УДК 621.311:681.3

П.О. Черненко, д.т.н., проф., О.В. Мартинюк, к.т.н., с.н.с., А.І. Заславський, пров. інж. – прогр.

МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДОВИХ ЕЛЕКТРИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ЕНЕРГОСИСТЕМИ ДЛЯ КОРОТКОСТРОКОВОГО ПРОГНОЗУВАННЯ

Ключові слова: математична модель, електричне навантаження, короткострокове прогнозування, енергосистема, зовнішні фактори.

Згідно ухваленого Закону України «Про ринок електричної енергії в Україні», з 01.07.2019р. запроваджується лібералізована конкурентна модель ринку в електроенергетиці, а саме – ринку двосторонніх договорів, на завтра, внутрішньодобого та балансуючого ринків електроенергії. В рамках нової ринкової моделі до його учасників посилюються вимоги щодо точності та надійності короткострокових прогнозів обсягів споживання або генерації електричної енергії.

В дослідженнях, що проводяться в Інституті електродинаміки НАН України і спрямовані на створення математичної моделі, алгоритму і програмного забезпечення для вирішення задачі короткострокового прогнозування сумарного електричного навантаження (СЕН) енергосистеми, передбачено врахування впливу на СЕН трьох груп факторів: технологічних, метеорологічних і астрономічних. Запропоновано підхід, що передбачає побудову комплексу математичних моделей на виділених на річному інтервалі фрагментах даних передісторії, для яких властивий окремий характер впливу метеорологічних факторів на електричне навантаження енергосистеми. Це, зокрема, умовно зимовий інтервал, який триває протягом опалювального сезону і характеризується від’ємним кореляційним зв'язком між температурою повітря й значеннями СЕН; міжсезоння (частково квітень – травень, вересень – жовтень) – період без опалення, що також характеризується зворотнім впливом зміни температури повітря на навантаження, проте має інші кількісні характеристики та умовно літній сезон, якому властива зона нечутливості навантаження до зміни температури в певних межах та пряма кореляційна залежність при її перевищенні.

Особливості споживання електроенергії у святкові, нерегулярні дні враховуються шляхом побудови окремих математичних моделей. Моделі мають адитивний характер із виділеними трендовою, базовою, метеорологічною, астрономічною і випадковою складовими. Дослідження показали, що коректне виділення та моделювання зазначених складових при їх верифікації на реальних даних СЕН енергосистем забезпечує підвищення точності та стабільності результатів короткострокового прогнозування. За наявності в структурі СЕН ЕЕС суттєвої технологічної складової (в даному випадку - режимів роботи енергоємних підприємств), вона виділяється в першу чергу. Для забезпечення точності виділення інших складових математичної моделі СЕН попередньо проводиться достовіризація її технологічної компоненти та решти навантаження (умовно комунально – побутової складової). Через взаємний вплив на СЕН інших факторів, запропонована наступна черговість їх виділення: метеорологічна (температура повітря, хмарність), астрономічна (час сходу, заходу сонця, рівень природної освітленості) та трендова складові. Базова складова визначається як різниця між фактичним значенням СЕН та сумою попередньо виділених компонент адитивної моделі і, в ідеальному випадку, є стаціонарним випадковим процесом із певними значеннями математичного сподівання та дисперсії на кожному виділеному фрагменті даних річного інтервалу.

Зазначені вище складові розраховуються з використанням авторегресійних моделей типу Бокса – Дженкінса та нелінійних багатофакторних регресійних моделей. Практичні розрахунки на даних ПАТ «Кивенерго» за умовно літній сезон 2014-2015 років показали, що урахування цих складових дозволяє зменшити усереднене стандартне погодинне відхилення навантаження з 70-80 МВт до 20-25 МВт. Що становить 1,25-1,5% від СЕН енергосистеми в зазначений період залежно від години доби.