

Energy

К.т.н. Пантелєєва І. В.

Українська інженерно-педагогічна академія

МЕТОДИ СТАТИСТИЧНОГО ОЦІНЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ СИГНАЛІВ

У цей час особливу актуальність набуває рішення проблеми організації діагностичного керування процесом виробництва електроенергії, що базується на передовій науковій основі. Складність енергетичних комплексів як об'єктів керування, специфіка вимог і різноманіття завдань регулювання й керування, роблять актуальною не просто автоматизацію процесу виробництва електроенергії, але і його оптимізацію.

У загальному випадку енергосистема (електрична мережа), у якій реалізується керування, містить у собі зовнішнє середовище, об'єкти керування (енергооб'єкти), об'єкти, що керують, й інформацію про стан. При цьому навколишнє середовище, впливаючи на об'єкти керування, змінює їхній стан, а керуючі об'єкти, одержавши відповідну інформацію, здійснюють її аналіз і вироблення керуючих впливів, що переводять об'єкти керування у новий стан. Процес керування є циклічним. Один замкнутий цикл містить наступні етапи: збір інформації про стан керованого об'єкту або процесу; перетворення інформації стану в інформацію керування; процес передачі інформації. У результаті виконання команд об'єкт змінює свій стан, що викликає новий цикл керування [1]. Таким чином, процес керування є процесом збору, перетворення й передачі інформації, що забезпечує зміну стану керованого об'єкту або процесу. Звідси витікає, що найважливішим етапом процесу керування є одержання інформації про об'єкт. До процесу одержання інформації про стан об'єктів пред'являються різні, часом суперечливі вимоги. Так, зокрема, суперечливими є вимоги про точність і вірогідність інформації та вимога про швидкодію її одержання [2].

Важливішими частинами процесу одержання інформації про стан об'єктів керування є процеси виміру та їхнього оцінювання. Характерною рисою процесу виміру є те, що на результати виміру впливають перешкоди, тому ці

результати в найкращому випадку можуть дати тільки наближене подання про стан об'єкту керування, недостатнє для вироблення керуючого впливу. У зв'язку з цим виникає необхідність у додатковій обробці результатів вимірів, яка виконується у процесі оцінювання. Якщо при цьому вводяться критерії якості оцінки, а оцінка вибирається так, щоб цей критерій якості був максимальним або мінімальним, то таке оцінювання і є найбільш ефективним (або оптимальним). Таким чином, для рішення завдання оптимального оцінювання необхідно здійснити синтез алгоритму обробки результатів вимірів та критерію якості оцінки. Вибір критерію якості оцінки здійснюється відповідно до умов завдання, яке вирішується, стосовно конкретних енергетичних установок [3].

Можна припустити, що інформація про стан енергооб'єкту укладена в значеннях параметрів корисного електричного сигналу, що, адитивно взаємодіючи з перешкодою (яка носить випадковий характер), надходить на вхід пристрою оцінювання. У зв'язку з випадковим характером перешкоди на вході пристрою оцінювання, його вихід також є випадковою величиною. Питання теорії побудови оптимальних оцінок широко освітлені у науковій літературі по математичній статистиці. Практично результати теорії оцінювання використовуються при обробці сигналів у радіолокаційних, радіонавігаційних, а також в інших радіотехнічних і радіоелектронних системах. Успіхи, досягнуті в згаданих галузях застосування теорії оцінювання, обумовлені специфікою умов розв'язуваних завдань, зокрема відносно неенергійністю оцінюваних параметрів сигналів. У зв'язку з широким застосуванням в енергетиці комутаційної апаратури малої інерційності, потрібні більше точні та швидкодіючі оцінки стану [3,5].

Варто помітити, що для того, щоб оцінки були надійними, вони повинні бути спроможними, незміщеними і ефективними.

Властивість спроможності оцінки полягає в тому, що зі зростанням кількості спостережень оцінка прагне до істинного значення, яке оцінюється. Вимога спроможності оцінки представляється необхідною для того, щоб оцінка мала практичний сенс, тому що в протилежному випадку збільшення обсягу вихідної інформації не буде наближати до істини.

Властивість незміщеності оцінки полягає в тому, що незміщена оцінка не має систематичної похибки, це особливо важливо при малій кількості спостережень.

Властивість ефективності оцінки полягає у тому, що в скалярному випадку оцінки одного параметру ефективна оцінка має мінімальну дисперсію серед усіх інших оцінок того ж параметру.

Для рішення завдань оцінювання у великій кількості випадків характерною є ситуація, коли відомі статистичні характеристики корисного сигналу та перешкоди, які заважають. У цьому випадку в процесі синтезу алгоритму оптимального оцінювання доводиться оперувати функціями розподілу величин, які оцінюються, при чому характер функцій розподілу передбачається відомим, а невідомі – лише їх деякі числові параметри. У процесі статистичного синтезу оптимального, у сенсі того або іншого критерію, алгоритму оцінювання встановлюється зв'язок між отриманими в результаті виміру даними, та значеннями цих невідомих числових параметрів. У практиці статистичного оцінювання параметрів найбільше поширення отримали наступні методи одержання оцінок [2]:

Метод максимальної правдоподібності.

Метод найменших квадратів.

Метод моментів.

Байєсовський метод.

З погляду теорії найбільш значним є байєсовський метод одержання оцінок. Цей метод заснований на понятті ризику. Ризик обчислюється на основі функції втрат, що описує вартість помилки залежно від неузгодженості між істинним значенням, що оцінюється, і величиною оцінки. У будь-якому конкретному завданні функція втрат вибирається із двох міркувань. По-перше, бажано, щоб функція втрат служила адекватною мірою ступеня задоволення споживача. Це не завжди можливо, тому що найчастіше буває важко вказати аналітичну міру того, що принципово може бути якістю суб'єктивною. По-друге, мета полягає у відшуканні оцінки, що мінімізує очікувану величину вартості. Тому друге міркування при виборі функції втрат полягає в тому, щоб задатися такою функцією втрат, яка б приводила до розв'язання завдання.

На практиці функції втрат звичайно вибирають як компроміс між цими двома вимогами. Варто відзначити, що в багатьох задачах одна й та ж оцінка може бути оптимальною для широкого класу функції втрат. Недоліком байєсовського методу, істотно обмежуючим його застосування, є те, що для

обчислення ризику потрібно знати апіорний розподіл оцінюваного параметру [5,6].

Метод моментів полягає у прирівнюванні вибірових і відповідних теоретичних моментів. На підставі рішення отриманої системи рівнянь будується алгоритм оцінювання невідомих параметрів. До переваг методу моментів варто віднести його порівняно просту чисельну реалізацію, а також те, що оцінки є функціями вибірових моментів, що дозволяє легко проаналізувати їх властивості. До недоліків цього методу відноситься порівняно низька ефективність отриманих на його основі оцінок.

Метод найменших квадратів полягає в мінімізації деякого квадратичного функціонала, що зв'язує оцінювані параметри і результати вимірів. Цей метод знайшов широке розповсюдження в практиці статистичних досліджень завдяки двом своїм головним перевагам: по-перше, він не вимагає знання закону розподілу результатів виміру, по-друге, він досить добре розроблений у плані чисельної реалізації.

Метод максимальної правдоподібності грає досить значну роль як у теорії, так в практиці рішення задач статистичного оцінювання. Оцінка по методу максимальної правдоподібності виконується у результаті відшукування глобального максимуму функції правдоподібності, залежної від параметрів, що оцінюються, і результатів вимірів. У випадку так званої «параметричної апіорної невизначеності», функція правдоподібності, окрім корисних параметрів, залежить ще і від параметрів, які заважають, що ускладнює процес оцінювання. Для усунення шкідливого впливу перешкоджаючих параметрів і подолання апіорної невизначеності застосовуються або багатоканальні, або адаптивні, або інваріантні методи. Багатоканальні та адаптивні методи приводять до зростання або апаратних, або тимчасових витрат [4].

Як вже відзначалось, методи статистичного оцінювання успішно застосовуються для рішення завдань обробки сигналів у радіотехнічних і радіоелектронних системах. Однак, просте перенесення отриманих результатів для рішення завдань оцінки стану енергооб'єктів навряд чи може привести до істотного прогресу в цій галузі. Справа в тому, що частота сигналів, що характеризують стан енергооб'єктів, значно нижче частот сигналів, що використовують у радіотехнічних і радіоелектронних системах. Вимога рішення завдань обробки сигналів у режимі реального часу у ряді випадків приводить до

необхідності здійснення завадостійкої оцінки параметрів сигналів за проміжок часу, що становить частку характерного часу зміни сигналу. У зв'язку з цим представляється актуальним поширення методів статистичної теорії оцінювання на завдання подібного типу.

Література:

1. Леман Э. Теория точечного оценивания. Наука, 2001. 444 с.
2. Пантелеева І.В., Сотніков О.А. До питання дослідження методів оцінки параметрів електричних сигналів електроенергетичних об'єктів. Системи обробки інформації. ХУПС. Вип. №1(75), 2009. С. 99-101.
3. Пантелеева І.В. Деякі аспекти оцінювання параметрів сигналів в електроенергетиці. Системи озброєння і військова техніка. ХУПС, 2011. №3(27). С. 56-59.
4. Корнеєв М.В., Шматько Н.М. Оцінка ефективності структурних трансформацій в процесі організаційного розвитку підприємств. Ефективна економіка, 2018. №8. URL:<http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&Z=7222>.
5. Popov O., Shmatko N., Budanov P., Pantielicieva I., Brovko K. Cost-Effectiveness in Mathematical Modelling of the Power Unit Control. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6/3(102), 2019. P. 39-48.
6. Олійник Ю.С. Сучасні підходи у напрямку енергозбереження / Олійник Ю.С. // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка, 2019. Вип. 204. Технічні науки «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України». Харків. С. 58-60.