їх реалізації пропускної здатності електричних мереж.

Постійний розвиток об'єкта управління - ЄЕС постійно супроводжується ускладненням спливаючих у ній процесів, потребує постійного вдосконалення системи оперативного-диспетчерського керування.

Підтримання балансу між виробництвом і споживанням електроенергії можна вважати ефективним, якщо усім споживачам забезпечено надійне неперервне постачання електроенергії гарантованої якості. Критерії оцінки енергетичної системи за характеристиками надійності та якості електропостачання в сучасних умовах іноді об'єднують поняттям якість енергосистем, оскільки для споживача і якість електроенергії, і перерви електропостачання вливаються у якість кінцевого продукту чи якість обслуговування, то пов'язують, як правило, з ціною на електроенергію, обумовленою угодою між продавцем і покупцем. Це обґрунтовує необхідність передбачати більш широкі діапазони можливостей:

- генерування та передачі реактивної потужності, які дозволяють підтримувати напруги кожного вузла у певних границях з метою забезпечення бажаною регулювання коефіцієнтів трансформації трансформаторів під навантаженням;
- підтримування стійкості роботи енергосистем, станцій та вузлів навантажень і уникнення перевантажень окремих генераторів, ліній електропередачі, окремих перегинів з тим, щоби випадкові поштовхи навантаження в мережі не спричиняли випадання із синхронізму цих частин;
- попередження аварій обладнання, яке виробляє й передає електроенергію, так, щоби ці аварії не вимагали значного збільшення розмірів електричної мережі для зменшення ймовірності ефекту каскадного розвитку аварій.

Об'єднання окремих електростанцій, електричних мереж і підстанцій в енергетичну систему, паралельна робота декількох енергетичних систем, створення єдиної енергетичної системи країни, вимагають створення певних форм оперативного керування процесом вироблення й розподілу електричної енергії, якісно відмінного від форм оперативного керування окремою електричною станцією. Оперативне керування процесом вироблення й розподілу електроенергії здійснюється за принципом централізованого диспетчерського керування, узагальнені завдання якого можна сформулювати наступними положеннями:

1) задоволення погребі в електричній енергії (у межах установлених лімітів споживання потужності та електроенергії);

2) неперервне електропостачання споживачів і надійність роботи всієї енергосистеми та її окремих елементів;

3) забезпечення якості енергії: частота й напруга електричного струму, тиск і температура пари і гарячої води, які постачаються споживачам, повинні відповідати встановленим нормам;

4) максимальна економність і рентабельність роботи енергосистеми в цілому з дотриманням заданого графіка навантаження.

Будь-яке відхилення від нормального режиму, який забезпечує необхідну якість електроенергії чи необхідну міру надійності електропостачання, або заздалегідь прогнозований і заданий режим, є порушенням. Засобами автоматики й дією оперативного персоналу порушення повинно бути усунуто якнайшвидше. Якщо порушення приводить до недовідпуску електричної чи теплової енергії або до пошкодження обладнання, то воно класифікується як аварія чи відмова у роботі залежно від узятій умовної класифікації. Одним з основних завдань оперативного персоналу є недопущення виникнення аварій та відмов у роботі через неправильні операції, а отже, і зменшення збитків від порушень, котрі виникли не з вини оперативного персоналу.

На характер роботи оперативного персоналу відносно ліквідації аварійних режимів значно впливає якість основного обладнання й наявність резерву в системі електропостачання. Зрозуміло, що один і той же факт вимкнення генератора (наприклад, у разі його пошкодження) буде мати різні наслідки, залежно від наявності чи відсутності резерву потужності в енергетичній системі. У першому випадку порушення може не вилити на споживача, а у другому – буде вимагати певних оперативних дій з боку персоналу для запобігання небезпечного зниження частоти й відновлення якості електроенергії. Отже, дії оперативною персоналу і метою ліквідації аварійного режиму, значною мірою залежать від конкретних умов роботи енергетичної системи або її певного вузла. Внаслідок цього, дати придатні на всі випадки життя рекомендації про ліквідації порушень неможливо, однак можна окреслити деякі загальні положення, якими повинен керуватися оперативний персонал. Особливо важливо розуміти фізичну суть явищ під час порушень, які спричинюють, відхилення від процесу нормальної роботи, швидко орієнтуватися у конкретній ситуації і правильно здійснювати ліквідацію наслідків порушень, враховуючи конкретну ситуацію.

Система керування енергетикою включає дві системи другого порядку: систему організаційно-економічного керування й систему керування технологічними процесами. До останньої відносяться (рис. 1): автоматизовані системи диспетчерського управління (АСДУ), що функціонують на всіх рівнях оперативного керування, також використовують

системи автоматичного управління (САУ) і автоматизовані системи управління технологічними процесами (АСУТП) [1].

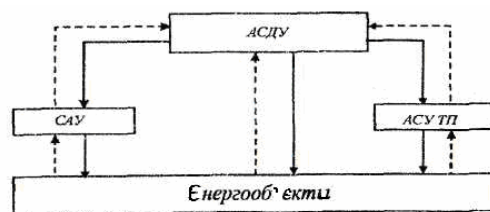


Рис. 1. Структурна схема системи керування технологічними процесами

На рис. 2 показана ієрархічна структурна схема САУ, що включає системи автоматичного управління нормальними (САУНР) і аварійними (САУАР) режимами. Функції автоматичного управління реалізуються за допомогою трьох централізованих систем - автоматичного регулювання частоти й активної потужності (АРЧМ), автоматичного регулювання напруги (АРН), автоматичного попередження порушення стійкості (АППС, АПНУ), а також і локальних обладнань автоматики. Функції централізованих САУ реалізуються як за допомогою спеціальних технічних засобів, так і за допомогою засобів, що входять до складу відповідних АСДУ і АСУТП.



Рис. 2. Структурна схема автоматичного управління

Комплекс технічних засобів інформаційного й програмного забезпечення АСДУ використовується для реалізації наступних груп функцій: планування режимів; оперативного й автоматичного керування (функції реального часу); навчання й тренування оперативного персоналу. Для реалізації кожної групи функцій є своя база даних – планування режимів (БДПР), оперативного й автоматичного керування (БДОАК), навчання й тренування оперативного персоналу (БДНТ), які формуються з бази даних реального часу (БДРЧ, БДРВ) і додаткової інформації (ДІ), що вводиться в систему оперативним персоналом і фахівцями служб режимів, релейного захисту й автоматики (рис. 3). Як показує вітчизняний і закордонний досвід створення і експлуатації АСДУ, у їхньому складі повинні реалізовуватися наступні групи функцій реального часу (рис. 4), що забезпечують оперативне й автоматичне управління регіоном: збору й первинної обробка інформації; форму-

вання достовірної моделі поточного режиму керованого регіону; оцінювання режиму; контролю й ідентифікації режиму, оцінки надійності режиму; формування порад диспетчерові щодо оптимізації й усуненню порушень нормального режиму; формування й Видавання керуючих команд на енергооб'єкти; формування масивів інформації для поточного й ретроспективного аналізу режимів, планування режимів, тренування оперативного персоналу; формування масивів прогнозованої інформації для перспективної оцінки й оптимізації режимів.

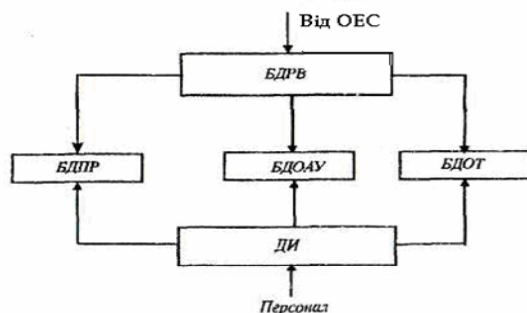


Рис. 3. Структурна схема бази даних АСДУ

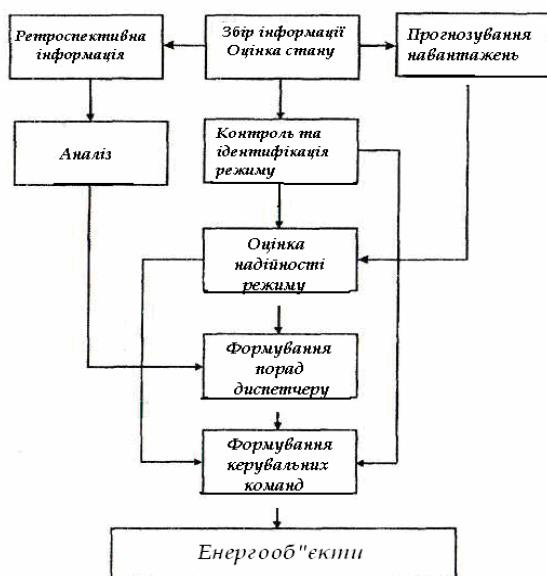


Рис. 4. Функції реального часу АСДУ

У результаті послідовної обробки даних у відповідності зі структурною схемою (рис. 4) диспетчерові представляється різноманітна інформація, на підставі якої він формує керуючі команди й передає їх з різним ступенем автоматизації на нижчі рівні оперативного керування або безпосередньо на енергооб'єкти. Так здійснюється оперативне керування. Вихідна інформація, що представляється оперативним інформаційно-керуючим комплексом (ОІКК, ОІУК) диспетчерові,

різниться як за часом, до якого вона ставиться (ретроспективна, поточна, перспективна), так і за глибиною її обробки й можливою ефективністю використання: недостовірною первинною й узагальненою інформацією; достовірною первинною інформацією; сигналізацією про несправність або невірне налагодження засобів і систем керування, про зміну положення комутаційних апаратів, про спрацювання обладнання релейного захисту й автоматики, про порушення значень контрольованих параметрів режиму заздалегідь у встановлених межах; видача порад диспетчерові по веденню режиму. Найбільш складними й завершеними функціями АСДУ є функції автоматичного керування нормальними й аварійними режимами, реалізуючи які ОІКК формує й видає на нижчі рівні оперативного керування або безпосередньо на енергооб'єкти керуючі команди.

Висновок

Зважаючи на викладене вище варто зауважити, що вже зараз необхідно вирішувати наступні важливі задачі, успішна реалізація, яких багато в чому залежить від якості та можливостей послуг зв'язку та інформатики: оптимізація виробництва та споживання енергії на основі постійного обліку, визначення вартості, динамічне прогнозування та керування в реальному часі, а також підвищення мобільності енергетики за рахунок оптимального розміщення генеруючих потужностей і використання сучасного технологічного обладнання; оптимізація режимів електричних мереж; прогнозування надзвичайних ситуацій в енергетиці; розвиток автоматизованої системи диспетчерського керування; підвищення надійності якості та швидкої дії системи управління енергетики.

Список літератури

1. Варецький Ю.О. *Оперативно-диспетчерське керування електроенергетичними системами*: монографія / Ю.О. Варецький. – Львів: Львівська політехніка, 2002. – 158 с.
2. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://tykrevedko.ru/ebooks/ebook6v87.html>.
3. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.lib.ua-ru.net/diss/cont/231096.html>.
4. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.oblenergo.kharkov.ua/index.htm>.
5. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: http://forca.ru/knigi/pravila/stancii-i-seteii_7.html.
6. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: http://forca.ru/instrukcii-po-ekspluatacii_5.html.
7. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://masters.donntu.edu.ua/2009>.

Надійшла до редколегії 28.04.2010

Рецензент: канд. техн. наук, доцент І.В. Пантелєєва, Українська інженерно-педагогічна академія, Харків.

ОПЕРАТИВНО-ДИСПЕТЧЕРСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ, КАК ОДНО ИЗ НАПРАВЛЕНИЙ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОСЕТЕЙ

А.А. Романова, О.Ю. Егорова

В статье исследовано состояние надежности работы объединенной энергетической системы в Украине, также проведен анализ исследований в области эффективного функционирования ОЭС и обеспечения ее устойчивого развития. В связи с необходимостью услуг связи и информатики во всех сферах управления деятельностью определена необходимость

обеспечения оперативного управления процессом выработки и распределения электроэнергии с помощью централизованного диспетчерского управления. Проанализирована структура автоматизированного диспетчерского управления.

Ключевые слова: Единая энергетическая система (ЕЭС), оперативно-диспетчерское управление, автоматизированная система диспетчерского управления (АСДУ), энергообъединения (ЭО).

OPERATIONAL DISPATCHING CONTROL, AS ONE OF THE DIRECTIONS AND IMPROVEMENT USE OF ELECTRIC NETWORKS

A.A. Romanova, O.U. Egorova

In the article the state of the reliability of the unified energy system in Ukraine, also reviewed research on the effective functioning of the UES and its sustainable development. Due to the need of communication services and informatics in all areas of management, the need for operational management of production and distribution of electricity through a centralized dispatching control. We analyzed the structure of the automated dispatch control.

Keywords: Unified Energy System (UES), dispatching control, automated system of dispatching control (ASDC), energy interconnection (EI).