

Голуб В.Д.

Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

ЗАСТОСУВАННЯ ЙМОВІРНІСНО-СТАТИСТИЧНОГО МЕТОДУ ДЛЯ ПОБУДОВА ЕЛЕКТРИЧНИХ БАЛАНСІВ ЯК ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ СОБІВАРТОСТІ ВИГОТОВЛЕНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Розвиток економіки держави сьогодні є одним із найважливіших питань. Одним із кроків для досягнення мети є підвищення енергоефективності та енергозбереження, що є можливим завдяки застосуванню науково обґрунтованих методів управління використанням паливно-енергетичних ресурсів в об'єднаній енергетичній системі України.

Аналізуючи існуючі споживачі електричної енергії, можна сказати, що найбільшу частку серед споживачів електроенергії займає виробничий сектор, який має суттєвий вплив на функціонування енергетичної системи, яка була побудована на території України ще за радянських часів. Зменшити грошові витрати на виробництво тієї чи іншої продукції, зменшити собівартість та зробити продукцію конкурентоспроможною на Європейському ринку є можливим за умов раціонального використання електричної енергії на виробничих об'єктах. Виходячи з цього, можна казати, що побудова електричних балансів та контроль ефективного використання електроенергії не тільки на підприємствах, але й у побутовому секторі, є важливою місією кожного громадянина держави.

Електричні баланси розробляють задля контролю ефективного використання енергії, але, на жаль, єдиного методу або методики, за допомогою яких можна було б побудувати та проаналізувати електробаланси на підприємствах сьогодні практично не існує. Цим питанням займалася низка провідних дослідників. Як свідчить практика, традиційні методи не дають змогу будувати достатньо достовірні та обґрунтовані електробаланси, а отже, ця проблема на сьогодні не є вирішеною на достатньому рівні.

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

Для побудови електричних балансів споживання електричної енергії існує вже традиційний розрахунково-аналітичний метод, але він не може враховувати змінний характер електроспоживання, а також зміни в самих вихідних даних, тому цілком закономірним є виникнення ідеї використання докорінно нового - ймовірно-статистичного підходу. Такий підхід являє собою використання методів теорії ймовірності та математичної статистики побудови точніших та достовірніших електричних балансів на підприємствах.

Застосування ймовірно-статистичного підходу, який ґрунтується на врахуванні випадкового характеру процесів електроспоживання, технологічних та інших виробничих показників є одним з перспективних шляхів для підвищення обґрунтованості та достовірності результатів побудови балансів споживання електричної енергії на виробництві. До того ж, ймовірно-статистичний підхід дає можливість використовувати у розрахунках нечіткі значення відповідних вихідних величин, що дає змогу побудувати електричні баланси на більшості підприємствах, де зазвичай вихідні дані є нечіткими.

Побудова електричного балансу споживання електричної енергії на підприємствах, використовуючи ймовірно-статистичний підхід, здійснюється у три етапи. Першим етапом є проведення експертного опитування працівників підприємства.

Головна мета експертного опитування – встановлення можливих інтервалів всіх можливих значень, а також оцінювання ймовірності знаходження окремих їх значень у відповідних інтервалах. У якості експертів зазвичай використовують думку головних енергетиків, технологів або операторів установок. Після обробки результатів експертного

опитування визначаються усі можливі рівні значень кожного з попередньо визначених нечітких вихідних параметрів, які надалі необхідно використовувать при побудові електробалансу на підприємстві.

Для оцінки частоти знаходження певних значень тривалості роботи чи коефіцієнтів завантаження обладнання у відповідних інтервалах, для експертів може бути представлена таблиця з трьома лінгвістичними рівнями, що показана у таблиці 1.

Лінгвістичний рівень	Характеристика рівнів
Рідко	Фактичний обсяг електроспоживання обладнання знаходиться у відповідному інтервалі не частіше, ніж у 20% випадків
Часто	Фактичний обсяг електроспоживання обладнання знаходиться у відповідному інтервалі у 20...50% випадків
Дуже часто	Фактичний обсяг електроспоживання обладнання знаходиться у відповідному інтервалі частіше, ніж у 50% випадків

Таблиця 1. Рівні, що характеризують частоту знаходження фактичних обсягів електроспоживання кожного виду обладнання у відповідних інтервалах.

Другим етапом побудови електробалансів за допомогою ймовірно-статистичного підходу є формування псевдо реальних статистичних даних про числові значення нечітких вихідних параметрів за допомогою методів імітаційного моделювання. Для цього у кожному з встановлених експертами інтервалів можливих значень виробничих параметрів, виходячи з оцінок рівня частоти (табл.1), доцільно використовувати, наприклад, метод Монте-Карло, за допомогою якого може бути згенерована відповідна кількість псевдореальних величин тривалості роботи обладнання та коефіцієнтів його завантаження.

Таким чином, результатом другого етапу побудови електробалансів підприємств 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 підприємстві в цілому.

Третім етапом побудови електробалансів за допомогою ймовірно-статистичного підходу є формування розрахункових моделей електроспоживання, іншими словами, формування деякої, достатньо великої кількості псевдо реальних балансів споживання електричної енергії. Формування таких розрахункових моделей споживання електричної енергії являє собою окрему і досить складну ітеративну процедуру.

На початку виконання цієї процедури, основуючись на раніше сформованих вибірках псевдо реальних величин нечітких технологічних параметрів, генеруються можливі комбінації 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 споживання електроенергії підприємства.

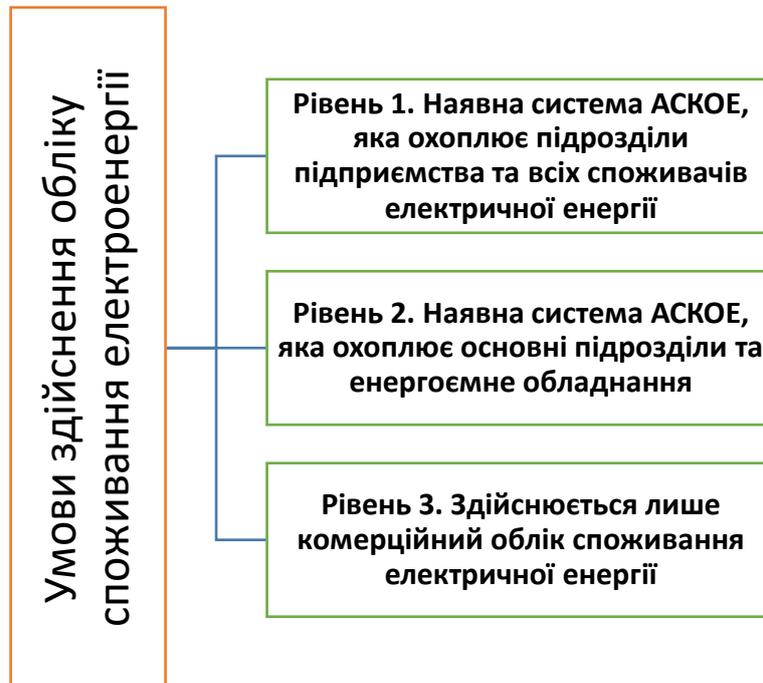
Кожна з одержаних таким чином комбінацій псевдо реальних значень нечітких виробничих параметрів являє собою окремий набір чітко визначених вихідних даних, завдяки яким можна побудувати одну з можливих розрахункових моделей електроспоживання підприємства.

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

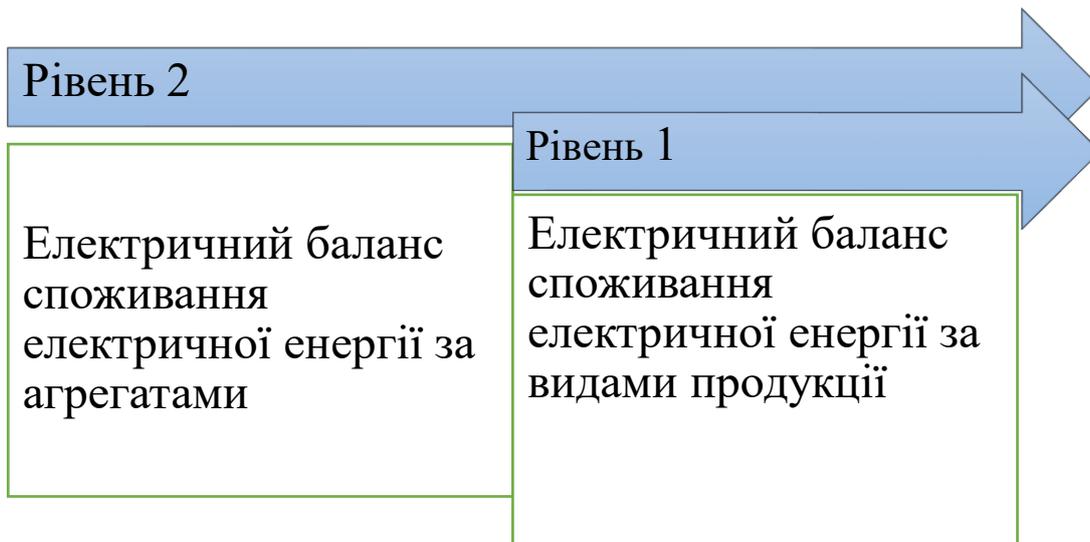
Достовірним слід вважати той варіант витратної частини балансу споживання

електроенергії, «сумарна» ймовірність появи якого є найбільшою.

Можливість та насамперед доцільність застосування тих чи інших методів для побудови електричних балансів на виробництві напряму залежить від рівня охоплення підприємства приладами обліку електроспоживання. На рисунку наведені умови здійснення обліку електроспоживання виходячи із можливих рівнів охоплення підприємства приладами обліку.



Побудова електричних балансів, а також їх подальший аналіз, здійснюється на двох рівнях: перший рівень передбачає побудову електробалансів за видами продукції, що виробляється на тому чи іншому підприємстві, а другий рівень передбачає побудову балансів за агрегатами, які виконують ту чи іншу роботу для виробництва певного виду продукції. Такий підхід дозволить певною мірою враховувати особливості кожного підприємства, спростувати розмірність задачі та отримувати більш обґрунтовані електричні баланси у більш зручному вигляді для подальшого контролю та аналізу енергоефективності.



Електричний баланс за видами продукції

Перший рівень побудови електричного балансу передбачає визначення основних видів продукції, які виробляються на тому чи іншому підприємстві.

Електричний баланс за агрегатами

Другий рівень побудови електричного балансу передбачає перш за все ознайомлення з технологічними схемами виробництва продукції. За їх допомогою визначається склад обладнання, яке задіяне у виробництві певного виду продукції, а також яке слугує основою для формування структури електричних балансів споживання електричної енергії за агрегатами.