

ЗАСТОСУВАННЯ ПРИНЦИПУ ГАМІЛЬТОНА ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В даній роботі було проаналізовано історію розвитку варіаційних принципів і окремо принципу найменшої дії. Показано електродинамічні аналогії в різних сферах науки та техніки. Проведено аналіз принципу найменшої дії для оптимізації складних систем. Проаналізовано математичне моделювання умов для самооптимізації нормальних режимів електроенергетичної системи. Проведено техніко – економічні розрахунки з використанням принципу найменшої дії для мережі напругою 10 кВ та розраховано економічні показники.

Ключові слова: принцип найменшої дії, математичні моделі, оптимізація систем.

Abstract

This paper analyzed the history of variational principles and separately principle of least action. Showing electrodynamic analogies in various fields of science and technology. The analysis of the principle of least action to optimize complex systems. Analyzes mathematical modeling environment for self-optimization normal modes of electric power systems. A technical - economic calculations using the principle of least for a network voltage of 10 kV and calculated economic indicators.

Keywords: the principle of least action, mathematical models, optimization systems.

Вступ

В даний час в енергетиці України продовжують вдосконалюватися ринкові форми, очікується зростання електричного навантаження, інтелектуалізуються електричні мережі енергосистем. З впровадженням балансуєчого ринку електроенергії та двосторонніх договорів електропостачання, з розвитком сучасних інформаційних технологій ряд задач в електроенергетичних системах (ЕЕС) і методи їх розв'язання необхідно вдосконалювати. Зокрема до таких задач відноситься задача оптимізації нормальних режимів ЕЕС[1].

Нормальні стани ЕЕС відрізняються між собою параметрами режиму і кількістю електроенергії, що витрачається на її передачу від джерел до споживачів (втрати електроенергії). При зміні будь-якого з параметрів в ЕЕС встановлюється новий режим, що характеризується певними значенням втрат електроенергії. Не завжди наявність існуючого механізму зворотних зв'язків, завдяки якому здійснюється саморегулювання системи, може забезпечити режим, найвигідніший з погляду мінімуму втрат електроенергії і її якості[2].

Як елемент електроенергетичної системи електрична станція в цьому обчислювальному процесі представляється економічним опором, який визначається

$$R_{ei} = \frac{B_i(P_i)U_i^2\alpha_i}{P_i^2c}, \quad (1)$$

де $B_i(P_i)$ – витратна характеристика і-ої станції; P_i – потужність і-ї станції; U_i – напруга на шинах і-ї станції; α_i – ціна тони умовного палива на і-й станції; c – вартість 1 кВт-год втрат електроенергії.

За опорами R_{ei} розміщуються джерела струму і в ітераційному процесі обчислень досягається баланс потужностей в ЕЕС і виконання всіх обмежень на параметри режиму [3].

Результати дослідження

1. Проаналізовано дію і використання ПНД в різних галузях науки і техніки, в тому числі і в електротехніці, і показана можливість та доцільність застосування його для побудови методів та алгоритмів оптимального керування режимами електроенергетичних систем, коли критерієм оптимальності є мінімум витрат на виробництво електроенергії та мінімум втрат електроенергії під час її транспортування.

2. Показано, що математична модель процесу оптимізації режимів ЕЕС може бути побудована на основі принципу Гамільтона. Це дає змогу визначити економічний режим ЕЕС і розробити на його основі метод оптимізації поточних режимів.

3. Показано, що принцип найменшої дії може бути використаний для оптимального керування режимами ЕЕС. Оптимальне керування режимом ЕЕС здійснюється таки чином, що поточні режими керування впливами наближаються до ідеального режиму.

4. Працездатність та ефективність розглянутих у роботі методів і алгоритмів підтверджена результатами розрахунків тестової ЕЕС.

Перенесення закономірностей довільних систем на електроенергетичну систему дозволяє стверджувати, що у будь-який момент часу функціонування для поточної сукупності параметрів системи та незалежних параметрів режиму вона знаходиться в оптимальному стані з точки зору технологічних втрат електроенергії, але глибина даного оптимуму зумовлена мірою ідеальності самої системи. Таким чином сприяння природному розвитку ЕЕС, тобто підвищенню міри її ідеальності, дозволяє завдяки механізмам самооптимізації забезпечувати зниження технологічних втрат електроенергії, незалежно від її навантаження. Саме це є суттєвою перевагою даного підходу порівняно з класичною оптимізацією.

Виходячи з принципу найменшої дії можуть бути встановлені закони електротехніки, зокрема закони Кірхгофа. Отже, якщо при переході системи з одного стану в інший ці закони виконуються, то така зміна стану здійснюється з найменшими втратами електроенергії, тобто розсіюванням її з системи у вигляді інших видів енергії є мінімальним. Таким чином, стосовно електричних систем, принцип найменшої дії за своєю суттю є принципом мінімізації втрат електроенергії.

Висновки

У роботі набула подальшого вирішення актуальна задача зменшення витрат на виробництво та транспортування електроенергії, яке полягає у доведенні доцільності й ефективності застосування принципу найменшої дії (ПНД) для моделювання оптимальних режимів електроенергетичних систем, що дозволяє задіяти здатність останніх до самооптимізації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Методы оптимизации режимов энергосистем / В. М. Горнштейн, Б. П. Мирошниченко, А. В. Пономарев и др. – М.: Энергоиздат, 1981. – 336 с.

2. Лежнюк П.Д., Кулик В.В., Нетребський В.В. Принцип найменшої дії в задачах оптимізації електроенергетичних систем // Технічна електродинаміка. – 2006. – №3. – С. 35–41.

3. Лежнюк П.Д., Нетребський В.В. Застосування принципу найменшої дії для оптимізації режимів електроенергетичних систем // Електроенергетичні та електромеханічні системи. Вісник Національного Університету «Львівська політехніка». – 2009. – №637. – С. 44–50.

Дучков Євгеній Віталійович — інженер кафедри електричних станцій і систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, ел пошта – duchkov@mail.ua

Нетребський Володимир Васильович — канд. техн. наук, доцент кафедри електричних станцій і систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Duchkov Yevhenii Vitaliiovich — engineer of the Department of electric stations and systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa, E-mail - duchkov@mail.ua

Netrebskyi Volodymyr Vasylovych — Candidate. Sc. Associate Professor, Department of Electric Stations and Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa.