

між цими підрозділами.

Відповідь на останнє запитання "Що ми можемо поставити" залежить від наявності матеріалів (пропозиція) і транспорту (ресурсів). Якщо попит (потреби) перевищує пропозиція, *DRP* можна використовувати для закріплення матеріалів за декількома підрозділами в зазначеній пропорції.

1. Колесников С.Н. Стратегии бизнеса: управление ресурсами и запасами. М., 2000.
2. Теория и практика антикризисного управления: Учебник для вузов. Г.З. Базаров, С.Г. Беляев, Л.П. Белых и др. Под ред. С.Г. Беляева и В.И. Кошкина. М., 1996.
3. Федоров Л. Максимальный эффект при минимуме затрат. Логистическая стратегия управления материальными ресурсами в странах с развитой рыночной экономикой. //Риск, № 1-2, 1997.

УДК 621.311

## ОСНОВИ СИСТЕМОЛОГІЇ КЕРУВАННЯ РЕЖИМАМИ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ І ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

© О. Данилюк, В. Грицик (мол.)\*, М. Михайляк.

Національний університет "Львівська політехніка"

\*Державний НДІ інформаційної інфраструктури НАН України

*Наведено основи концепції квазіоптимального керування режимами електроенергетичних систем, які базуються на принципах системології.*

*The fundamentals of conception of making decision for implementation of quasioptimal control of modes of Power Engineering systems, which are based on the systemology have been described in this paper.*

### 1. Загальні положення

Функціонування електроенергетичної системи (ЕЕС) вимагає забезпечення єдиного та неперервного процесу виробітку, транспортування та споживання електричної енергії. Кожна зі складових цього процесу наділена притаманними саме їй особливостями, але функції, які вони виконують, спрямовані на забезпечення вищезгаданого процесу, іншими словами, на забезпечення життєздатності ЕЕС загалом.

В кожний момент часу  $t$ , що в координатах часу за умови дискретизації з кроком

$\Delta t$  відповідатиме точці  $i$ , ЕЕС характеризується певним своїм станом  $C_i$  і описується множиною показників  $M_i$ , які умовно розділимо на параметри  $P_i$  та координати  $K_i$ ,

$$C_i : M_i = P_i \cup K_i. \quad (1)$$

Параметри стану – підмножина показників стану, що є відомими на момент розв'язання поставленої задачі і виступають як вхідні дані.

Координати стану - підмножина показників стану, значення яких є результатом розв'язання цієї ж задачі.

Наприклад, в процесі керування режимами ЕЕС до параметрів стану може бути віднесена інформація, одержана на основі сканування фізичних величин шляхом вимірювання чи аналого-цифрового перетворення, а також ретроспективні дані, тобто (вектор незалежних змінних):

- дані телеметрії про значення модулів напруг, перетоків активних та реактивних потужностей;
- дані телесигналізації про положення уставок пристроїв регулювання;
- дані телесигналізації про стан комутаційних апаратів;
- дані режимних замірів у характерні дні року;
- статистичні дані.

Тоді за координати стану слід приймати інформацію, одержану за відомими параметрами стану на основі методів моделювання чи функціональних залежностей, що базуються на законах електротехніки:

- псевдовиміри оперативно-інформаційних комплексів;
- значення модулів напруг, перетоків активних та реактивних потужностей, одержаних на основі розв'язання задачі оцінювання стану;
- втрати потужності в елементах та ЕЕС загалом.

Множину послідовних станів ЕЕС, що відслідковуються в координатах часу, будемо називати режимом  $\mathfrak{R}$  ЕЕС

$$\mathfrak{R}(t) = \{\dots, C(t_i), C(t_i + Dt), C(t_i + 2 \times Dt), \dots\} \equiv \{\dots, C_i, C_{i+1}, C_{i+2}, \dots\}. \quad (2)$$

В ЕЕС перехід з одного стану в інший без відхилень від нормальної схеми (без зміни топології схеми) будемо називати нормальним режимом експлуатації, який характеризується лише змінами параметрів стану – значеннями споживаної потужності, величина яких визначається технологічними особливостями конкретного споживача. Потужність кожного з таких споживачів електричної енергії відносно до сумарної встановленої потужності електричних станцій є на 3...5 порядків меншою (залежно від потужності розглядуваної системи), а ймовірність ідентичних змін режиму навантаження великої кількості (сотень, тисяч) споживачів саме в момент між сусідніми станами співвимірна з нулем, що дає підстави стверджувати про:

- відносну стабільність показників станів протягом часу, що визначається хвилинами;
- плавність зміни станів протягом часу, що визначається десятками хвилин.

Враховуючи, що час прийняття рішення для диспетчерського діяння є співмірним з вищезгаданими термінами, такі режими будемо називати усталеними, що плавно змінюються в часі, а це дає підстави говорити про режим як сукупність параметрів  $\Pi_{\text{я}}(t)$  та координат  $K_{\text{я}}(t)$  плинного усталеного режиму. Тобто, режим описує траєкторію зміни станів

$$\Re(t, M_{\text{я}}(t)) = 0, \quad (3a)$$

де

$$M_{\text{я}}(t) = \Pi_{\text{я}}(t) \cup K_{\text{я}}(t), \quad (36)$$

Правда, якщо дотримуватися принципів абсолютизації, то точніше - це квазіусталені режими, але ця назва широкого вжитку не набула.

Також можна говорити про параметри електричної мережі ЕЕС, виходячи з множини показників, що кількісно описують елементи заступних схем, за допомогою яких забезпечується моделювання електротехнічного обладнання.

Параметри електричної мережі - інформація, одержана на основі паспортних даних чи шляхом метрологічних досліджень обладнання. До них можна віднести, наприклад, комплексні значення повздовжніх опорів і поперечних провідностей заступних схем ліній та трансформаторів тощо. Параметри для окремих об'єктів є практично незмінними на великих проміжках часу: від декількох годин (наприклад, зміна значень поперечних провідностей заступних схем повітряних ліній (ПЛ) надвисокої напруги (НВН), що суттєво залежить лише від метеорологічних умов) і до десятків років (старіння ізоляції силового обладнання), що для дослідження плинних усталених режимів у визначених для них термінах часу є несуттєвим.

## 2. Системологія функціонування електроенергетичних систем

Розглядаючи електроенергетику як галузь науки чи (і) галузь промисловості, ми умовно й автоматично, на рівні підсвідомості, виділяємо з повної множини природничих прикладних наук чи (і) з промисловості загалом тільки ті аспекти, об'єкти, явища та процеси, що є притаманними саме цій галузі. Тобто за певною сукупністю відповідних ознак ми систематизуємо наші знання, що відповідають властивостям саме електроенергетичної галузі. Це саме стосується інших галузей науки, промисловості та загалом нашого буття.

Тому не випадково сукупність об'єктів, що забезпечують існування електроенергетики як галузі, називають електроенергетичною системою, що за чинними в даний час "Правилами улаштування електроустановок" [1] визначається так:

Електроенергетична система - це електрична частина енергосистеми та приймачі електричної енергії, що живляться від неї при наскрізному об'єднанні спільністю процесу виробництва, пересилання та розподілу електричної енергії при спільному керуванні цими режимами.

Це не протирічить, а підтверджується іншими широко вживаними визначеннями систем, що набули вже класичного відтінку:

- "Система - множина елементів, що знаходяться у взаємовідносинах чи зв'язках один з одним і утворюють цілісність на обмежену єдність" [2].

- "Система - сукупність об'єктів та взаємовідношення між ними, що утворюють єдине ціле" [3].
- "Штучна система (або просто система) - створена людиною сукупність об'єктів, пов'язаних деякими загальними цілями та режимами роботи, що є характерними для цієї сукупності" [4].

Є ще й інші стилістичні варіанти цього ж тлумачення – досить близькі та аналогічні.

Щодо проблеми функціонування електроенергетичної системи, то в нашому випадку як "система" трактується проблема-функція, адекватно та повномасштабно дослідити (аналіз, синтез, керування) яку можна лише при дотриманні принципів системології. Під забезпеченням функціонування ЕЕС розуміємо сукупність взаємопов'язаних технічних, функціонально-технологічних, управлінських та інформаційних підсистем, що утворюють "спільність" та "єдність".

У даному випадку всі підсистеми об'єднані однією метою - виробництва, пересилання та розподілу електричної енергії та перетоків потужності. Кожній з підсистем відведено притаманну їй функцію, що має визначені властивості та характеристики; її стан для кожного моменту часу відповідає стану ЕЕС загалом згідно з певною траєкторією зміни її режиму.

### 3. Системний аналіз режимів електроенергетичних систем

Електроенергетика, на відміну від інших галузей промисловості, наділена декількома унікальними технологічними властивостями, а саме:

1. В електричних мережах ЕЕС "сировиною", "продуктом" та витратами на здійснення відведених технологічних функцій на шляху від "сировини" до "продукту" є одна і та сама фізична величина "електрична енергія".
2. Електричними станціями ЕЕС в кожний момент часу виробляється саме така кількість електроенергії, яка необхідна споживачам (разом з тією, що забезпечує технологічний процес її пересилання від електростанцій до споживачів).

Тобто, в кожний момент часу має існувати енергетичний баланс системи у формі балансу потужностей, де потужність - це потік енергії, який можна записати у вигляді:

$$P_{ген.\Sigma}(t) - P_{спож.\Sigma}(t) - \Delta P_{\Sigma}(t) = 0, \quad (4)$$

де  $P_{ген.\Sigma}(t)$  - сумарна потужність, що видається електричними станціями ЕЕС у відповідний момент часу;  $P_{спож.\Sigma}(t)$  - сумарна потужність, що приймається споживачами електричної енергії ЕЕС у відповідний момент часу;  $\Delta P_{\Sigma}(t)$  - сумарне значення технологічних витрат потужності в елементах електричної мережі у відповідний момент часу  $t$ .

ЕЕС відповідають всім властивостям "великих систем" [4], складовими яких є також системи з різним функціональним призначенням (до того ж за ознаками - "складні"), де суттєвим є територіальний фактор.

Виходячи з вищесказаного, моделювання ЕЕС та режимів їх роботи під час реалізації усіх трьох аспектів дослідження, якими є "аналіз", "синтез", "керування" [5], характеризується такими особливостями: високою розмірністю; суттєвою нелінійністю; топологічною неоднозначністю; режимною неоднорідністю; відсутністю повної вхідної

детермінованої інформації; наявністю значної частини ймовірно-визначеної та невизначеної інформації; відсутністю явного математичного опису взаємозв'язків між окремими підсистемами; динамічністю, зумовленою багатовекторними змінами параметрів режиму; складністю однозначного прийняття припущень та спрощень.

#### 4. Системний підхід до реалізації процесу керування режимами електроенергетичних систем

Найвищий ступінь ефективності керування режимами ЕЕС може бути досягнутий лише за умови динамічних аналізу та оптимізації режимів роботи ЕЕС [6] як неперервного в часі процесу і при цьому лише в масштабі реального часу.

Тобто, адекватне керування режимами ЕЕС пропонується здійснювати за допомогою "on-line"-ового комплексу моделей, залучених в контур керування, які сформовані відповідно до теорії прийняття рішення в умовах невизначеності вхідної інформації [3] з дотриманням таких аналогій:

Параметр	Тлумачення
керована система	- режим електричної мережі;
середовище	- ЕЕС, складовою якої є вищезгадана електрична мережа (керована система "занурена" в середовище);
стан середовища	- сукупність прогнозованих станів ЕЕС, множина яких формується шляхом моделювання та аналізу режимів з врахуванням прогнозованих графіків навантаження споживачів;
особа, що приймає (ОПР)	- диспетчер;
оціночний функціонал	- в однокритеріальних задачах - функція мети (найчастіше це технологічні витрати електричної енергії);
критерій прийняття рішень	- реалізація правила вибору оптимального розв'язку - мінімум технологічних витрат електричної енергії;
результат	- прогнозована нова множина квазіоптимальних станів електричної мережі.

#### Висновки

1. Дослідження електроенергетичних систем будуть повноцінними та повномасштабними лише тоді, коли вони здійснюватимуться з дотриманням принципів системології.
2. Розроблені основи системології керування режимами електроенергетичних систем базуються на інформаційних технологіях реального масштабу часу.
3. Найвищого ступеня ефективності керування режимами ЕЕС та прийняття рішень можна досягнути лише шляхом динамічних аналізу та оптимізації режимів роботи ЕЕС в реальному масштабі часу як неперервного в часі процесу.

#### 4. Запропонований підхід та розроблені відповідні алгоритми впроваджено в кон-тур оперативного диспетчерського керування режимами в АСДУ енергопос-тачальної компанії ВАТ "Львівобленерго"

1. Правила устройства электроустановок/Минэнерго СССР,-6-е изд., перераб. и доп. М., 1987.
2. Клир Дж. Системология. Автоматизация системных задач. М., 1990.
3. Першиков В.И., Савинков В.М. Толковый словарь по информаторике. М., 1991.
4. Арзамасцев Д.А., Липес А.В., Мызин А.Л. Модели оптимального развития энергосистем./Под. ред. Д.А.Арзамасцева. М., 1987.
5. Перхач В.С. Математичні задачі електросергетики. Львів, 1989.
6. Данилюк О.В. Математична модель динамічної оптимізації усталених плинних режимів електро-енергетичних систем. Вісник ДУ "Львівська політехніка" - Електроенергетичні та електромеханічні системи-№340. Львів-1997. С.28-32.

УДК 621.382

## МАКРОТРАСУВАННЯ В ОБ'ЄМНИХ МОДЕЛЯХ ПЛМ

© Р. Мельник, Т. Коротєєва

Національний університет "Львівська політехніка"

*Розглянуто проблеми проведення з'єднань програмованих логічних матриць для випадку багаторівневої архітектури. Запропоновано ряд стратегій трасування та заходів керування процесом.*

*This paper presents a performance-oriented routing tools for field-programmable gate arrays in multilevel architecture.*

### Вступ

Програмовані логічні матриці (ПЛМ) - це гнучкий спосіб проектування інтегральних схем на замовлення. При використанні ПЛМ значно зменшується час виконання циклу проекту, а гнучкість логіки та ресурсів з'єднань ПЛМ дозволяють реалізувати різні проекти на тих самих апаратних засобах. Однак ця експлуатаційна гнучкість походить за рахунок реальних втрат ефективності схем, в першу чергу через затримку розповсюдження сигналу при переході через блоки перемикачів.

У статті досліджуються проблеми проектування ВІС на замовлення, а саме етап проведення з'єднань для тривимірної архітектури ПЛМ. Основна мета - це мінімізація розміру схеми та зменшення сумарної довжини з'єднань, що веде до зменшення ємності