

ОГЛЯД МЕТОДІВ ПРОГНОЗУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто методи прогнозування електричних навантажень систем електроспоживання. А саме: статистичні, детерміновані та комбіновані (ймовірнісно-детерміновані) методи прогнозування.

Ключові слова: прогнозування, електричне навантаження, система електроспоживання, промислове підприємство.

Abstract

There was improved a methods for forecasting electrical loads of power consumption systems. The most statistical, deterministic and combined (probabilistic-deterministic) forecasting methods.

Keywords: forecasting, electric load, power consumption system, industrial enterprise.

Вступ

Загальний стан сучасних методів прогнозування електричних навантажень визначається значною зміною парадигми енергоспоживання. Саме це є основою для можливості ефективного застосування загальних математичних процедур та алгоритмів при розв'язанні задач детермінованого і стохастичного аналізу електромеханічних систем, електропостачання потужних технологічних комплексів, до яких необхідно віднести обладнання промислових підприємств. Перші роботи, присвячені оперативному, короткостроковому, середньостроковому прогнозуванню електричних навантажень, з'явилися у середині минулого століття. Однак і сьогодні потік публікацій у цьому напрямку не зменшується, а методи прогнозування електричних навантажень систем електроспоживання продовжують стрімко розвиватись. Вище викладене обумовлене, в першу чергу, складністю задач, які пов'язані з безперервним розвитком систем електроспоживання, недослідженістю випадкових процесів, що формують режими їх функціонування.

Результати дослідження

В загальному випадку розглядають наступні види прогнозів:

- годинний прогноз, що застосовується для прогнозування електричного навантаження з терміном до однієї години;
- оперативний прогноз, який використовується для прогнозування погодинного електричного навантаження в межах однієї доби;
- короткостроковий прогноз, використовується для прогнозування добового електроспоживання та погодинного визначення навантажень з тижневим упередженням;
- місячний прогноз, використовується для добового електроспоживання до кінця поточного місяця;
- середньостроковий прогноз, використовується для дослідження питань прогнозування місячного електроспоживання, тижневих та місячних екстремумів (максимумів та мінімумів) електричних навантажень з терміном 1-12 місяців;
- довгостроковий прогноз, використовується для прогнозування з терміном 1-5 років;
- перспективний прогноз, використовується для прогнозування з терміном понад 5 років.

Кожен вид прогнозу потребує власних вхідних даних та особливої методики прогнозування.

Прогнозування є однією з тих задач статистичного аналізу, які є дуже необхідними, але в той же час, дуже складними. Серед методів прогнозування, а таких налічується близько 150, виділяють три групи: статистичні (ймовірнісні); детерміновані (в тому числі алгебраїчні); комбіновані (ймовірнісно-детерміновані).

Статистичні моделі отримали найбільш широке застосування в завданнях прогнозування процесів електроспоживання. Популярність моделей даного типу пояснюється досить високим ступенем адекватності для розв'язання цілого ряду задач теорії і практики прогнозування процесів в енергетиці та інших галузях. Основу статистичних прогнозних математичних моделей

електричних навантажень систем електроспоживання складають різні моделі часових рядів: модель ковзного середнього і зваженого ковзного середнього, модель експоненційного згладжування Брауна, авторегресійна модель, поєднана модель авторегресії ковзного середнього, поєднана модель авторегресії інтегрованого ковзного середнього або Бокса-Дженкінса і інші.

Статистичні моделі, залежно від обліку в них вхідних параметрів зовнішніх чинників, ділять на: однофакторні (облік зовнішніх чинників не здійснюється, а будується замкнута динамічна модель самої вихідної величини) і багатофакторні (динамічна модель має один або декілька зовнішніх впливаючих чинників). Якщо модель часового ряду багатофакторна, то цей факт може позначатися буквою «X» в скороченні її назви (ARX -модель, ARMAX -модель).

Окрім моделей часових рядів при статистичному прогнозуванні використовуються моделі, які базуються на: фільтрах Калмана і Вінера (модель Заде-Рагазіні); спектральних ортогональних розкладаннях, у тому числі Карунена-Лоева; канонічному розкладанні випадкового процесу; багатовимірній регресії; теорії кластерного аналізу; теорії розпізнавання образів, фрактальному аналізу. Усі перелічені статистичні моделі можуть використовуватися під час моделювання окремо, але найчастіше у складі комбінованих ймовірно-детермінованих моделей.

В електроенергетиці є приклади, коли ймовірнісні моделі застосовуються без належного обґрунтування, тобто, коли відсутня можливість отримання представницьких вибірок для побудови математичних моделей і перевірки їх адекватності. У цих випадках ефективно використовувати алгебраїчний, детермінований, а не статистичний підхід до вирішення проблеми прогнозування. Відмінності алгебраїчного підходу від статистичного:

- при моделюванні знаходяться, уточнюються і використовуються не статистичні характеристики помилок вимірювань, а безпосередньо самі значення помилок у конкретному епізоді ідентифікації;

- уточнення параметрів моделі здійснюється безпосередньо по нев'язці сигналів на виході об'єкта і на виході поточної моделі.

Як алгебраїчний підхід можна розглядати побудову математичних моделей процесів електроспоживання на основі теорії нечітких множин, штучних нейронних мереж, які дозволяють формувати модель об'єкта або процесу в умовах малих і нестационарних вибірок, а також формалізувати експертні оцінки фахівців.

До основних детермінованих моделей, що використовуються при моделюванні та прогнозуванні електроспоживання можна віднести:

- поліноміальні моделі різних порядків;
- кінцеві гармонічні ряди Фур'є;
- спектральні розкладання по ортогональним функціям;
- нейромережеві моделі;
- моделі на основі нечітких множин;
- моделі методу групового врахування аргументу;
- декомпозиційні методи моделювання;
- алгебраїчні регресійні залежності;
- метод сингулярного спектрального аналізу.

Зазвичай дані моделі використовуються в складі комбінованих ймовірно-детермінованих моделей. Саме ці моделі дозволяють забезпечити найкращу точність прогнозування, адаптивність до змінного процесу електроспоживання. Вони базуються на концепції декомпозиції, яка полягає в моделюванні фактичного навантаження $P(t,d)$ як сукупності стандартизованого графіка (базової складової, детермінованого тренда) $P_S(t, d)$ і залишкової складової $P_D(t,d)$.

Висновок

Прогнозування електричних навантажень систем електроспоживання необхідне для вирішення наукових, науково-практичних, техніко-економічних задач управління і прийняття рішень. Огляд методів прогнозування електричних навантажень систем електроспоживання звівся до необхідності коректного використання класичного математичного апарату часових рядів з адаптуванням його до можливості використання результатів нових інформаційних технологій. Поширення набувають математичні прогнозні моделі, які є комбінацією статистичних та детермінованих моделей, саме ці моделі дозволяють забезпечити найкращу точність прогнозування, адаптивність до змінного процесу електроспоживання. Ці комбіновані моделі необхідно вдосконалювати і використовувати для прогнозування електричних навантажень систем електроспоживання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лежнюк П. Д. Оперативне прогнозування електричних навантажень систем електроспоживання з використанням їх фрактальних властивостей [Текст] : монографія / П. Д. Лежнюк, Ю. А. Шулле. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 104 с.

Шулле Юлія Андріївна – кандидат технічних наук, доцент кафедри електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту, Вінницький національний технічний університет.

Войтюк Роман Юрійович – студент групи Е-20мс, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет.

Shulle Julia Andriyivna – Candidate of tech. Sciences, Associate Professor of Electrical Power Consumption and Power Management, Vinnytsia National Technical University.

Voytyuk Roman Yuriyovych – student group E-20mc, Electromechanics and Electricity Department, Vinnytsia National Technical University.