

УДК 621.316.11

А.С. Бондарчук, канд. техн. наук,
Д.П. Низова, магістр,
Одес. нац. політехн. ун-т

ЗІСТАВЛЕННЯ ТЕОРЕТИЧНОГО І РЕАЛЬНОГО РОЗРАХУНКОВОГО ПИТОМОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ЖИТЕЛ В УМОВАХ МІСТА ОДЕСИ

А.С. Бондарчук, Д.П. Низова. Зіставлення теоретичного і реального розрахункового питомого електричного навантаження жител в умовах міста Одеси. Зіставлене теоретичне, яке обчислене за теорією ймовірності й чинними нормативами, та реальне розрахункове питоме електричне навантаження, визначене за інформацією автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії жител першого виду першого рівня електрифікації в умовах міста Одеси.

А.С. Бондарчук, Д.П. Низова. Сопоставление теоретической и реальной расчетной удельной электрической нагрузки квартир в условиях города Одессы. Сопоставлены теоретическая, вычисленная по теории вероятности и действующим нормативам, и реальная расчетная удельная электрическая нагрузка, полученная по информации автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии квартир первого вида первого уровня электрификации в условиях города Одессы.

A.S. Bondarchuk, D.P. Nizova. Comparison of the theoretical and the actual rated unit electric loading of the in the city of Odessa. Comparison of the theoretical, rated unit electric loading calculated by the theory of probability and the current regulations, with the actual one obtained according to the information of the automated system of commercial metering of the 1 type apartments of the 1 level of electrification in the city of Odessa, is presented.

Аналіз вітчизняних і зарубіжних наукових публікацій свідчить про те, що перші публікації щодо дослідження й обґрунтування електричних навантажень та його прогнозування з'явилися на початку ХХ століття, а щодо електричних навантажень житлових будинків — тільки в останні десятиліття [1, 2]. Режими електроспоживання, як відомо, є результатом підсумовування значної кількості складових, наслідком чого виявляється нормальний розподіл цих випадкових процесів. Нормальний розподіл імовірності є основою можливості і ефективності вживання загальних математичних процедур при вирішенні завдань статистичного аналізу і прогнозування режимів електроспоживання. Проте зіставлення теоретичних прогнозів з реальними значеннями електричних навантажень жител житлових будинків фактично відсутнє.

Досягнення економії матеріальних і енергетичних ресурсів можливе за рахунок уточнення розрахункових проектних нормативних показників електричного навантаження жител шляхом дослідження реального навантаження і математичного моделювання графіків електричного навантаження, їх аналізу та прогнозування. Для цього здійснено соціологічне опитування мешканців жител щодо наявності електропобутових приладів та їх режиму роботи, отримано інформацію автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ) щодо параметрів графіків електричного навантаження цих жител, розроблено теоретичну і реальну математичну модель їх динаміки, оцінено похибки теоретично обчисленого відносно реального питомого електричного навантаження для 120 жител першого виду першого рівня електрифікації 10-поверхового будинку в умовах міста Одеси.

Вихідними даними теоретичного обчислення питомих електричних навантажень жител є результати очного соціологічного опитування мешканців цього будинку за опитувальними анкетами щодо наявності електропобутових приладів, потужності та режиму їх роботи. При здійсненні опитування важко врахувати всі чинники, які впливають на формування електричного навантаження, через що виникає ймовірність помилок в інтерпретації динаміки електричного навантаження, проте при всій суб'єктивності сприйняття отриманої інформації основний її зміст відбиває й об'єктивні процеси в електропостачанні житлового будинку.

© А.С. Бондарчук, Д.П. Низова, 2011

Наводиться тижневий графік навантаження одного із характерних жител першого виду першого рівня електрифікації, побудованого за інформацією АСКОЕ (рис. 1).

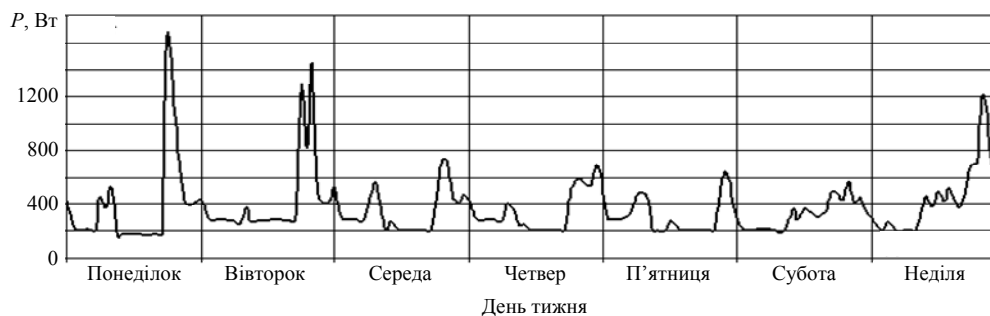


Рис. 1. Результат обробки інформації АСКОЕ щодо електричного навантаження житла першого виду першого рівня електрифікації 10-поверхового будинку протягом тижня

Максимальне електричне навантаження цього житла за інформацією АСКОЕ протягом тижня не перевищує 1,7 кВт, мінімальне — 0,2 кВт.

З генеральної сукупності вихідної інформації АСКОЕ щодо 120 жител відібрано вибірки характерних 12 жител житлового будинку з різною кількістю мешканців, кімнат (табл. 1).

Таблиця 1

Дані характерних 12 жител першого виду першого рівня електрифікації житлового 10-поверхового будинку

№ з/п квартири	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Кількість кімнат	3	1	2	3	3	1	2	3	3	1	2	3
Кількість мешканців	4	2	2	3	3	1	2	4	3	1	3	2
Найменування, потужність електроприладу, кВт / тривалість роботи приладу, год/добу												
Електрочайник				0,9/0,08	1,5/0,1	1/0,08		1,5/0,16		1,5/0,1		1,5/0,16
Праска			1/0,05	0,8/0,17		0,8/0,01		1/0,12	1,5/0,05	0,01/0,8	0,01/0,8	
Пилосос	1,5/0,07		2,2/0,03	2,4/0,07	1,8/0,1	2,2/0,03		2,5/0,08	1,5/0,07	2,4/0,02		1,8/0,02
Пральна машина	1,8/0,29	2/0,1		2/0,43	2/0,1	1,9/0,2		2,2/0,07	2/0,1		2/3	1,9/0,2
Мікрохвильова піч				1,2/0,16		1,2/0,02		1,2/0,29	0,9/0,14	1,2/0,07	1,2/0,21	
Комп'ютер			0,15/5	0,15/5		0,18/3	0,2/8	0,15/5			0,2/6	
Телевізор	0,12/3	0,1/1,5	0,1/2	0,14/3	0,15/3	0,13/2		0,14/3	0,13/2	0,15/1	0,13/2	0,14/6
Кондиціонер				2,5/2				2,5/2				2,5/4
Холодильник	0,2/12	0,2/12	0,3/12	0,3/12	0,16/12	0,2/12	0,15/12	0,3/12	0,16/12	0,2/12	0,15/12	0,3/12
Освітлювальні прилади	0,65/10	0,3/10	0,5/10	0,65/10	0,65/10	0,34/10	0,5/10	0,65/10	0,65/10	0,34/10	0,5/10	0,65/10
Підсумкова встановлена потужність, кВт	4,27	2,6	4,25	11	6,26	7,95	0,85	12,1	6,84	5,8	4,19	8,79
Електроспоживання добове, кВт-год	9,89	5,7	9,67	17,7	9,4	7,16	8,4	17,3	9,19	6,24	14,5	11,6
Середній максимум навантаження, кВт	0,83	0,5	0,86	2,66	1,12	1,19	0,36	2,82	1,24	0,92	0,76	2,38
Середня ймовірність ввімкнення групи приладів	0,19	0,2	0,2	0,24	0,18	0,15	0,42	0,23	0,18	0,16	0,18	0,27

Коефіцієнт кореляції Пірсона, який є безрозмірним індексом в інтервалі від $-1,0$ до $1,0$ включно, відображає ступінь лінійної залежності між двома множинами даних (табл. 2).

Таблиця 2

Критерії оцінювання тісноти зв'язку між двома властивостями

Величина коефіцієнта кореляції	0,1...0,3	0,3...0,5	0,5...0,7	0,7...0,9	0,9...1,0
Характеристика сили зв'язку	слабкий	середній		сильний	
		помірний	помітний	високий	надвисокий

Використовуючи пакет аналізу даних MS Excel, побудовано кореляційну матрицю, яка свідчить про сильний зв'язок між множинами даних, а саме між кількістю жител і споживаною електроенергією, що складає 0,898817 (табл. 3).

Таблиця 3

Кореляційна матриця

Показник	Електроспоживання	Кількість кімнат	Кількість мешканців	Кількість жител	$P_{уст}$ електроприладів
Електроспоживання	1				
Кількість кімнат	0,988586	1			
Кількість мешканців	0,982336	0,995742	1		
Кількість жител	0,898817	0,902065	0,895197	1	
$P_{уст}$ електроприладів	0,981596	0,976904	0,959698	0,891941	1

Середня ймовірність ввімкнення групи побутових електроприладів у даний момент за деякий період часу може визначатись за формулою [2]

$$\bar{p} = \frac{w_1 + \dots + w_i}{(p_{уст.1} + \dots + p_{уст.i})T},$$

де w_i — кількість електроенергії, споживаної i -м електроприладом за період часу T ;
 $p_{уст.i}$ — установлена потужність групи електроприладів житла, яка носить умовний характер.

Споживання електроенергії житла можна визначити за формулою

$$W_{ж} = \sum P_{уст} \bar{p} T_{в},$$

де $T_{в}$ — час роботи електропобутових приладів.

Питоме розрахункове електричне навантаження жител може визначатись як

$$P_{ж.п} = \frac{P_{ж.N}}{N},$$

де $P_{ж.N}$ — розрахункове електричне навантаження групи жител N із однаковим питомим розрахунковим електричним навантаженням, приведене до точки їх приєднання до лінії живлення.

Кількість годин використання максимуму активної електроенергії в залежності від кількості жител n першого виду першого рівня електрифікації, які приєднані до даної точки електричної мережі, може визначатись за емпіричною формулою [2]

$$T_{макс.а} = \frac{750\sqrt{n}}{0,3\sqrt{n} + 1}.$$

За даними будівельних норм [3] та обчислених за середньою ймовірністю роботи групи побутових електроприладів і за інформацією АСКОЕ побудовано тренди питомого розрахунку

кового електричного навантаження жител p_{pi} шляхом апроксимації кубічною поліноміальною кривою даних (рис. 2). Отримані рівняння для кожного з трендів та достовірність апроксимації R^2 такі:

$$p_{n1} = -0,0026n^3 + 0,0695n^2 - 0,728n + 5,6146 ; \\ R_1^2 = 0,9953 ;$$

$$p_{n2} = -0,0009n^3 + 0,0427n^2 - 0,6689n + 4,1964 ; \\ R_2^2 = 0,9987 ;$$

$$p_{n3} = -0,0017n^3 + 0,0533n^2 - 0,6684n + 3,6336 ; \\ R_3^2 = 0,966 .$$

Величина достовірності апроксимації свідчить, що лінія тренда має високу надійність.

Зіставлення теоретично обчисленого за соціологічним опитуванням і теорією ймовірності, чинних нормативів за будівельними нормами та реального розрахункового питомого електричного навантаження за інформацією АСКОЕ показало, що чинні нормативи за будівельними нормами виявляються вищими на 30...60 % від значень реальних та за результатами обробки даних соціологічного опитування. Очевидно, що для отримання остаточних результатів необхідно обстежити значно більшу кількість жител різних видів і рівнів електрифікації, що підвищить економію матеріальних і енергетичних ресурсів за рахунок уточнення розрахункових чинних нормативних показників при проектуванні аналогічних об'єктів.

Література

1. Bunn, D.W. Comparative models for electrical load forecasting / D.W. Bunn, E.D. Farmer. — London: John Wiley & Sons, LTD, 1985. — 200 с.
2. Тульчин, И.К. Электрические сети и электрооборудование жилых и общественных зданий / И.К. Тульчин, Г.И. Нудлер. — М.: Энергоатомиздат, 1990. — 480 с.
3. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення. ДБН В. 2.5-23-2003. — К.: Держ. ком. України з буд-ва та арх., 2004. — 129 с.

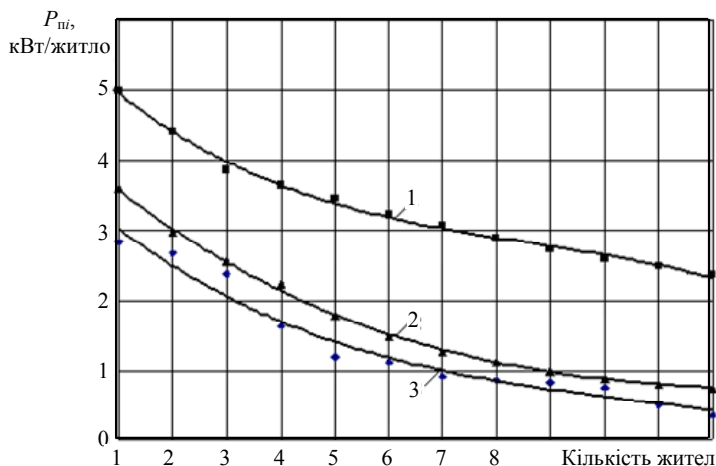


Рис. 2. Результат апроксимації значень розрахункової питомої електричної потужності залежно від кількості жител : 1 — за Державними будівельними нормами, 2 — за даними соціологічного опитування й теорією ймовірності, 3 — за даними АСКОЕ

Рецензент канд. техн. наук, доц. Одес. нац. політехн. ун-ту Бушер В.В.

Надійшла до редакції 11 січня 2011 р.