

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОНОМІЧНОСТІ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В ЖИТЛОВОМУ СЕКТОРІ

О.В.Мартинюк, канд.техн.наук
Інститут електродинаміки НАН України,
пр. Перемоги, 56, Київ-57, 03680, Україна.
E-mail: samark@ukr.net

Робота присвячена аналізу та моделюванню споживання електроенергії в житловому секторі. Проведено аналіз тарифної політики в Україні, чисельно показано переваги використання двозонного обліку електроенергії на прикладі окремої квартири. Побудовано математичну модель електроспоживання квартири із урахуванням впливу календарних, метеорологічних та астрономічних факторів. Використання моделі дозволяє виконувати прогнозування місячного споживання електроенергії у квартирі та кількісно оцінити ефективність заходів із енергозбереження. Бібл. 6, табл. 3, рис. 4.

Ключові слова: багатозонний облік електроенергії, житловий сектор, математична модель, підвищення енергоефективності, споживання електроенергії, тариф.

Однією із ключових задач об'єднаної електроенергетичної системи України та суб'єктів господарювання є економія та раціональне використання енергоресурсів. Особливої актуальності вони набувають у нинішніх умовах перманентного зростання дефіциту власних первинних енергоресурсів, посилення екологічних норм і правил та зношеності основного устаткування. Одним із інструментів, що сприяє підвищенню енергоефективності енергосистеми в цілому, є затверджений постановою Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики і комунальних послуг (НКРЕКП), багатозонний облік електроенергії, який економічно сприяє зниженню втрат в енергосистемі. Введення двозонного та тризонного диференційованих тарифів покликано економічно стимулювати споживачів до вирівнювання добового графіку сумарного електричного навантаження (СЕН) енергосистеми. Переваги багатозонного обліку електроенергії активно використовуються промисловістю країни, особливо великими енергоємними підприємствами гірничо-металургійного комплексу, що працюють у безперервному режимі роботи.

За даними ДП «Енергоринок» у період 2005-2015р. в Україні відбулися суттєві зміни в структурі споживання електроенергії (СЕ), які характеризуються зниженням СЕ промисловістю (з 77864 до 50288 ГВт·год/рік) при одночасному зростанні електроспоживання населенням (з 26444 до 36380 ГВт·год/рік). Зміна структури електроспоживання суттєво впливає на форму добового графіку СЕН енергооб'єднання України. Зокрема, спостерігається посилення його нерівномірності, а отже і витрат на виробництво електроенергії. виправити ситуацію можна шляхом економічного стимулювання населення до участі у вирівнюванні добового графіку сумарного електричного навантаження за рахунок використання багатозонного обліку електроенергії. Проте багатозонний облік електроенергії не користується популярністю серед населення внаслідок різних причин. Зокрема, громадяни недостатньо проінформовані про переваги та недоліки зазначеного тарифу, відсутні серед широкого загалу дані про розрахунок економічної ефективності такого тарифу на конкретних прикладах. Таким чином, в умовах перманентного подорожчання вартості електроенергії, набувають актуальності порівняльні розрахунки економічної доцільності використання багатозонного обліку електроенергії та інших заходів із енергозбереження в житловому секторі.

Метою роботи є обґрунтування економічної доцільності застосування багатозонного обліку електроенергії населенням на основі реальних даних СЕ житлового приміщення з урахуванням фактичних та майбутніх тарифів, прийнятих в Україні; на підставі розробленої багатофакторної моделі СЕ визначити складові витрат електроенергії по окремих групах споживачів у житловому приміщенні, оцінити їхню вартість та потенційну ефективність заходів із енергозбереження.

Наведемо динаміку зростання вартості кВт·год електричної енергії для великої групи електроспоживачів – населення, що проживає в негазифікованих багатоквартирних будинках, обладнаних електроплитами (табл. 1), згідно з нормативними документами НКРЕКП. Зазначена підгрупа електроспоживачів має найвищі темпи приросту СЕ. Відповідно до [5], починаючи з квітня 2015р., тариф на електроенергію для населення уніфіковано, тобто отримані результати будуть актуальні і для решти

громадян, що проживають в будинках інших типів. Відповідно до табл. 1 за період 2011-2015 років для зазначеної групи було сім етапів подорожчання, а до березня 2017, відповідно до [5], заплановано ще три етапи.

Таблиця 1			
Період	до 250кВт·год, коп.	250-800 кВт·год, коп.	Макс. ціна, коп.
до 31.01.2011			18,72
01.02.2011 – 31.03.2011	18,72		24,36
01.04.2011 – 31.04.2012	21,54		28,02
01.05.2012 – 30.05.2012	21,54	28,02	42
01.07.2012 – 31.05.2014	21,54	28,02	95,76
01.06.2014 – 01.04.2015	23,7	32,22	134,04
	до 100кВт·год, коп.	100-600 кВт·год, коп.	Макс. ціна, коп.
01.04.2015 – 31.08.2015	36,6	63	140,7
01.09.2015 – 28.02.2016	45,6	78,9	147,9
01.03.2016 – 31.08.2016	55	99	156
01.09.2016 – 28.02.2017	71	129	164
після 01.03.2017	90	168	168

Згідно з табл. 1, з метою стимулювання зменшення СЕ населенням за дешевшим у порівнянні із промисловістю тарифом НКРЕКП, починаючи з лютого 2011р., запровадила прогресивну шкалу вартості електроенергії за принципом – більше споживаєш, більше платиш. При цьому пільгові обсяги електроенергії поступово знижуються і з березня 2017 року заплановано виділяти на пільгове електроспоживання лише 100 кВт·год, а все, що перевищує, сплачувати за єдиним тарифом.

На рис. 1 показано порівняльні графіки питомої вартості однієї кВт·год електричної енергії залежно від обсягу місячного електроспоживання для тарифів різних періодів з урахуванням прийнятих пільгових обсягів споживання. На рис. 2 – графіки динаміки вартості однієї кВт·год електричної енергії за період 01.01.2011 – 31.03.2017 рр. для трьох зазначених обсягів місячного споживання.

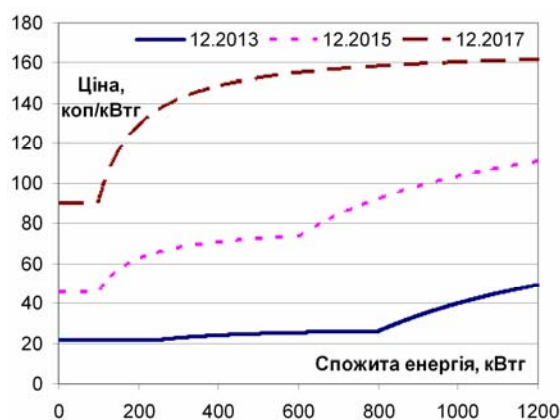


Рис. 1

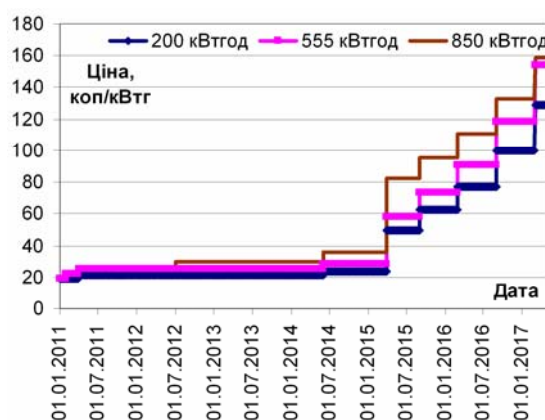


Рис. 2

Відповідно до наведених графіків, питома вартість однієї кВт·год електроенергії для населення суттєво зростає, особливо при збільшенні обсягу місячного споживання, починаючи з 01.06.2014, проте вирівнюється, починаючи з березня 2017р. Таким чином, запланований чотирирічний перехідний період прогресивних тарифів має економічно стимулювати населення до радикального зменшення електроспоживання.

З метою пом'якшення фінансового навантаження та заохочення економічними стимулами населення до вирівнювання добового графіку СЕН енергооб'єднання НКРЕКП прийняла рішення [6] збільшити знижку на електроенергію, спожиту в нічний період з 23:00 до 07:00. Для власників двозонних лічильників, починаючи з 01.04.2015, ваговий коефіцієнт за спожиту у нічний період електроенергію зменшено з 0,7 до 0,5. При цьому ваговий коефіцієнт за спожиту у денний період електроенергію в межах двозонного тарифу залишився без змін – «1». Знижка за спожиту в нічний час електроенергію для власників тризонних лічильників не змінилася і становить 60%.

Чисельно покажемо переваги та особливості застосування двозонного тарифу для населення. Об'єктом дослідження обрано трикімнатну квартиру в багатоповерховому житловому будинку. Квартира обладнана електроплитою, електробойлером та допоміжною системою електрообігріву типу «тепла підлога». Уведена потужність становить 10 кВт. Протягом трирічного періоду (2011-2013 рр.) проводився контроль витрат електроенергії у квартирі, що передбачав: фіксацію помісячного споживання електроенергії у двозонному режимі обліку електроенергії (день/ніч); управління електрообігрівом підлоги; управління електропідігрівом води.

Електропідігрів приміщення проводився із використанням двох нагрівальних матів системи «тепла підлога», прокладених під кахлем, загальною потужністю 1,9 кВт. Увімкнення (вимкнення) електропідігріву підлоги проводилося першого числа вересня/жовтня (вимкнення – першого числа травня/червня) залежно від температури зовнішнього повітря. Робота матів контролювалася електронним таймером із вбудованим датчиком температури, що підтримував температуру підлоги/повітря на заданому комфортному рівні.

На рис. 3 показано графіки сумарного помісячного споживання електроенергії в квартирі за 2011-2013 роки, а також місячного споживання у режимі день/ніч, починаючи з вересня 2011 року.

Частка участі спожитої в денний/нічний період електроенергії у пільговому обсязі розраховується пропорційно до загального електроспоживання. Таким чином, з урахуванням пільгових обсягів електроенергії (табл. 1) та двозонного обліку розрахунок вартості спожитої електроенергії виконаємо за наступними формулами:

$$C_H^i = K_H \left(\left(\sum_{z=1}^{z<Z} (W_z * C_z) \right) \frac{W_H^i}{W_H^i + W_D^i} + C_Z * \left(W_H^i - \left(\sum_{z=1}^{z<Z} (W_z) \right) * \frac{W_H^i}{W_H^i + W_D^i} \right) \right); \quad (1)$$

$$C_D^i = \left(\sum_{z=1}^{z<Z} (W_z * C_z) \right) \frac{W_D^i}{W_H^i + W_D^i} + C_Z * \left(W_D^i - \left(\sum_{z=1}^{z<Z} (W_z) \right) * \frac{W_D^i}{W_H^i + W_D^i} \right); \quad (2)$$

$$C_3^i = C_H^i + C_D^i; \quad (3)$$

де i – індекс місяця, K_H – коефіцієнт зниження ціни для нічного періоду при двозонному обліку електроенергії (до 31.03.2015 – 0,7, після – 0,5). Для однозонного обліку $K_H=1$, W_z – пільговий обсяг електроенергії z -ї зони, Z – загальна кількість зон, C_z – вартість 1 кВт·год електроенергії z -ї зони, C_Z – вартість 1 кВт·год електроенергії останньої Z -ї зони (максимальна ціна 1 кВт·год спожитої електроенергії в i -му місяці), W_H^i – обсяг споживання електроенергії у i -му місяці за нічним тарифом, W_D^i – обсяг споживання електроенергії у i -му місяці за денним тарифом, C_H^i – вартість спожитої електроенергії у i -му місяці за нічним тарифом, C_D^i – вартість спожитої електроенергії у i -му місяці за денним тарифом, C_3^i – загальна вартість спожитої електроенергії у i -му місяці.

Для прикладу проведемо розрахунок вартості спожитої у грудні 2013 року електроенергії за тарифами 2013, 2015 та 2017 років. Відповідно до рис. 3, у грудні 2013 року спожито 749 кВт·год електричної енергії, з них 632 кВт·год у денний період та 117 кВт·год – у нічний. Для коректного застосування формул (1)–(3) слід визначити, якій зоні відповідає загальний обсяг спожитої електроенергії. Для грудня 2013 р. був дійсний тариф із трьома зонами, що включав дві пільгові (0–250 кВт·год, 250–800 кВт·год). Таким чином обсяг у 749 кВт·год відповідав другій зоні, тобто $z=1$, $Z=2$. Для тарифу грудня 2015 р. (табл. 1) характерні три зони зі своєю ціною за 1 кВт·год електроенергії. Оскільки $749 > 600$, то параметри формул (1)–(3) наступні:

$$z=1, W_1 = 100 \text{ кВт·год}, C_1^i = 45,6 \text{ коп.}, \text{ перша пільгова зона } 0\text{--}100 \text{ кВт·год};$$

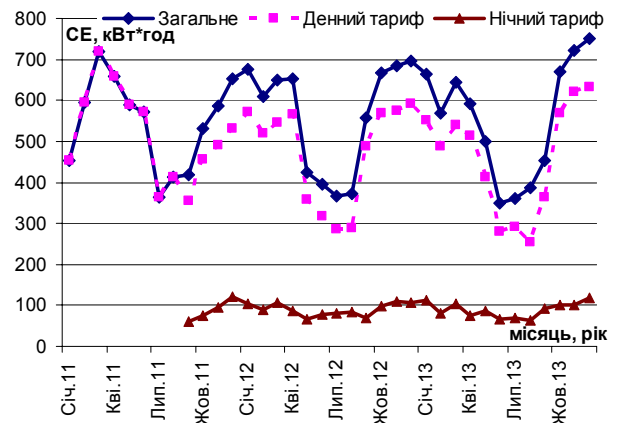


Рис. 3

$z=2, W_2 = 500$ кВт·год, $C_2^i = 78,9$ коп., друга пільгова зона $100 - 600$ кВт·год;

$Z=3, C_3^i = 147,9$ коп., загальна непільгова зона > 600 кВт·год.

Таким чином, вартість спожитої протягом місяця електричної енергії за нічні години відповідно до (1)

$$C_H^i = 0,5 * (100 * 45,6 + 500 * 78,9) * \frac{117}{749} + 147,9 * \left(117 - 600 * \frac{117}{749} \right);$$

$$C_H^i = 5160 \text{ коп} = 51,6 \text{ грн.}$$

Вартість спожитої протягом місяця електричної енергії за денні години (2)

$$C_D^i = (100 * 45,6 + 500 * 78,9) * \frac{632}{749} + 147,9 * \left(632 - 600 * \frac{632}{749} \right);$$

$$C_D^i = 55730 \text{ коп} = 557,3 \text{ грн.}$$

Загальна ціна спожитої електроенергії $C_3^i = 51,6 + 557,3 = 608,9$ грн/міс.

Таким чином, у даному випадку місячна економія коштів за електроенергію внаслідок використання двозонного тарифу, розрахована за формулою $(1 - K_H) \cdot \frac{C_H}{K_H}$, становить: $0,5 * 51,6 / 0,5 = 51,6$

грн., або у відносних величинах $100 * 51,6 / 608,9 = 8,47$ %, тобто економія досить суттєва.

Проведено аналогічні розрахунки по решті місяців за період 2012-2013 років для трьох типів тарифів. Отримані значення електроспоживання та порівняльні розрахунки вартості спожитої електроенергії за одно- та двозонним обліком наведені в табл. 2. Згідно з отриманими результатами (табл. 2), середньомісячне зниження оплати за поточним тарифом внаслідок застосування двозонного обліку електроенергії навіть без регулювання та перенесення часу роботи електроприймачів становить до 8,5% і в абсолютному вираженні зростатиме через подальший ріст тарифів на електроенергію.

Таблиця 2			
Параметри електроспоживання			
Загальне електроспоживання за два роки, кВт·год	13412		
Середньомісячне електроспоживання, кВт·год	558		
Електроспоживання у нічний період (23:00 - 7:00) за два роки, кВт·год	2147		
Середньомісячне електроспоживання у нічний період (23:00 - 7:00), кВт·год	89		
Максимальне місячне споживання/у нічний час, кВт·год	749/117		
Мінімальне місячне споживання/у нічний час, кВт·год	348/67		
Вартість електроенергії, тариф грудня	2013р.	2015р.	2017р.
Загальні видатки за однозонним тарифом, грн	3369,36	10395,56	20660,88
Середньомісячні видатки за однозонним тарифом, грн	140,39	433,15	860,87
Загальні видатки за двозонним тарифом, грн	3191,42	9518,45	18908,21
Середньомісячні видатки за двозонним тарифом, грн	132,98	396,60	787,84
Середньомісячна економія, грн	7,41	36,55	73,03
% середньомісячної економії	5,28	8,44	8,48
Максимум місячних видатків за однозонним тарифом, грн	193,80	661,17	1181,11
Максимум місячних видатків за двозонним тарифом, грн	184,68	609,29	1088,43
Максимальна місячна економія, грн	9,12	51,88	92,68

Проведемо аналіз та моделювання споживання електроенергії в квартирі з метою визначення оптимальних шляхів підвищення енергоефективності помешкання. Запропоновано використати наступну математичну модель місячного споживання електроенергії W_i квартири [3]:

$$W_i^{mic} = K_i \left(W^{баз} + W_i^{Tp} + W_i^{метео} + W_i^{асмп} + W_i^{зал} \right), \quad (4)$$

де K_i – коефіцієнт, що визначає ефективну кількість днів в i -му місяці року; $W^{баз}$ – базова складова добового споживання електроенергії квартири; W_i^{Tp} – трендова складова СЕ, що характеризує помісячне зростання (падіння) споживання електроенергії; $W_i^{метео}$ – метеорологічна складова СЕ, що пов'язана із використанням засобів електричного опалення в i -му місяці року; $W_i^{асмп}$ – астрономічна складова СЕ, що характеризує величину витрат електроенергії на штучне освітлення; $W_i^{зал}$ – залишкова складова, що характеризує похибку математичної моделі СЕ, i – порядковий номер місяця з початку вибірки.

Інтенсивність використання електроенергії корелюється з ймовірністю перебування її мешканців у квартирі. Таким чином, очікуване споживання електроенергії у вихідні та святкові дні є вищим, ніж у будні. Додатково це твердження підсилюється встановленими часовими параметрами таймеру електрообігріву підлоги. Неоднорідність загальної кількості а також співвідношення робочих/вихідних днів у кожному місяці року впливає на рівень місячного споживання електроенергії квартири. Оскільки наявні вихідні дані (місячне СЕ) не дозволяють напряму розрахувати споживання електроенергії в окремі дні тижня, то в математичну модель (4) запропоновано ввести коефіцієнт K_i для визначення ефективної кількості днів у i -му місяці року.

Процедура визначення K_i полягає у наступному:

1. Для кожного i -го місяця передісторії ($i=1...n$, де n – загальна кількість місяців у вибірці даних) визначається кількість робочих ($D_i^{роб}$) та неробочих ($D_i^{вих}$) днів.

2. Ефективна кількість днів K_i у i -му місяці визначається за формулою $K_i = a_1 D_i^{роб} + a_2 D_i^{вих}$, де a_1, a_2 – вагові коефіцієнти, що розраховуються внаслідок мінімізації дисперсії значень добового споживання електроенергії

$$D = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} \left(\frac{W_i^{mic}}{K_i} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} \left(\frac{W_i^{mic}}{K_i} \right) \right)^2 \rightarrow \min, \quad (5)$$

із наступним обмеженням: $\sum_{i=1}^n K_i = \sum_{i=1}^{i=n} (D_i^{роб} + D_i^{вих})$.

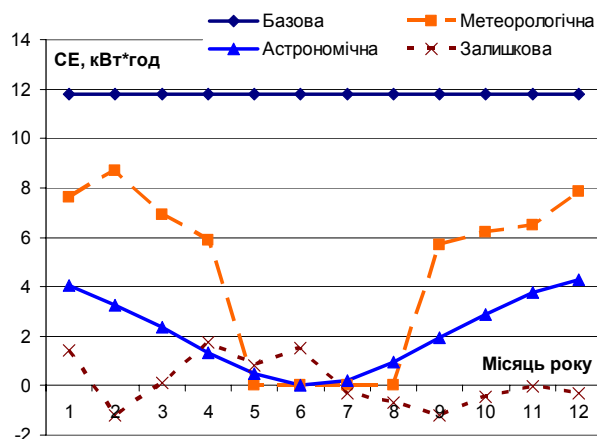


Рис. 4

Виділення та моделювання окремих компонент моделі (4) проводилося на основі статистичного аналізу нестационарних часових рядів та використання нелінійних регресійних моделей [2, 4]. Запропонована методика апробувалася на наведених вище даних місячного СЕ квартири. Розраховані за формулою (5) значення вагових коефіцієнтів для визначення ефективної кількості днів у місяці становлять: $a_1 = 0,95$, $a_2 = 1,11$. Використання цих коефіцієнтів дозволило знизити середньоквадратичне відхилення середньомісячних значень СЕ на 4,6% (з 4,29 кВт*год до 4,10 кВт*год). За період спостереження в квартирі не зростала кількість і потужність електроспоживачів та не змінювалася кількість мешканців. Таким чином, у даному випадку трендовою складовою моделі (4) можна знехтувати. На рис. 4 показано результати моделювання усіх складових математичної моделі на річному інтервалі часу на прикладі 2012р., що характеризувався значними коливаннями температури повітря у зимові місяці.

Проведемо аналіз отриманих результатів. Залишкова складова математичної моделі (4) має нормальний закон розподілу згідно з критерієм узгодженості χ^2 Пірсона [1], її середнє та середньоквадратичне відхилення похибки становлять 0,12 та 1,0 кВт*год відповідно.

Розраховане значення базової складової середньодобового СЕ квартири становить $W^{баз}=11,8$ кВт·год. Таким чином, витрати електроенергії на приготування їжі, електропідігрів води, роботу холодильника, пральної машини та інших побутових електроприладів за рік (з урахуванням ефективної кількості днів, K_i , на прикладі 2012р.) становлять

$\sum_{i=1}^{12} K_i W_i^{баз} = 11,8 * (30,99 + 29,35 + 30,72 + 29,90 + 30,45 + 29,63 + 31,26 + 30,99 + 29,9 + 31,53 + 30,44 + 30,72) = 4322,4$ кВт·год, що в грошовому еквіваленті (з урахуванням помісячного загального обсягу споживання та однозонного тарифу відповідно до табл. 1 і рис. 1) становить 1079 грн. згідно з тарифом грудня 2013 року, або 3332 грн. станом на грудень 2015р, або 6625 грн. станом на березень 2017р. Кількісні оцінки інших складових споживання електроенергії математичної моделі (4) за 2012 рік представлено в табл. 3.

Складові електроспоживання	Тариф грудня, грн		
	2013р.	2015р.	2017 р.
Базова складова СЕ, 4322,4 кВт·год	1078	3332	6625
Метеорологічна складова СЕ, 1685,4 кВт·год	431	1365	2631
Астрономічна складова СЕ, 778,8 кВт·год	199	633	1214
Залишкова складова СЕ, 42,8 кВт·год	11	35	65
Сумарно за рік, 6827,9 кВт·год	1719	5365	10535

Виділення окремих складових СЕ дозволяє визначити найбільш ефективні напрямки впровадження енергозберігаючих технологій. Зокрема, економічний ефект від утеплення квартири

внаслідок зниження метеорологічної складової СЕ може досягати 2631 грн. на рік. Використання енергоефективніших освітлювальних ламп (наприклад – світлодіодних) дозволить в рази зменшити астрономічну складову споживання електроенергії. Раціональне використання електропобутових приймачів та перенесення навантаження на нічний період при застосуванні двозонного обліку дозволить знизити базову складову спожитої електроенергії і загалом сприятиме зменшенню видатків.

Висновки.

1. Проведено аналіз тарифів на електричну енергію в Україні за 2011-2017 роки. Розраховано ретроспективні, фактичні та прогнозні значення питомої вартості однієї кВт·год електричної енергії при різних обсягах місячного споживання електроенергії на прикладі житлової квартири в негазифікованому багатоповерховому будинку.

2. Досліджено питання економічності доцільності застосування багатозонного обліку електроенергії населенням на прикладі реальних даних про електроспоживання житлової квартири за трирічний період. Показано, що використання двозонного обліку електроенергії в житловій квартирі дозволить зменшити видатки за спожиту електроенергію в середньому на 8,5% без залучення будь-яких заходів щодо перенесення часу роботи електроприладів.

3. Запропоновано математичну модель споживання електроенергії в житловому приміщенні, що враховує календарні, метеорологічні та астрономічні фактори. Апробацію моделі проведено на реальних даних електроспоживання житлової квартири, що дозволило кількісно оцінити споживання електроенергії окремими групами електроприймачів, пов'язаних із впливом зазначених факторів. Отримані результати дозволяють визначити першочергові заходи із енергозбереження в житловому приміщенні та кількісно оцінити їхню економічну ефективність. Запропонована модель дозволяє виконати середньостроковий прогноз помісячних значень споживання електроенергії житлового приміщення на потрібний період.

1. Айвазян С.А., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д. Прикладная статистика: Основы моделирования и первичная обработка данных. – М.: Финансы и статистика, 1983. – 471 с.

2. Мартинюк О.В. Врахування впливу астрономічних факторів на електричне навантаження обласної енергосистеми із суттєвою часткою промислового електроспоживання // Енергетика та електрифікація. – 2015. – № 10. – С. 36 – 41.

3. Мартинюк О.В. До питання підвищення енергоефективності в комунально-побутовому секторі // Енергетика та електрифікація. – 2014. – № 6. – С. 52 – 57

4. Черненко П.О. Ідентифікація параметрів математичної моделі для короткострокового прогнозування електричного навантаження енергооб'єднання / Науковий вісник Академії муніципального управління, серія «Техніка». – 2010. – Вип. 1. – С. 168 – 179.

5. Постанова Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики і комунальних послуг № 220 від 26.02.2015р.

6. Постанова НКРЕКП № 221 від 26.02.2015 р.

УДК 621.311:681.317

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧНОСТИ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЖИЛИЩНОМ СЕКТОРЕ

А.В. Мартынюк, канд.техн.наук
Институт электродинамики НАН Украины,
пр. Победы, 56, Киев-57, 03680, Украина,
E-mail: samark@ukr.net

Работа посвящена анализу и моделированию потребления электроэнергии в жилом секторе. Проведен анализ тарифной политики в Украине, численно показаны преимущества использования двухзонного учета электроэнергии на примере отдельной квартиры. Построена математическая модель электропотребления квартиры с учетом влияния календарных, метеорологических и астрономических факторов. Использование модели позволяет выполнять прогнозирования потребления электроэнергии в квартире и количественно оценить эффективность мероприятий по энергосбережению. Библиограф. 6, табл. 3, рис. 4.

Ключевые слова: многозонный учет электроэнергии, жилой сектор, математическая модель, повышение энергоэффективности, потребление электроэнергии, тариф.

WAYS TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF ELECTRICITY CONSUMPTION IN THE RESIDENTIAL SECTOR

Martyniuk O.
Institute of Electrodynamics National Academy of Science of Ukraine,
pr. Peremohy, 56, Kyiv-57, 03680, Ukraine,
E-mail: samark@ukr.net

This paper deals with the analysis and modeling of energy consumption in the residential sector. An analysis of tariff policy in Ukraine is numerically shown the advantages of using two-zone metering system at the example of a private apartment. A mathematical model of energy consumption with the influence of the apartment calendar, meteorological and astronomical factors. Using the model enables the prediction of electricity consumption in the apartment and to quantify the effectiveness of energy conservation measures. References 6, tables 3, figures 4.

Keywords: multi-zone calculation of electric energy, the residential sector, the mathematical model, energy efficiency, energy consumption, rate.

1. Aivazian S., Eniukov I., Meshalkin L. Applied statistics: basics of modeling and primary data processing. – Moskva: Finansy i Statistika, 1983. – 471 p. (Rus)

2. Martyniuk O. Accounting impact of astronomical factors on electrical load of regional power systems with a significant share of industrial electricity consumption // Enerhetyka ta Elektryfikatsiia. – 2015. – No 10. – Pp. 1–6. (Ukr)

3. Martyniuk O. On the issue of energy efficiency in the municipal sector // Enerhetyka ta Elektryfikatsiia. – 2014. – No 6. – Pp. 52–57. (Ukr)

4. Chernenko P. Parameter identification of mathematical model for short-term forecasting electricity load of united power system // Naukovyi Visnyk Akademii munitsypalnoho upravlinnia, seriia «Tekhnika». – 2010. – Vol. 1. – Pp. 168 – 179. (Ukr)

5. Resolution of the National Commission, which performs state regulation in the energy and municipal services № 220 from 26.02.2015. (Ukr)

6. NKREKP Resolution № 221 from 26.02.2015. (Ukr)

Надійшла 03.02.2016
Остаточний варіант 16.02.2016