

*Є.Л. Юрченко, к.т.н., доцент*

*А.С. Коваль, здобувач*

*М.В. Савицький, д.т.н., професор*

*О.О. Коваль, к.т.н., заступник директора Придніпровського науково-освітнього інституту інноваційних технологій в будівництві ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»*

**АНАЛІЗ ЗАХОДІВ ІЗ СКОРОЧЕННЯ СПОЖИВАННЯ  
ТЕПЛОЇ ЕНЕРГІЇ В БУДІВЛЯХ НАВЧАЛЬНИХ КОРПУСІВ  
І ГУРТОЖИТКАХ ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ  
НА ПРИКЛАДІ ДВНЗ «ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА  
АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ»**

*Виконано розрахунок можливої економії теплової енергії за рахунок відключення опалення на зимовий період у навчальних корпусах та гуртожитках ДВНЗ «ПДАБА» з переведенням навчального процесу на дистанційну форму навчання.*

**Ключові слова:** *енергоспоживання, енергетична характеристика будівлі, економія, заходи з підвищення енергоефективності.*

*Є.Л. Юрченко, к.т.н., доцент*

*А.С. Коваль, соискатель*

*Н.В. Савицький, д.т.н., професор*

*Е.А. Коваль, к.т.н., зам. директора Придніпровського науково-образовательного інституту інноваційних технологій в будівництві ГВУЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»*

**АНАЛИЗ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СОКРАЩЕНИЮ ПОТРЕБЛЕНИЯ  
ТЕПЛОЙ ЭНЕРГИИ В ЗДАНИЯХ УЧЕБНЫХ КОРПУСОВ  
И ОБЩЕЖИТИЯХ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ  
НА ПРИМЕРЕ ГВУЗ «ПРИДНЕПРОВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
АКАДЕМИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ»**

*Проведён расчёт возможной экономии тепловой энергии за счёт отключения отопления в зимний период в учебных корпусах и общежитиях ГВУЗ «ПГАСА» с переводом учебного процесса на дистанционную форму обучения.*

**Ключевые слова:** *энергопотребление, энергетическая характеристика здания, экономия, способы повышения энергоэффективности.*

*Iev. Iurchenko, PhD, Associate Professor*

*A. Koval, researcher*

*M. Savytskyi, ScD, Professor*

*O. Koval, PhD, Deputy Director of the Institute Pridneprovsk scientific and educational innovative technologies in construction SHEI «Prydniprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture»*

**ANALYSIS OF WAYS TO REDUCE THE CONSUMPTION  
OF THERMAL ENERGY IN BUILDINGS EDUCATIONAL BUILDINGS  
AND HOSTELS OF HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS  
ON THE EXAMPLE SHEI «PRYDNIPROVS'KA STATE ACADEMY  
OF CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE»**

*Conducted calculation of potential savings of thermal energy due to the heating is stopped in the winter in educational buildings and hostels SHEI «PSACA» with the transfer of the educational process on remote form and on Saturdays.*

**Keywords:** energy consumption, energy performance of buildings, economy, ways to improve energy efficiency.

**Вступ.** У зв'язку з енергетичною кризою в країні, Міністерство освіти і науки України запропонувало навчальним закладам розробити та впровадити засоби економії тепла взимку. Насамперед прорахувати можливість відключення від тепла навчальних корпусів і гуртожитків у зимовий період. Для цього необхідно скоригувати навчальний процес із подовженими зимовими канікулами (на три місяці: з грудня по лютий, або на два місяці: із січня по лютий) та організувати компенсацію навчального часу по суботах і за рахунок дистанційного навчання. За розрахунками фахівців, такий режим роботи дозволить заощадити до 30% лімітів, що виділяються навчальним закладам на енергоспоживання.

**Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми.** Незважаючи на вищенаведенні рекомендації, на початок опалювального періоду в Україні жодний заклад не довів розрахунками цей відсоток економії в результаті впровадження такого енергозберігаючого заходу. Згідно із цим, сформульовано завдання дослідження – виконати розрахунки можливої економії теплової енергії за рахунок відключення опалення на зимовий період у навчальних корпусах і гуртожитках ДВНЗ «ПДАБА» з компенсацію навчального часу по суботах і за рахунок запровадження дистанційної форми навчання.

**Огляд останніх джерел досліджень і публікацій.** Останнім часом в Україні введено нормативи, мета яких полягає в регламентуванні енергоефективності будівель, у тому числі їх теплоспоживання [1, 2, 4]. Згідно з діючими нормами [1, 2], споживання теплової енергії будівельними об'єктами за окремий часовий період (місяць або рік) може бути розраховано за узагальненою формулою

$$Q_i = q_i \times (t_{e,i} - t_{z,i}) \times z_{on,i} \times 24, \quad (1)$$

де  $Q_i$  – теплоспоживання за окремий часовий період (місяць або рік), кВт-год;

$q_i$  – енергетична характеристика будівлі, що характеризує теплозахисні властивості будівлі залежно від її архітектурно-конструктивних особливостей, кВт/К;

$t_{e,i}$  – температура внутрішнього повітря у приміщеннях будівлі, К;

$t_{z,i}$  – температура зовнішнього повітря у розрахунковий період, К;

$z_{on,i}$  – кількість днів розрахункового опалювального періоду;

24 – кількість годин у добі.

**Основний матеріал і результати.** Для подальших розрахунків необхідно визначити енергетичну характеристику будівлі ( $q_i$ ), що характеризує кількість кіловатів тепла, яку втрачає оболонка конкретної будівлі при різниці внутрішніх і зовнішніх температур, що дорівнює 1 К. Таким чином, ця величина виражає залежність теплоспоживання будівель від температури.

Знаючи фактичне теплоспоживання за окремий період (за показниками лічильників), зовнішню та внутрішню температуру, що була заміряна у розрахунковий період, із формули (1) визначаємо енергетичну характеристику будівлі для використання її при розрахунках прогнозованої економії

$$q_i = \frac{Q_i}{(t_{e,i} - t_{z,i}) \times z_{on,i} \times 24}. \quad (2)$$

Для розрахунків можливої економії теплової енергії за рахунок відключення опалення на зимовий період необхідно за формулою (1) розрахувати прогнозоване споживання теплової енергії при мінімальній температурі внутрішнього повітря у приміщеннях будівлі й порівняти його з фактичним теплоспоживанням.

Ураховуючи технічний стан теплових комунікацій, низьку теплову інерцію будівель та за рекомендаціями ЕСКО, мінімальна температура внутрішнього повітря у приміщеннях навчальних закладів не повинна перевищувати  $t_{e,i} \geq 12^\circ \text{C}$ .

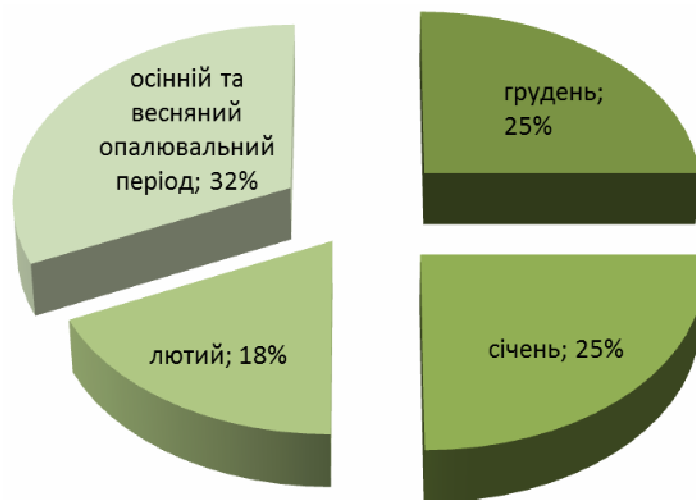
Розрахунок можливої економії теплової енергії в навчальних корпусах та гуртожитках ДВНЗ «ПДАБА» при відключенні опалення на зимовий період виконувався на основі фактичних показників теплоспоживання за опалювальний сезон з жовтня 2013 р. по квітень 2014 р.

Розрахунок здійснювався для двох груп будівель академії:

– комплекс дев'ятиповерхових гуртожитків № 5 – № 9 із галереєю та прибудовами, тепlopостачання яких відбувається за рахунок центрального опалення КП «Теплоенерго». Фактичне теплоспоживання за опалювальний сезон 2013 – 2014 років становило 2292,55 Гкал (див. табл. 2, 3). Баланс річного споживання теплової енергії наведено на рис. 1;

– комплекс будівель навчальних корпусів та гуртожитків, що опалюються котельнею ДВНЗ «ПДАБА». Фактичне теплоспоживання за опалювальний сезон 2013 – 2014 років становило 10506,11 Гкал.

Детальний розрахунок для першої групи будівель наведено нижче. На рис. 1 показано, що зимові місяці мають найбільший потенціал енергозбереження. Так, на споживання теплової енергії будівлями в зимові місяці припадає до 70% усіх лімітів теплоспоживання опалювального сезону.



**Рис. 1. Помісячний баланс річного споживання теплової енергії комплексу дев'ятиповерхових гуртожитків № 5 – № 9 із галереєю та прибудовами**

Температура внутрішнього повітря у приміщеннях будівель визначена за результатами фактичних замірів і прийнята у розрахунках  $t_{e,i} = 18$  оС.

За даними Інтернет-ресурсів [3], визначена фактична температура розрахункових періодів (грудень, січень, лютий 2013 р.) у м. Дніпропетровську та на основі аналізу фактичного теплоспоживання, було розраховано залежність теплоспоживання будівель від температури – енергетичну характеристику будівель (табл. 1), на основі якої виконано прогноз для двох варіантів:

- для фактичних погодних умов зими попереднього року (середня температура грудня – -1,5; січня – -4,4; лютого – -1,5) згідно з джерелом [3];
- для погодних умов, закладених у нормах ДСТУ «Будівельна кліматологія» [4] для Дніпропетровська (середня температура грудня – -2,5; січня – -4,7; лютого – -3,8).

**Таблиця 1. Аналіз фактичного теплоспоживання та розрахунок енергетичної характеристики будівель комплексу дев'ятиповерхових гуртожитків № 5 – № 9 із галереєю та прибудовами**

Енергетична характеристика будівлі, кВт/К	Кількість днів у місяці	Кількість годин у добі	Фактична температура внутрішнього повітря приміщень	Фактична середньомісячна температура повітря*	Фактичне споживання теплової енергії**			Розрахунковий період
					кВт·год	ГДж	Гкал	
47,7789	31	24	17	-1,5	657628,81	2365,57	<b>564,98</b>	грудень
42,2743	31			-4,4	673074,90	2421,13	<b>578,25</b>	січень
38,3445	28			-1,5	476698,83	1714,74	<b>409,54</b>	лютий

\* за даними спостережень, наведеними на Інтернет-ресурсі [3]

\*\* визначено за фактичними показниками лічильників (згідно з рахунками КП «Теплоенерго»)

Результати оцінювання можливої теплової енергії. Для комплексу будівель гуртожитків № 5 – № 9 із галереєю та прибудовами (центральне опалення КП «Теплоенерго») при зниженні у приміщеннях внутрішньої температури до 12 °С можна скоротити теплоспоживання на 110 – 152 Гкал на місяць (для фактичних погодних умов зими попереднього року – див. табл. 2) і на 59 – 121 Гкал на місяць (для нормативних погодних умов – див. табл. 3). При достатньо оптимістичному значенні показника порівняльної місячної можливої економії від 16,9 до 36,8% порівняно із загальним річним теплоспоживанням економія становить усього від 2,6 до 6,6% на місяць. Таким чином, за зимові місяці при відключенні від опалення будівель можна зекономити 12 – 15% загального об'єму річного теплоспоживання (див. рис. 2).

Річне споживання теплової енергії будівель комплексу дев'ятиповерхових гуртожитків № 5 – № 9 із галереєю та прибудовами (опалювальний сезон 2013 – 2014 рр.) становило 2292,55 Гкал.

Для комплексу будівель навчальних корпусів та гуртожитків, що опалюються котельнею ДВНЗ «ПДАБА», при зниженні у приміщеннях внутрішньої температури до 12° С можна скоротити теплоспоживання на 45 – 63 тис. м<sup>3</sup> газу на місяць (для фактичних погодних умов зими попереднього року) і на 24 – 50 тис. м<sup>3</sup> газу на місяць (для нормативних погодних умов). Аналогічно при достатньо оптимістичному значенні показника порівняльної місячної можливої економії від 16 до 36% порівняно із загальним річним теплоспоживанням економія становить усього від 7,6 до 11,4% на місяць.

**Таблиця 2. Розрахунок прогнозованого споживання теплової енергії за умов зменшення температури внутрішнього повітря при температурі зовнішнього повітря, прийнятій згідно зі спостереженнями попереднього опалювального сезону [3]**

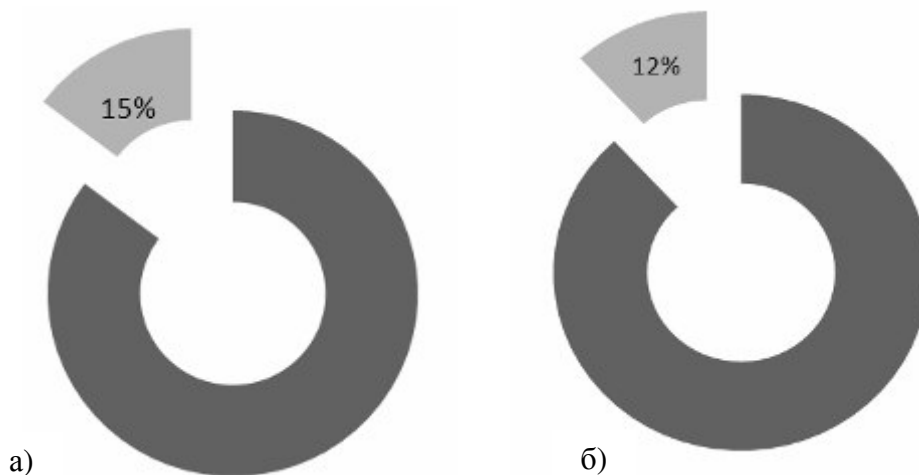
Енергетична характеристика будівлі $q$ , кВт/К	Кількість днів у місяці	Кількість годин у добі	Температура внутрішнього повітря	Прогнозована середньомісячна температура повітря*	Розрахункове споживання теплової енергії			Прогнозована економія за місяць, %	Економія теплової енергії порівняно з минулим роком, Гкал	Економія порівняно з річним споживанням	Розрахунковий період
					кВт·год	ГДж	Гкал				
47,7789	31			-1,5	479891,29	1727,61	<b>412,90</b>	<b>36,8</b>	152,08	<b>6,6 %</b>	грудень 2014 р.
42,2743	31	24	12	-4,4	515814,41	1856,93	<b>443,81</b>	<b>30,3</b>	134,44	<b>5,9 %</b>	січень 2015 р.
38,3445	28			-1,5	347861,31	1252,30	<b>299,30</b>	<b>36,8</b>	110,24	<b>4,8 %</b>	лютий 2015 р.

\* за даними спостеремель, наведеними на Інтернет-ресурсі [3]

**Таблиця 3. Розрахунок прогнозованого споживання теплової енергії за умов зменшення температури внутрішнього повітря при температурі зовнішнього повітря, прийнятій згідно з нормами [4]**

Енергетична характеристика будівлі $q$ , кВт/К	Кількість днів у місяці	Кількість годин у добі	Температура внутрішнього повітря	Прогнозована середньомісячна температура повітря*	Розрахункове споживання теплової енергії			Прогнозована економія за місяць, %	Економія теплової енергії порівняно з минулим роком, Гкал	Економія порівняно з річним споживанням	Розрахунковий період
					кВт·год	ГДж	Гкал				
47,7789	31			-2,5	515438,80	1855,58	<b>443,48</b>	27,4	121,50	<b>5,3 %</b>	грудень 2014 р.
42,2743	31	24	12	-4,7	525250,04	1890,90	<b>451,93</b>	28,0	126,32	<b>5,5 %</b>	січень 2015 р.
38,3445	28			-3,8	407126,57	1465,66	<b>350,29</b>	16,9	59,25	<b>2,6 %</b>	лютий 2015 р.

\* за нормативними даними згідно з ДСТУ-Н Б В.І.1-27:2010 «Будівельна кліматологія»



**Рис. 2. Частка можливої економії теплової енергії при відключенні від опалення на зимові місяці будівель:**  
**а) прогноз при температурі зовнішнього повітря, прийнятій згідно зі спостереженнями впродовж попереднього опалювального сезону [3];**  
**б) прогноз при нормативній температурі зовнішнього повітря, прийнятій згідно з нормами [4]**

**Висновки.** На прикладі будівель навчальних корпусів та гуртожитків ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» розраховано, що при відключенні опалення на зимовий період можна заощаджити лише 12 – 15% від загального об'єму річного теплоспоживання.

Крім того, для впровадження цього заходу необхідно забезпечити переведення навчального процесу на дистанційну форму та заняття по суботах. А для підтримання нормального технічного стану будівельних об'єктів слід організувати групу працівників, які будуть вести обстеження приміщень будівель і системи опалення на період відключення.

#### *Література*

1. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будинків та споруд. Теплова ізоляція будівель. Зі зміною №1 від 1 липня 2013 року. – [Чинний з 01.04.2007]. – К.: Мінбуд України, 2006. – 70 с. – (Державні будівельні норми України).
2. ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007. Проектування. Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції: чинний з 01.07.2008. – К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 44 с.
3. Погода и климат [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=34504&month=12&year=2013>.
4. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі: чинний з 01.11.2011. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 123 с.

Надійшла до редакції 12.12.2014

© Є.Л. Юрченко, А.С. Коваль, М.В. Савицький, О.О. Коваль