

УДК 621.311.003.13

**Находов В.Ф.**, к.т.н., доцент, **Бориченко О.В.**, к.т.н., доцент,  
**Іванько Д.О.**, аспірант, **Ройтер А.В.**, магістрант,  
**Пахарєв Ю.В.**, магістрант,

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

### **ЗАСТОСУВАННЯ ЙМОВІРНІСНО-СТАТИСТИЧНОГО ПІДХОДУ ДЛЯ ПОБУДОВИ БАЛАНСІВ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ КОТЕЛЬНИХ**

Побудова та аналіз балансів споживання електричної енергії дозволяє вирішувати низку важливих задач в енергетичному господарстві виробничих об'єктів. Зокрема, електричні баланси є основою для визначення показників питомої витрати електроенергії, які традиційно застосовуються для контролю ефективності її використання в промисловості.

Основною проблемою побудови балансів споживання електричної енергії виробничих об'єктів є визначення структури їх витратної частини, тобто складу та обсягів корисної витрати та втрат електроенергії.

Традиційними методами побудови електробалансів є розрахунково-аналітичний, експериментальний та комбінований, перший з яких, зважаючи на відносну простоту застосування, набув найбільшої популярності.

Для будь-якого виробничого об'єкта склад статей витратної частини електробалансу, здебільшого, заздалегідь є відомим.

До того ж, однією з позитивних особливостей підприємств теплоенергетики, зокрема, котельних є те, що на відміну від багатьох інших виробництв, для їх обладнання існують достатньо обґрунтовані фізичні або емпіричні залежності, які встановлюють функціональний зв'язок між обсягами споживання електричної енергії та параметрами технологічних процесів і зовнішніх умов виробництва. Такі залежності наведені у відповідних нормативно-методичних матеріалах (наприклад, для котельних – у [1]).

Однак навіть у таких, сприятливих умовах використання розрахунково-аналітичного методу, як правило, не дозволяє отримати достатньо достовірні та обґрунтовані баланси споживання електроенергії.

Одним з перспективних шляхів підвищення обґрунтованості та достовірності результатів побудови балансів споживання електричної енергії у виробництві слід вважати застосування ймовірнісно-статистичного підходу, який ґрунтується на врахуванні випадкового характеру процесів електроспоживання, технологічних та інших виробничих показників, а також дає можливість використовувати у розрахунках нечіткі значення відповідних вихідних величин [2].

Першим етапом побудови електробалансів котельних з застосуванням ймовірнісно-статистичного підходу повинно бути проведення експертного опитування.

Головним завданням експертного опитування є встановлення інтервалів можливих значень кожного з нечітких вихідних параметрів, які у подальшому необхідно використовувати при побудові електробалансу, а також оцінка ймовірності знаходження окремих їх значень у відповідних інтервалах.

На підставі обробки результатів експертного опитування визначаються всі можливі рівні значень кожного з нечітких вихідних параметрів, які у подальшому необхідно використовувати при побудові електробалансу котельної, а також усереднені оцінки ймовірності того, що реальні середні величини відповідних нечітких виробничих параметрів дорівнюють тому чи іншому з можливих рівнів їх значень.

Наступним етапом побудови електробалансів котельних з використанням ймовірнісно-статистичного підходу є формування псевдо реальних статистичних даних про числові значення нечітких вихідних параметрів, необхідних для вирішення цієї задачі. З цією метою доцільно використовувати відомий метод Монте-Карло, який може бути реалізовано з застосуванням численних комп'ютерних програм, зокрема пакету програм Matlab.

Генерування псевдо реальних значень всіх нечітких технологічних та інших виробничих параметрів, що розглядаються, здійснюється на основі побудованих за результатами експертного опитування полігонів частот можливої появи окремих значень цих параметрів.

Таким чином, результатом другого етапу побудови електробалансів котельних з використанням ймовірно-статистичного підходу є формування достатньо великих за обсягом вибірок псевдо реальних значень всіх нечітких виробничих параметрів, які у подальшому будуть використані для розрахунку нормативних витрат електричної енергії як окремими видами обладнання, так і на котельній в цілому.

Третім етапом побудови електробалансів котельної є формування розрахункових моделей її електроспоживання, тобто деякої, достатньо великої кількості псевдо реальних балансів споживання електричної енергії. Формування розрахункових моделей електроспоживання являє собою окрему, досить складну ітеративну процедуру.

На початку виконання цієї процедури на основі сформованих раніше вибірок псевдо реальних величин нечітких технологічних параметрів відбувається генерування можливих комбінацій їх числових значень. На підставі «індивідуальних» ймовірностей появи окремих величин нечітких вихідних параметрів може бути розрахована «сумарна» ймовірність появи кожної з можливих комбінацій значень всіх виробничих параметрів, необхідних для побудови балансів електроспоживання котельної.

Кожна з одержаних таким чином комбінацій псевдо реальних значень нечітких виробничих параметрів являє собою окремий набір чітко визначених вихідних даних, за якими може бути побудована одна з можливих розрахункових моделей електроспоживання котельної.

Будь-яка модель електроспоживання, одержана в результаті застосування розрахунково-аналітичного методу, являє собою один з можливих варіантів витратної частини балансу споживання електроенергії на котельній.

Побудований таким чином варіант електробалансу котельної перевіряється з точки зору його правдоподібності. Далі процедура побудови розрахункових моделей електроспоживання повторюється.

Останнім етапом застосування ймовірно-статистичного підходу до побудови балансів споживання електричної енергії на котельних є порівняння одержаних на попередньому етапі правдоподібних варіантів цих електробалансів за «сумарною» ймовірністю їх появи.

При цьому найбільш достовірним слід вважати той варіант витратної частини балансу споживання електроенергії, «сумарна» ймовірність появи якого є найбільшою.

**Список використаних джерел:**

1. Міністерство з питань житлово-комунального господарства України, наказ від 02.02.2009 № 12 «Про затвердження Порядку розрахунку нормативних витрат електроенергії підприємствами теплоенергетики при виробництві, транспортуванні та постачанні (розподілі) теплової енергії» [Електронний ресурс]/ Сайт Кабінету Міністрів України - Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0172-09>
2. В.Ф. Находов, О. В. Бориченко, Д. О. Іванько, І. В. Якобюк, стаття «Виявлення «проблемних» ділянок схеми електропостачання для верифікації розрахункових електробалансів», 2015