

УДК [640.5.066.2:66.12.3]:378.4

О. М. ПШІНЬКО¹, В. Г. КУЗНЕЦОВ², М. В. ШАПТАЛА^{3*}, Д. Є. ШАПТАЛА⁴

¹Каф. «Будівлі та будівельні матеріали», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпропетровськ, Україна, 49010, тел. +38 (056) 373 15 46, ел. пошта pshinko@r.diit.edu.ua, ORCID 0000-0002-1598-2970

²Каф. «Електропостачання залізниць», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпропетровськ, Україна, 49010, тел. + 38 (056) 373 15 25, ел. пошта vkuz@i.ua, ORCID 0000-0003-4165-1056

^{3*}Каф. «Теплотехніка», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпропетровськ, Україна, 49010, тел. + 38 (056) 373 15 87, ел. пошта maxshaptala@gmail.com, ORCID 0000-0002-1235-1073

⁴Каф. «Теплотехніка та газопостачання», Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24 а, Дніпропетровськ, Україна, 49600, тел. + 38 (0562) 46 93 49, 47 17 22, ел. пошта darina.shaptala@gmail.com, ORCID 0000-0002-1045-0801

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ОБСЯГІВ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ТА ТЕПЛОТИ НАУКОВИМИ ПІДРОЗДІЛАМИ УНІВЕРСИТЕТУ

Мета. Ефективне споживання природних енергетичних ресурсів є одним із пріоритетних напрямів державної політики в сфері управління навчальними закладами та установами Міністерства освіти і науки України. Окрім пошуку й розроблення нових ефективних та екологічно чистих енергетичних систем необхідна реалізація оптимального управління розвитком та експлуатацією існуючих об'єктів, зниження їх енерговитрат. Метою даної роботи є розробка методики розрахунку обсягів споживання електричної енергії та теплоти науковими підрозділами Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна (ДНУЗТ) для подальшого встановлення шляхів зниження енерговитрат. Проблема полягає в тому, що (у зв'язку зі специфікою схеми енергопостачання університету) існує певна складність для встановлення лічильників енергоносіїв та отримання даних про їх споживання в окремих відгалуженнях структурних підрозділів. При цьому неможливо якісно оцінити енергетичне положення наукових підрозділів. **Методика.** Методика визначення витрат електричної енергії та теплоти на опалення приміщень наукових підрозділів університету базується на «Міжгалузевих нормах споживання електричної та теплової енергії для установ та організацій бюджетної сфери України» й «Нормах та вказівках по нормуванню витрат палива та теплової енергії на опалення житлових споруд, а також на господарські потреби в Україні». **Результати.** Розроблена методика розрахунку обсягів споживання електричної енергії та теплоти науковими підрозділами ДНУЗТ, яка дозволяє отримати дані про споживання енергоресурсів в окремих підрозділах без прямого вимірювання та проаналізувати ефективність впровадження енергозберігаючих технологій. **Наукова новизна.** Новизна наукової роботи полягає у представленні енергетичних витрат у вигляді двох складових та визначенні цих складових на основі даних енергетичного аудиту. Це дозволяє отримати обсяги споживання енергоресурсів із метою впровадження енергоощадних заходів в наукових підрозділах університету. **Практична значимість.** Розроблена методика може бути використана як практичний інструментарій для контролю споживання енергоресурсів у вказаному університеті та на аналогічних об'єктах.

Ключові слова: методика; нормування; прилади обліку; енергоефективність; енергоносії; енергоменеджмент; витрати електроенергії; витрати теплоти

Вступ

Ефективне споживання природних енергетичних ресурсів є одним з пріоритетних напрямів державної політики з енергоефективності та енергозбереження в сфері управління навчальними закладами та установами Міністерства освіти і науки України [9, 10]. Окрім пошуку та розроб-

лення нових ефективних та екологічно чистих енергетичних систем, необхідна реалізація оптимального управління розвитком та експлуатацією існуючих об'єктів, зниження їх енерговитрат. Управління раціональним використанням природних ресурсів на таких об'єктах повинно здійснюватись на всіх стадіях: від виробництва (за наявності власних генеруючих потужностей) до

НАУКА ТА ПРОГРЕС ТРАНСПОРТУ

розподілу та споживання [2, 3]. При цьому здійснюється енергетичний аналіз об'єкта, визначення реальних обсягів енергетичних витрат та виявлення можливостей комплексного оптимального підвищення економічності та екологічності технічних процесів. Ці заходи в установах державної освіти спрямовані головним чином на економію бюджетних коштів за спожиті енергоносії. Першим та особливо важливим кроком у підвищенні економічності є встановлення реальних об'ємів споживання енергетичних ресурсів закладом або установою в цілому та по окремих його підрозділах зокрема [12]. Без наявності цих даних неможливе здійснення енергоефективних заходів та економічне обґрунтування впровадження новітнього обладнання.

Мета

Метою роботи є розробка методики розрахунку обсягів споживання електричної енергії та теплоти науковими підрозділами Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна для подальшого встановлення шляхів зниження енерговитрат.

Методика

Методика визначення витрат електричної енергії та теплоти на опалення приміщень наукових підрозділів університету базується на «Міжгалузевих нормах споживання електричної та теплової енергії для установ та організацій бюджетної сфери України» [6] та «Нормах та вказівках по нормуванню витрат палива та теплової енергії на опалення житлових споруд, а також на господарські потреби в Україні» [7, 8].

Загальні положення. На сьогодні лічильники електричної енергії встановлені на границі розділення балансової приналежності в трансформаторній підстанції, а лічильники теплоти – в котельні університету. Кафедри та наукові підрозділи університету працюють в спільних приміщеннях, при цьому частина цієї роботи фінансується з бюджету, частина за спеціальними договорами. Постає питання визначення вартості споживання енергоресурсів, що обліковується за статтею комунальні витрати під час виконання робіт. Вирішення цього завдання на основі вимірювання неможливо у зв'язку з відсутністю лічильників.

Для розробки методики визначення обсягів споживання електричної енергії та теплоти науковими підрозділами університету було виділено та проаналізовано:

– структуру, повний склад будівель та споруд, їх призначення, загальну опалювальну площу, кількість персоналу, наявність проектно-виконавчої документації з внесеними змінами про відхилення від проекту під час будівництва та під час експлуатації. Було здійснено ознайомлення з проектними конструктивними рішеннями, теплотехнічними характеристиками конструкцій, системою опалення, вентиляції, електропостачання, обладнанням джерела теплоти;

– інформацію для складання об'ємно-планувальних та геометричних показників будівель (розташування, план забудови, плани поверхів, висота поверхів, загальна висота будинку, загальна площа зовнішніх стін за напрямками сторін світу, загальна площа світлових отворів, тощо);

– первинні дані про витрати теплової та електричної енергії за попередній і поточний роки;

– параметри систем тепло- та електропостачання (джерела та схеми тепло- та електропостачання, вузли введів трубопроводів, наявність та типи приладів обліку енергоносіїв та витрат теплоносія).

Науково-дослідна частина університету складається з низки наукових підрозділів, що розташовані безпосередньо в навчальних корпусах університету і, зазвичай, прикріплені до певних кафедр. Частина наукових робіт виконується групами науковців на кафедрах, що не мають видільних приміщень. Ця обставина, а також особливості наявної електричної мережі навчальних корпусів університету унеможливають встановлення лічильників електричної енергії окремо у навчальних підрозділах НДЧ. Наявність наукових підрозділів у навчальних корпусах також унеможливає відокремлення від існуючої теплової мережі і встановлення лічильників теплоти. Тому кількість спожитої електричної енергії і теплоти НДЧ університету визначається розрахунковим шляхом за цією методикою.

1. Визначення витрат електричної енергії науковими підрозділами університету. Витрати електроенергії НДЧ університету, в кВт год/рік, складаються з суми витрат електричної енергії

НАУКА ТА ПРОГРЕС ТРАНСПОРТУ

окремими підрозділами НДЧ, за якими закріплені приміщення для виконання наукових робіт та витрат електроенергії окремими групами науковців, що не мають окремо виділених приміщень для виконання наукових робіт, за співвідношенням:

$$W_{\text{НДЧ}} = \sum_{i=1}^r W_n^i + \sum_{j=1}^m W_z^j, \quad (1)$$

де W_n^i – річні витрати електроенергії i -м підрозділом НДЧ університету, кВт год/рік; W_z^j – річні витрати електроенергії j -ою групою науковців, що виконували наукові роботи у звітному періоді в приміщеннях, що закріплені за кафедрами, кВт год/рік; r – кількість підрозділів, що мають закріплені приміщення для виконання наукової роботи; m – кількість груп науковців, що виконували наукові роботи у звітному періоді в приміщеннях, що закріплені за кафедрами.

Витрати електроенергії окремим науковим підрозділом університету, за яким закріплені приміщення для виконання наукових дослідів W_n , кВт год у рік, складаються з основних та додаткових і визначаються за співвідношенням:

$$W_n = W_{\text{осн}} + W_{\text{доп}}, \quad (2)$$

де $W_{\text{осн}}$ – основні витрати електроенергії, кВт год/рік; $W_{\text{доп}}$ – додаткові витрати електроенергії, кВт год/рік.

До основних витрат належать витрати, що пов'язані з використанням електроприладів, таких як комп'ютери, оргтехніка, лабораторні установки, кондиціонери, освітлення, електричні обігрівачі тощо, у межах приміщення підрозділу. Основні витрати електроенергії $W_{\text{осн}}$, в кВт год/рік, можуть бути визначені за формулою:

$$W_{\text{осн}} = \sum_{i=1}^n P_i T_i k_{\text{вик}}, \quad (3)$$

де P_i – встановлена потужність i -го електроприладу, кВт; T_i – кількість годин використання встановленої потужності у рік, год/рік; $k_{\text{вик}}$ – коефіцієнт використання встановленої потужності i -го електроприладу у рік. За відсутності даних, коефіцієнт використання встановленої

потужності приймається рівним одиниці; n – кількість електроприладів, що використовуються підрозділом.

До додаткових витрат електроенергії належать витрати, пов'язані з використанням електроенергії на освітлення коридорів, туалетів і та інших приміщень, якими користуються співробітники підрозділу. Додаткові витрати електроенергії можуть бути визначені за питомою нормою [4, 6]:

$$W_{\text{доп}}^I = \omega S \frac{n_n}{n_{\text{заг}}}, \quad (4)$$

де ω – норма витрати електроенергії, кВт год/м² рік; S – площа коридорів, санітарних вузлів і та інших приміщень, м²; n_n – кількість працівників наукового підрозділу; $n_{\text{заг}}$ – загальна кількість студентів і працівників наукових і інших підрозділів університету (визначається за даними планового відділу університету).

Базова норма витрат електроенергії навчальними корпусами вищих навчальних закладів складає $\omega = 20$ кВт год/м² рік [4].

З іншого боку, додаткові витрати електроенергії також можуть бути визначені на основі енергетичного аудиту за співвідношенням:

$$W_{\text{доп}}^{II} = W_{\text{св}} \frac{n_n}{n_{\text{заг}}}, \quad (5)$$

де $W_{\text{св}}$ – витрати електроенергії на освітлення, кВт год/рік.

$$W_{\text{св}} = \sum_{i=1}^{n_{\text{св}}} P_{\text{сві}} T_{\text{осв}}, \quad (6)$$

де $P_{\text{сві}}$ – встановлена потужність i -го світильника в коридорах навчального корпусу, кВт; $T_{\text{осв}}$ – період використання освітлення в рік, год/рік; $n_{\text{св}}$ – кількість встановлених освітлювальних приладів, шт.

За даними виконаного енергетичного обстеження витрати електроенергії на освітлення коридорів і туалетів складають $W_{\text{св}} = 62\,234$ кВт год/рік.

2. *Визначення витрат теплоти НДЧ університету.* Витрати теплоти НДЧ університету на опалення $Q_{\text{НДЧ}}$, в Гкал/рік, складаються з суми

НАУКА ТА ПРОГРЕС ТРАНСПОРТУ

витрат теплоти на опалення окремими підрозділами НДЧ за співвідношенням:

$$Q_{\text{НДЧ}} = \sum_{i=1}^r Q_n^i, \quad (7)$$

де Q_n^i – річні витрати теплоти на опалення i -им підрозділом НДЧ університету, Гкал/рік.

Розрахунок річних витрат теплоти науковим підрозділом. Витрати теплоти на опалення окремого наукового підрозділу, Гкал/рік, складаються з витрат теплоти на опалення приміщень наукового підрозділу, а також коридорів, туалетів і таке інше:

$$Q_n = Q_{\text{осн}} + Q_{\text{доод}}, \quad (8)$$

де $Q_{\text{осн}}$ – основні витрати теплоти на опалення підрозділу, Гкал/рік; $Q_{\text{доод}}$ – додаткові витрати теплоти на опалення коридорів, туалетів і т. ін., Гкал/рік.

Основні витрати теплоти підрозділом за опалювальний період, Гкал/рік, складають:

$$Q_{\text{осн}} = \sum_{i=1}^n Q_{\text{он}}^i, \quad (9)$$

де $Q_{\text{он}}^i$ – витрати теплоти на опалення підрозділу i -го місяця опалювального періоду, Гкал/місяць; n – кількість місяців опалювального періоду.

Витрати теплоти на опалення підрозділу в місяць, в Гкал/місяць, визначаються за формулою [1, 6]:

$$Q_{\text{он}}^{\text{mic}} = V \kappa, \quad (10)$$

де V – об'єм приміщення, м^3 ; κ – кількість теплоти, що необхідна для опалення 1 м^3 приміщення, Гкал/ м^3 .

$$\kappa = q_0 (1 + K_1) (t_{\text{вн}} - t_{\text{зн}}) 10^{-6} 24 n_{\text{дiб}}, \quad (11)$$

де $q_0 = 0,24 \frac{\text{ккал}}{\text{м}^3 \text{ год К}}$ – питома опалювальна

характеристика; $K_1 = \frac{Q_o^{\text{сп}}}{Q_o^{\text{жс}}}$ – коефіцієнт, що

враховує витрати теплоти на опалення громадських будинків (за даними [7, 8] приймається $K_1 = 0,25$); $Q_o^{\text{жс}}$ – витрати теплоти на опалення

житлових будинків; $Q_o^{\text{сп}}$ – те саме для громадських будинків; $t_{\text{вн}}$ – розрахункова температура у приміщенні в опалювальний період; $t_{\text{зн}}$ – середня температура зовнішнього повітря за опалювальний місяць (визначається за даними метеорологічних спостережень), $^{\circ}\text{C}$; $n_{\text{дiб}}$ – кількість дiб опалювального періоду в місяці, дiб/місяць.

Додаткові витрати теплоти, Гкал/місяць, можуть бути обчислені за співвідношенням:

$$Q_{\text{доод}}^{\text{mic}} = V_{\text{доод}} \kappa \frac{n_n}{n_{\text{заг}}}, \quad (12)$$

де $V_{\text{доод}} = 76776 \text{ м}^3$ – об'єм допоміжних приміщень нового і старого корпусів університету.

Результати

Розроблена методика розрахунку обсягів споживання електричної енергії та теплоти науковими підрозділами Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, яка дозволяє отримати дані про споживання енергоресурсів на окремих підрозділах без прямого вимірювання та проаналізувати ефективність впровадження енергозберігаючих технологій.

Наукова новизна та практична значимість

Наукова новизна полягає в поданні енергетичних витрат у вигляді двох складових і визначенні цих складових на основі даних енергетичного аудиту. Це дозволяє отримати обсяги споживання енергоресурсів з метою впровадження енергоощадних заходів в наукові підрозділи університету.

Висновки

Запропоновано наукові підходи щодо визначення обсягів споживання електричної енергії і теплоти науковими підрозділами університету, які можуть бути використані як практичний інструментарій для контролю споживання енергоресурсів. Наступним кроком на шляху підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів є впровадження системи енергетичного менеджменту в університеті [12, 13].

НАУКА ТА ПРОГРЕС ТРАНСПОРТУ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Габрінець, В. О. Шляхи підвищення ефективності енергетичних підрозділів залізничного транспорту / В. О. Габрінець, С. В. Христян, І. В. Титаренко // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2012. – Вип. 41. – С. 187–190.
2. ДСТУ 4713:2007. Енергозбереження. Енергетичний аудит промислових підприємств. Порядок проведення та вимоги до організації робіт. – Введ. с 2007.07.01. – Київ : Держспоживстандарт України, 2007. – 18 с.
3. Зеркалов, Д. В. Енергозбереження в Україні : моногр. / Д. В. Зеркалов. – Київ : Основа, 2012. – 582 с.
4. Кузнецов, В. Г. Нормування витрат електроенергії для споживачів залізничного транспорту : моногр. / В. Г. Кузнецов. – Дніпропетровськ : Маковецький, 2012. – 216 с.
5. Методика проведення енергетичного аудиту закладів освіти. Загальні положення. Порядок проведення / В. І. Дешко, А. В. Праховник, В. В. Прокопенко та [ін.]. – Київ : КПІ, 2009. – 75 с.
6. Міжгалузеві норми споживання електричної та теплової енергії для установ і організацій бюджетної сфери України. Затверджено Наказом Державного комітету України з енергозбереження № 91 від 25.10.1999 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://uazakon.com/big/text456/pg1.htm>. – Назва з екрана. – Перевірено : 03.02.2015.
7. Норми та вказівки по нормуванню витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько-побутові потреби в Україні. КТМ 204 Україна 244-94. – Київ : ВПОЛ, 2001. – 376 с.
8. Посібник та доповнення до «Норм та вказівок з нормування витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько-побутові потреби в Україні», КТМ 204 України 244-94. – [Чинний від 2001–04–01]. – Київ : УкрНДІінжпроект, 2001. – 64 с.
9. Пшінько, О. М. Аналіз впровадження енергозберігаючих заходів в університеті / О. М. Пшінько, Д. К. Яценко, В. Г. Кузнецов // Вісн. Київськ. нац. ун-ту технології та дизайну. – Київ, 2013. – Вип. 6 (74). – С. 344–352.
10. Пшінько, О. М. Аналіз ефективності системи тепlopостачання студмістечка Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту / О. М. Пшінько, В. О. Габрінець, В. М. Горячкін // Наука та прогрес трансп. Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. – 2014. – № 2 (50). – С. 74–82.
11. Шаптала, М. В. Разработка математической модели процессов теплообмена открытого плавательного бассейна / М. В. Шаптала, Д. Е. Шаптала // Наука та прогрес трансп. Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. – 2014. – № 6 (54). – С. 113–118.
12. Harris, D. Energy Management in Buildings [Електронний ресурс] / D. Harris. – New York : Spon Press. – 2011. – 176 p. – Режим доступу: <https://books.google.com.ua/books?id=UqqMAgAAQBAJ>. – Назва з екрана. – Перевірено : 03.02.2015.
13. ISO 50001:2011. Energy management systems – Requirements with guidance for use [Електронний ресурс] / Intern. Organization for Standardization. – Geneva, Switzerland, 2011. – 22 p. – Режим доступу: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=51297. – Назва з екрана. – Перевірено : 03.02.2015.

А. Н. ПШИНЬКО¹, В. Г. КУЗНЕЦОВ², М. В. ШАПТАЛА^{3*}, Д. Е. ШАПТАЛА⁴

¹Каф. «Здания и строительные материалы», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, Днепропетровск, Украина, 49010, тел. +38 (056) 373 15 46, эл. почта pshinko@r.diit.edu.ua, ORCID 0000-0002-1598-2970

²Каф. «Электроснабжение железных дорог», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, Днепропетровск, Украина, 49010, тел. + 38 (056) 373 15 25, эл. почта vkuz@i.ua, ORCID 0000-0003-4165-1056

^{3*}Каф. «Теплотехника», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, Днепропетровск, Украина, 49010, тел. + 38 (056) 373 15 87, эл. почта mxshaptala@gmail.com, ORCID 0000-0002-1235-1073

⁴Каф. «Теплотехника и газоснабжение», Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры, ул. Чернышевского, 24 а, Днепропетровск, Украина, 49600, тел. + 38 (0562) 46 93 49, 47 17 22, эл. почта darina.shaptala@gmail, ORCID 0000-0002-1045-0801

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМОВ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ И ТЕПЛОТЫ НАУЧНЫМИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯМИ УНИВЕРСИТЕТА

Цель. Эффективное потребление природных энергетических ресурсов является одним из приоритетных направлений государственной политики в сфере управления учебными заведениями и учреждениями Министерства образования и науки Украины. Кроме поиска и разработки новых эффективных и экологически чистых энергетических систем необходима реализация оптимального управления развитием и эксплуатацией существующих объектов, снижение их энергозатрат. Целью данной работы является разработка методики расчета объемов потребления электрической энергии и теплоты научными подразделениями Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна (ДНУЖТ) для последующего выявления путей снижения энергозатрат. Проблема заключается в том, что (в связи со спецификой схемы энергоснабжения университета) существует определенная сложность для установления счетчиков энергоносителей и получения данных об их потреблении в отдельных ответвлениях структурных подразделений. При этом невозможно качественно оценить энергетическое положение в научных подразделениях. **Методика.** Методика определения расходов электроэнергии и теплоты на отопление помещений научных подразделений университета базируется на «Межотраслевых нормах потребления электрической и тепловой энергии для учреждений и организаций бюджетной сферы Украины» и «Нормах и предписаниях по нормированию расходов топлива и тепловой энергии на отопление жилых зданий, а также на хозяйственные нужды в Украине». **Результаты.** Разработанная методика расчета объемов потребления электрической энергии и теплоты научными подразделениями ДНУЖТ, позволяет получить данные без проведения прямых измерений и проанализировать эффективность внедрения энергосберегающих технологий. **Научная новизна.** Новизна научной работы заключается в представлении энергетических затрат в виде двух составляющих и определении этих составляющих на основе данных энергетического аудита. Это позволяет получить данные об объемах потребления энергоресурсов с целью внедрения энергосберегающих мероприятий в научные подразделения университета. **Практическая значимость.** Разработанная методика может быть использована в качестве практического инструментария для контроля потребления энергоресурсов в указанном университете и на аналогичных объектах.

Ключевые слова: методика; нормирование; приборы учета; энергоэффективность; энергоноситель; энергоменеджмент; расход электроэнергии; расход теплоты

O. M. PSHINKO¹, V. G. KUZNETSOV², M. V. SHAPTALA^{3*}, D. E. SHAPTALA⁴

¹Dep. «Building and Construction Materials», Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Lazaryan St., 2, Dnipropetrovsk, Ukraine, 49010, tel. +38 (056) 373 15 46, e-mail pshinko@r.diit.edu.ua, ORCID 0000-0002-1598-2970

²Dep. «Electric Power Supply of Railways», Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Lazaryan St., 2, Dnipropetrovsk, Ukraine, 49010, tel. + 38 (056) 373 15 25, e-mail vkuz@i.ua, ORCID 0000-0003-4165-1056

^{3*}Dep. «Heat Engineering», Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Lazaryan St., 2, Dnipropetrovsk, Ukraine, 49010, tel. +38 (056) 373 15 87, e-mail maxshatala@gmail.com, ORCID 0000-0002-1235-1073

⁴Dep. «Heat Engineering and Gas Supply», Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, Chernyshevskiy St., 24 a, Dnipropetrovsk, Ukraine, 49600, tel. + 38 (0562) 46 93 49, 47 17 22, e-mail darina.shaptala@gmail.com, ORCID 0000-0002-1045-0801

CONSUMPTION VOLUMES TECHNOLOGY OF ELECTRICITY AND HEAT BY DEPARTMENTS OF THE UNIVERSITY

Purpose. Efficient use of natural energy resources is one of the priorities of the state policy in the sphere of universities and institutions of the Ministry of Education and Science of Ukraine. Besides search and development the new efficient and clean energy systems it is necessary to implement optimal management of the development and operation of existing facilities, reducing their energy costs. Purpose of this work is to develop consumption volume technology of electricity and heat by scientific departments of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan (DNURT) for further finding the ways to reduce energy consumption. The problem is due to the specifics of University's energy scheme. There is a difficulty for the installation of energy meters and data acquisition about their use in individual branches and structural units. At the same time it is impossible to assess qualitatively the energy position of scientific departments. **Methodology.** The method to determine the electricity and heat consumption for space heating of scientific departments at the university is based on «The intersectoral rules of electricity and heat energy for institutions and public sector organizations in Ukraine» and «Codes and regulations on rationing of fuel and heat energy for heating the residential buildings as well as for economic needs in Ukraine». **Findings.** Developed determining expenditure technology of electricity and heat for heating by scientific departments at the DNURT named after Academician V. Lazaryan allows obtaining data on energy consumption in individual units without direct measure and analyzing the effectiveness of energy saving technologies. **Originality.** It is represented by energy costs in the form of two components and these components are defined on the basis of the energy audit. This enables the energy inputs to implement energy efficiency measures in the research departments of the university. **Practical value.** The developed method can be used as practical tools to monitor energy consumption in the above mentioned university and in similar facilities.

Keywords: technology; regulation; metering devices; energy efficiency; energy source; energy management; power consumption; heat costs

REFERENCES

1. Habrinets V.O., Khrystian Ye.V., Tytarenko I.V. Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti enerhetychnykh pidrozdilov zaliznychnoho transportu [Ways to improve the energy units efficiency od railway transport]. *Visnyk Dnipropetrovskoho natsionalnoho universytetu zaliznychnoho transportu imeni akademika V. Lazariana* [Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan], 2012, issue 41, pp. 187-190.
2. DSTU 4713:2007. *Enerhozberezhennia. Enerhetychnyi audyt promyslovykh pidpriemstv. Poriadok provedennia ta vymohy do orhanizatsii robit* [Energy-saving. Energy audit of industrial enterprises. The procedure and requirements for the organization of operation]. Kyiv, Derzhspozhyvstandart Ukrainy Publ., 2007. 18 p.
3. Zerkalov D.V. *Enerhozberezhennia v Ukraini* [Energy-saving in Ukraine]. Kyiv, Osnova Publ., 2012. 582 p.
4. Kuznetsov V.H. *Normuvannia vytrat elektroenerhii dlia spozhyvachiv zaliznychnoho transportu* [Rationing of electricity costs for consumers of railway transport]. Dnipropetrovsk, Makovetskyi Publ., 2012. 216 p.
5. Deshko V.I., Prakhovnyk A.V., Prokopenko V.V. et al. *Metodyka provedennia enerhetychnoho audytu zakladiv osvity. Zahalni polozhennia. Poriadok provedennia* [Energy audit procedure of educational institutions. General provisions. Procedure]. Kyiv, KPI Publ., 2009. 75 p.

НАУКА ТА ПРОГРЕС ТРАНСПОРТУ

6. *Mizhhaluzevi normy spozhyvannia elektrychnoi ta teplovoi enerhii dlia ustanov i orhanizatsii biudzhetnoi sfery Ukrainy* (Intersectoral norms of electric and thermal energy for institutions and organizations of the budgetary sphere in Ukraine). Available at: <http://uazakon.com/big/text456/pg1.htm> (Accessed 03 February 2015).
7. *Normy ta vказivky po normuvanniu vytrat palyva ta teplovoi enerhii na opalennia zhytlovykh ta hromadskykh sporud, a takozh na hospodarsko-pobutovi potreby v Ukraini. KTM 204 Ukraina 244-94* [Standards and guidelines for rationing of fuel and heat energy for heating of residential and public buildings, as well as on household needs in Ukraine. KTM 204 of Ukraine 244-94]. Kyiv, VIPOL Publ., 2001. 376 p.
8. *Posibnyk ta dopovnennia do «Norm ta vказivok z normuvannia vytrat palyva ta teplovoi enerhii na opalennia zhytlovykh ta hromadskykh sporud, a takozh na hospodarsko-pobutovi potreby v Ukraini», KTM 204 Ukrainy 244-94*. [Guide and additions to the «Standards and guidelines for rationing of fuel and heat energy for heating of residential and public buildings, as well as on household needs in Ukraine», KTM 204 of Ukraine 244-94]. Kyiv, UkrNDIinzhpoeekt Publ., 2001. 64 p.
9. Pshinko O.M., Yatsenko D.K., Kuznetsov V.H. Analiz vprovadzhennia enerhozberihaiuchykh zakhodiv v universyteti [The implementation analysis of energy saving measures at the University]. *Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu tekhnologii ta dizainu* [Bulletin of Kyiv National University of Technology and Design], 2013, issue 6 (74), pp. 344-352.
10. Pshinko O.M., Habrinets V.O., Horiachkin V.M. Analiz efektyvnosti systemy teplopostachannia studmistechka Dnipropetrovskoho natsionalnoho universytetu zaliznychnoho transportu [Effectiveness analysis of campus heat supply system of the Dnipropetrovsk National University of Railway Transport]. *Nauka ta prohres transportu. Visnyk Dnipropetrovskoho natsionalnoho universytetu zaliznychnoho transportu – Science and Transport Progress. Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport*, 2014, no. 2 (50), pp. 74-82.
11. Shaptala M.V., Shaptala D.Ye. Razrabotka matematicheskoy modeli protsessov teplomassoobmena otkrytogo plavatel'nogo basseyna [Mathematical model development of heat and mass exchange processes in the outdoor swimming pools]. *Nauka ta prohres transportu. Visnyk Dnipropetrovskoho natsionalnoho universytetu zaliznychnoho transportu – Science and Transport Progress. Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport*, 2014, no. 6 (54), pp. 113-118.
12. Harris D. *Energy Management in Buildings*. New York, Spon Press, 2011. 176 p. Available at: <https://books.google.com.ua/books?id=UqqMAGAAQBAJ> (Accessed 03 February 2015).
13. ISO 50001:2011. *Energy management systems – Requirements with guidance for use*. Intern. Organization for Standartization. Geneva, Switzerland. 2011. 22 p. Available at: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=51297(Accessed 03 February 2015).

Стаття рекомендована до публікації д.т.н., проф. Ф. П. Шкрабцем (Україна); д.т.н., проф. А. М. Мухою (Україна)

Надійшла до редколегії 02.12.2014

Прийнята до друку 16.01.2015