

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ ОТ ИХ АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНЫХ СИСТЕМ

*Е. Л. Юрченко, к. т. н., доц., Е. А. Коваль, к. т. н.*

**Ключевые слова:** энергоэффективность, малоэтажные жилые здания, архитектурно-конструктивные системы, удельное теплопотребление

**Введение. Постановка проблемы.** Энергоэффективность проектных решений оценивается по степени их соответствия нормативным удельным показателям потребления тепла на единицу общей площади жилых зданий. Однако из анализа действующей в Украине нормативно-технической базы для жилых зданий выявлены недостатки в нормах, регламентирующих уровень энергопотребления зданий, а именно: отсутствие зависимости энергоэффективности от архитектурно-конструктивных систем здания, которые существенно влияют на качество и стоимость эксплуатации жилья [2 – 6].

**Анализ публикаций.** Строительная отрасль национальной экономики является традиционно затратной в энергетическом отношении. При этом значительные затраты энергии необходимы не только для создания строительного объекта – здания или сооружения, но и на его эксплуатацию в течение всего жизненного цикла [2].

Повышение эффективности использования энергии невозможно без научно-технических разработок, направленных на реализацию специальных мероприятий в строительной отрасли. программ и проектов энергосбережения отображены в работах учёных Украины, России, Беларуси и других стран [2 – 6].

**Цель статьи.** Путём проведения численного эксперимента исследовать закономерности изменения компактности, структуры тепловых потерь малоэтажных зданий, влияния характеристик архитектурно-конструктивных систем на их энергоэффективность.

**Изложение материала.** Для проведения анализа теплопотребления одноэтажных жилых зданий были проведены расчёты одноэтажных моделей, различной конфигурации в плане, площадью от 50 до 400 м<sup>2</sup>. Для каждой температурной зоны было рассмотрено 2 610 вариантов моделей малоэтажных зданий, из которых: одноэтажных – 342; двухэтажных – 846; трехэтажных – 780; четырехэтажных – 642 варианта. Учитывая все температурные зоны, всего было проанализировано 10 440 вариантов моделей малоэтажных зданий.

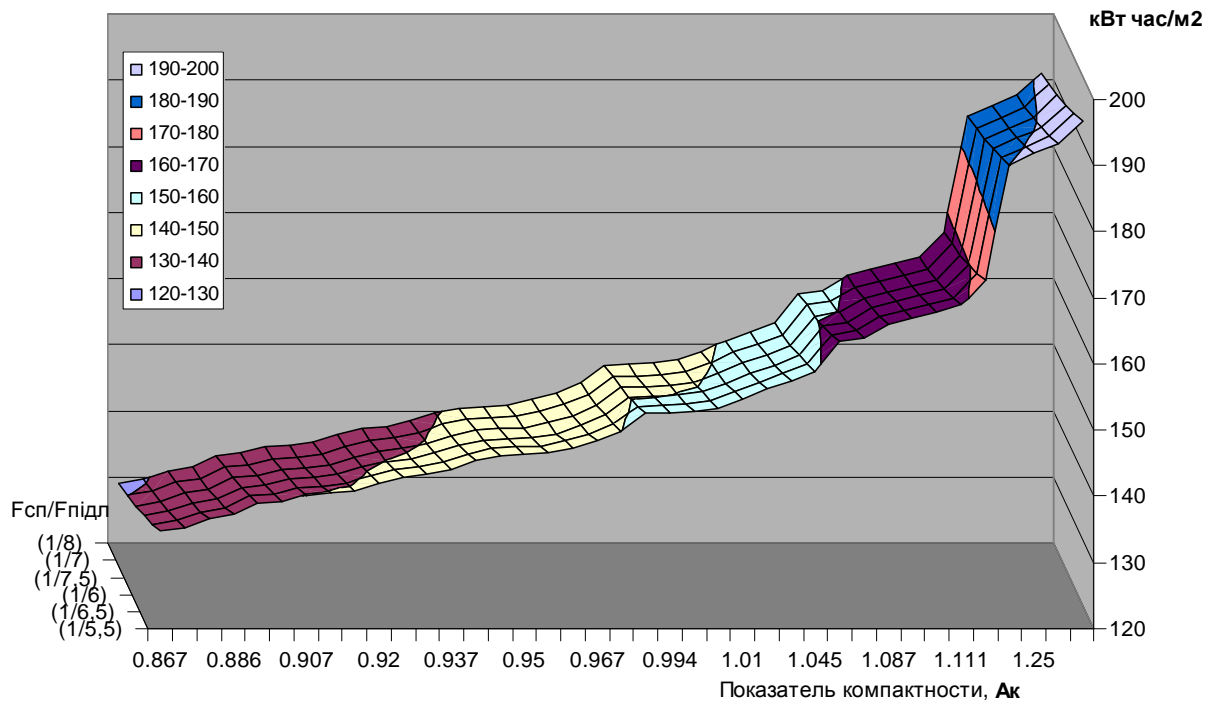
В расчётах влияние архитектурно-конструктивных особенностей объекта оценивалось показателем компактности –  $A_k$  и процентом остекления фасадов здания. Мозаика удельного теплопотребления моделей одноэтажных жилых зданий в зависимости от показателя компактности и степени остекления для всех температурных зон Украины приведена на рисунках 1, 2.

Согласно проведённым расчётам, удельное теплопотребление одноэтажных жилых зданий, запроектированных по действующим нормам, увеличивается с ростом показателя компактности и процента остекления и превосходит нормативные максимальные теплопотери  $E_{max}$  [1] во всех температурных зонах Украины (табл. 1).

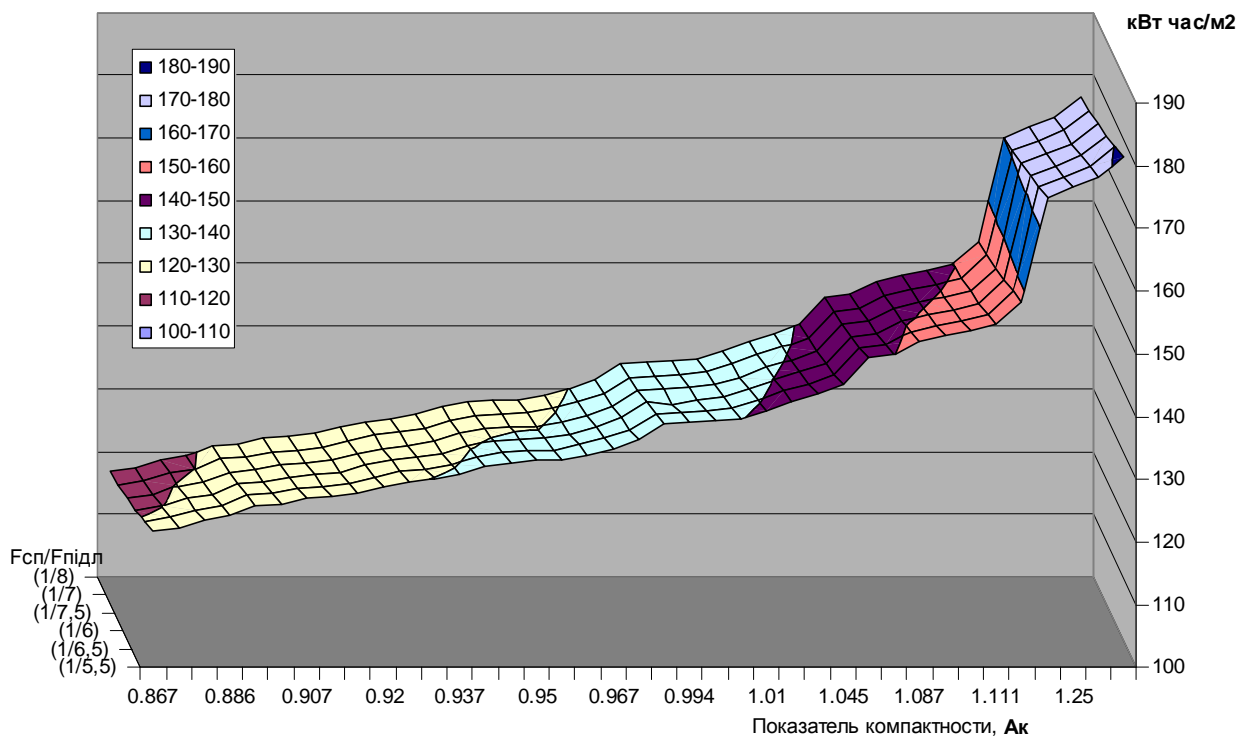
*Т а б л и ц а 1*

*Границы удельного теплопотребления одноэтажных жилых зданий, кВт час/м<sup>2</sup>  
для температурных зон Украины*

	Границы удельного теплопотребления, кВт час/м <sup>2</sup> для температурных зон:			
	I	II	III	IV
Результаты проведенного численного эксперимента, $q_{бвд}$	129 – 197	116 – 182	107 – 169	92 – 149
Нормативные максимальные теплопотери $E_{max}$ [4]	104 – 146	90 – 126	76 – 107	62 – 87

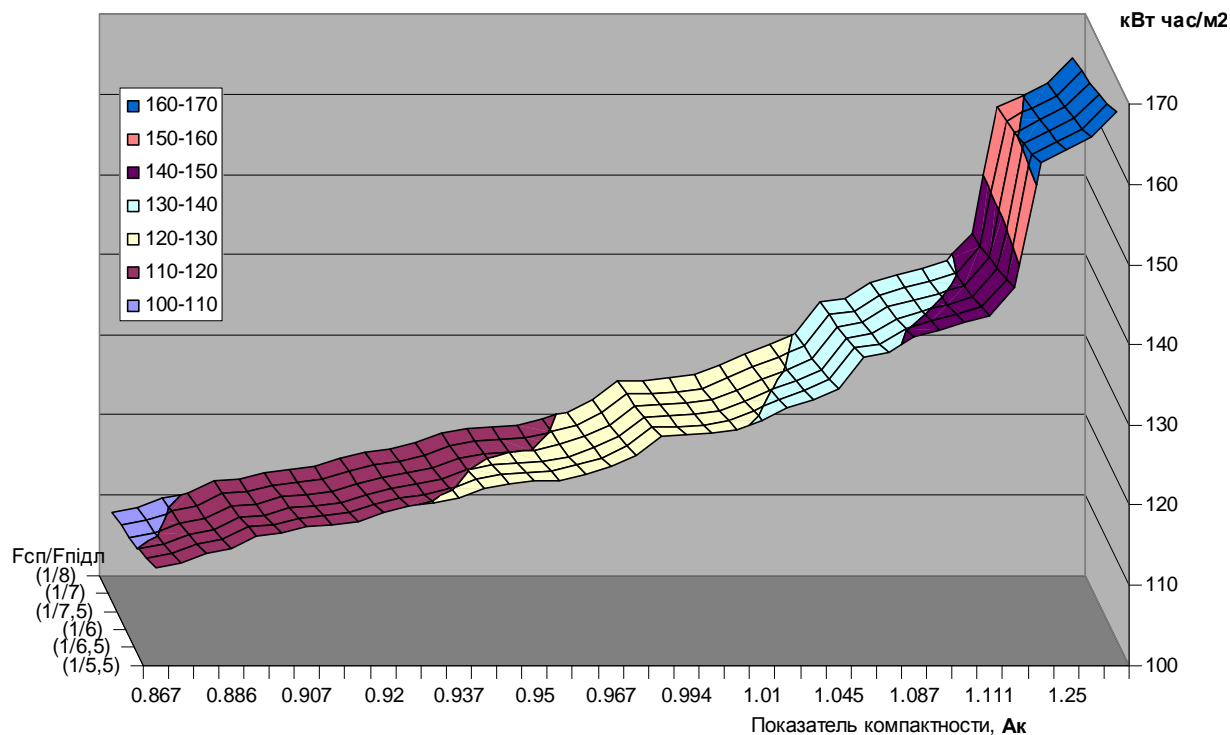


*а – I температурная зона*

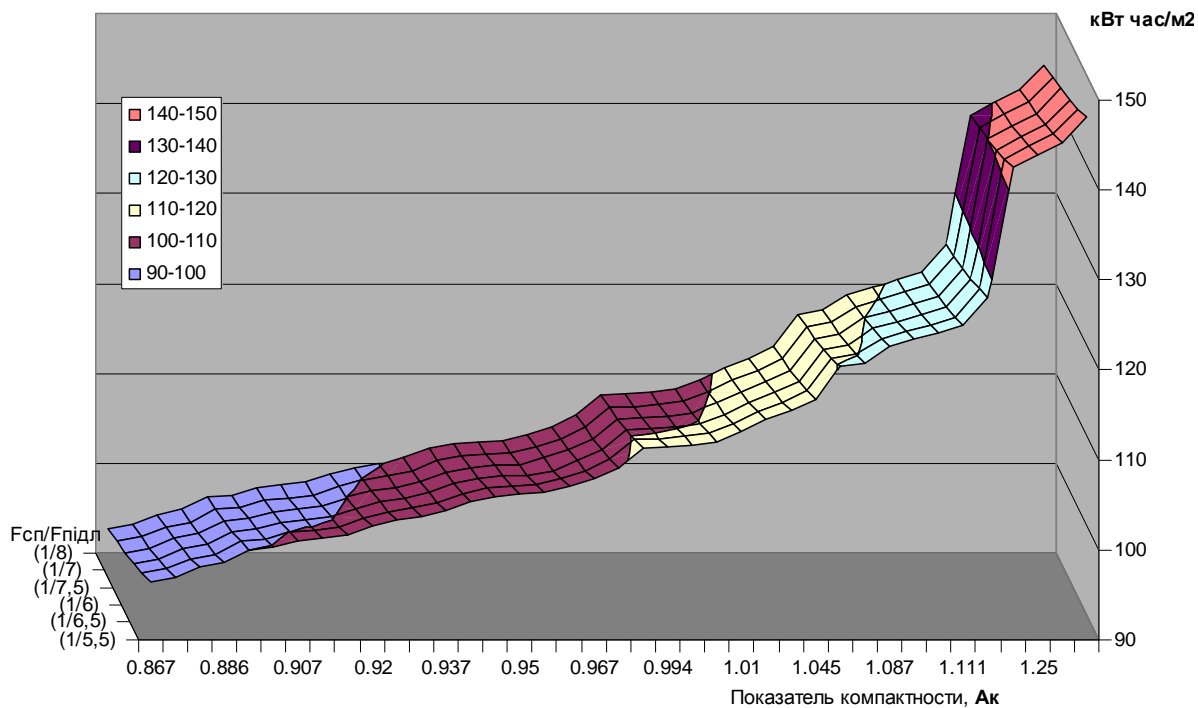


*б – II температурная зона*

*Рис. 1. Мозаика удельного теплопотребления моделей одноэтажных жилых зданий в зависимости от показателя компактности и степени остекления: а – для I температурной зоны; б – для II температурной зоны*



*в – III температурная зона*



*г – IV температурная зона*

*Рис. 2. Мозаика удельного теплотребления моделей одноэтажных жилых зданий в зависимости от показателя компактности и степени остекления:  
в – для III температурной зоны; г – для IV температурной зоны*

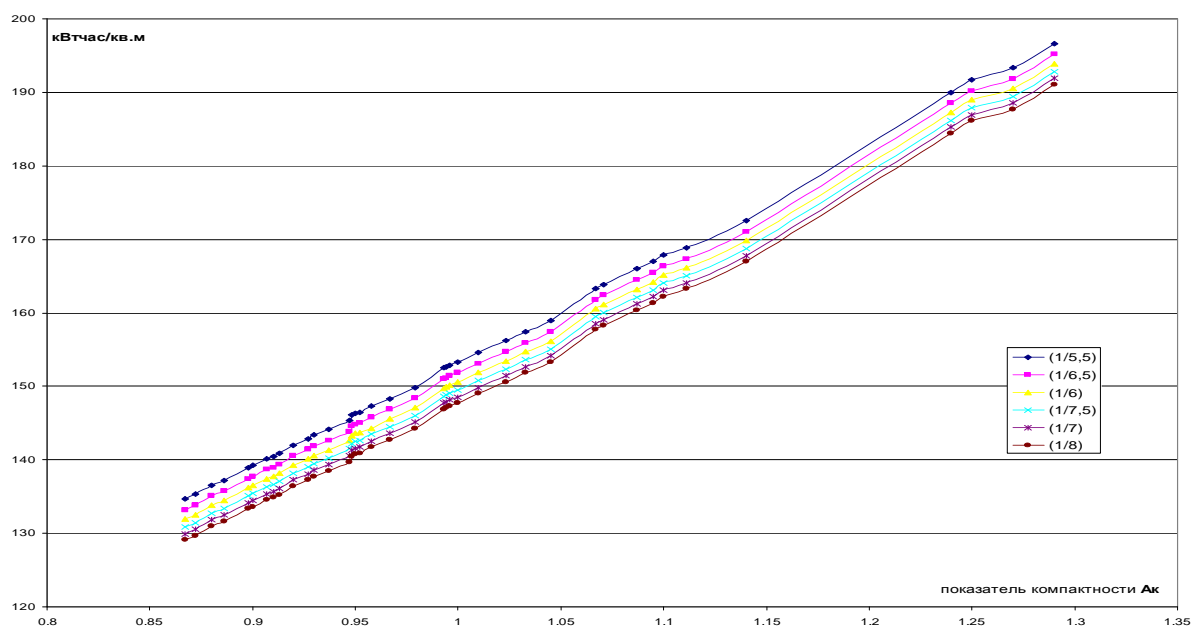
По действующим нормам [1] максимальное теплотребление малоэтажных зданий  $E_{max}$  зависит от температурной зоны, этажности и отапливаемой площади. Результаты проведенных расчетов (табл. 1) практически подтверждают несогласованность между собой действующих нормативных требований к сопротивлению теплопередаче ограждающих конструкций ( $R_{q\ min}$ ,  $m^2\ K/Wt$ ) и норм по удельному теплотреблению всего здания ( $E_{max}$ ,  $kWh/m^2$ ) [1].

Таким образом, более достоверным расчёт теплотребления малоэтажных зданий  $q_{б\text{уд}}$  будет, при учёте его зависимости от температурной зоны, этажности, компактности и степени остекления объекта. Полученные по результатам расчётов полиномиальные зависимости удельного теплотребления одноэтажных зданий  $q_{б\text{уд}}$  от показателя компактности  $A_k$  и процента остекления приведены в таблице 2. Графически зависимости  $q_{б\text{уд}}$  от  $A_k$  приведены на рисунках 3 – 4.

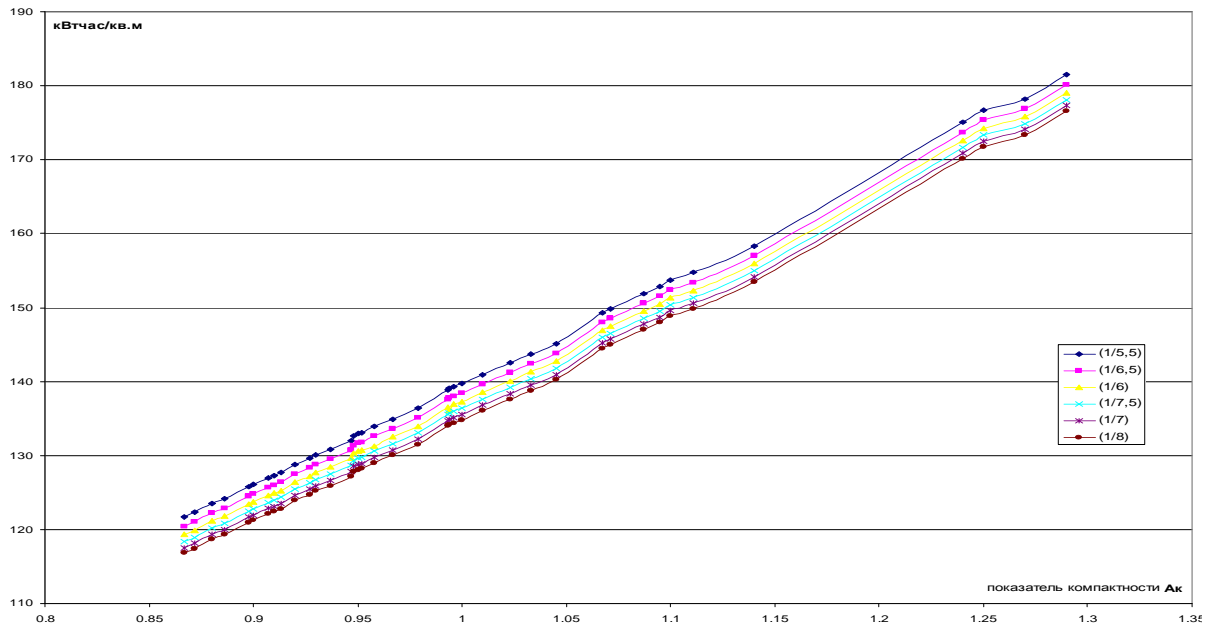
Т а б л и ц а 2

Зависимости удельного теплотребления одноэтажных зданий  $q_{б\text{уд}}$ , кВт час/ $\text{м}^2$  от показателя компактности  $A_k$  и коэффициента остекления

коэфф. остекления	Зависимость $q_{б\text{уд}}$ , кВт час/ $\text{м}^2$ от $A_k$ для температурных зон:			
	I	II	III	IV
одноэтажные здания				
<b>1/5,5</b>	$q_{б\text{уд}} = 31,599 A_k^2 + 79,36 A_k + 42,186$	$q_{б\text{уд}} = 29,306 A_k^2 + 78,948 A_k + 31,291$	$q_{б\text{уд}} = 25,545 A_k^2 + 79,673 A_k + 24,018$	$q_{б\text{уд}} = 25,283 A_k^2 + 68,399 A_k + 18,186$
<b>1/6,5</b>	$q_{б\text{уд}} = 31,621 A_k^2 + 79,312 A_k + 40,72$	$q_{б\text{уд}} = 29,257 A_k^2 + 79,048 A_k + 29,938$	$q_{б\text{уд}} = 25,511 A_k^2 + 79,755 A_k + 22,786$	$q_{б\text{уд}} = 25,267 A_k^2 + 68,436 A_k + 17,155$
<b>1/6,0</b>	$q_{б\text{уд}} = 31,719 A_k^2 + 79,36 A_k + 39,536$	$q_{б\text{уд}} = 30,249 A_k^2 + 76,973 A_k + 29,887$	$q_{б\text{уд}} = 25,695 A_k^2 + 79,382 A_k + 21,966$	$q_{б\text{уд}} = 25,286 A_k^2 + 68,414 A_k + 16,298$
<b>1/7,5</b>	$q_{б\text{уд}} = 31,568 A_k^2 + 79,414 A_k + 38,329$	$q_{б\text{уд}} = 29,278 A_k^2 + 79,004 A_k + 27,915$	$q_{б\text{уд}} = 25,518 A_k^2 + 79,736 A_k + 20,938$	$q_{б\text{уд}} = 25,244 A_k^2 + 68,483 A_k + 15,543$
<i>Окончание таблицы 2</i>				
<b>1/7,0</b>	$q_{б\text{уд}} = 31,612 A_k^2 + 79,335 A_k + 37,425$	$q_{б\text{уд}} = 29,292 A_k^2 + 78,968 A_k + 27,117$	$q_{б\text{уд}} = 25,545 A_k^2 + 79,673 A_k + 20,228$	$q_{б\text{уд}} = 25,192 A_k^2 + 68,592 A_k + 14,853$
<b>1/8,0</b>	$q_{б\text{уд}} = 31,578 A_k^2 + 79,404 A_k + 36,572$	$q_{б\text{уд}} = 29,231 A_k^2 + 79,097 A_k + 26,334$	$q_{б\text{уд}} = 25,532 A_k^2 + 79,706 A_k + 19,558$	$q_{б\text{уд}} = 25,221 A_k^2 + 68,532 A_k + 14,328$

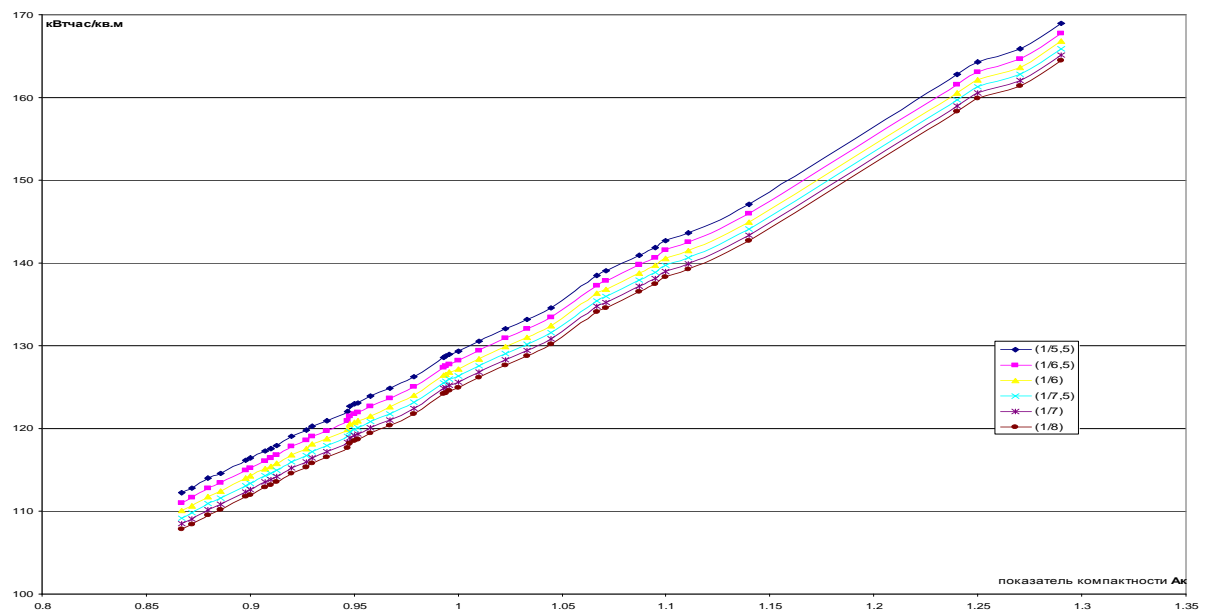


*a – I температурная зона*

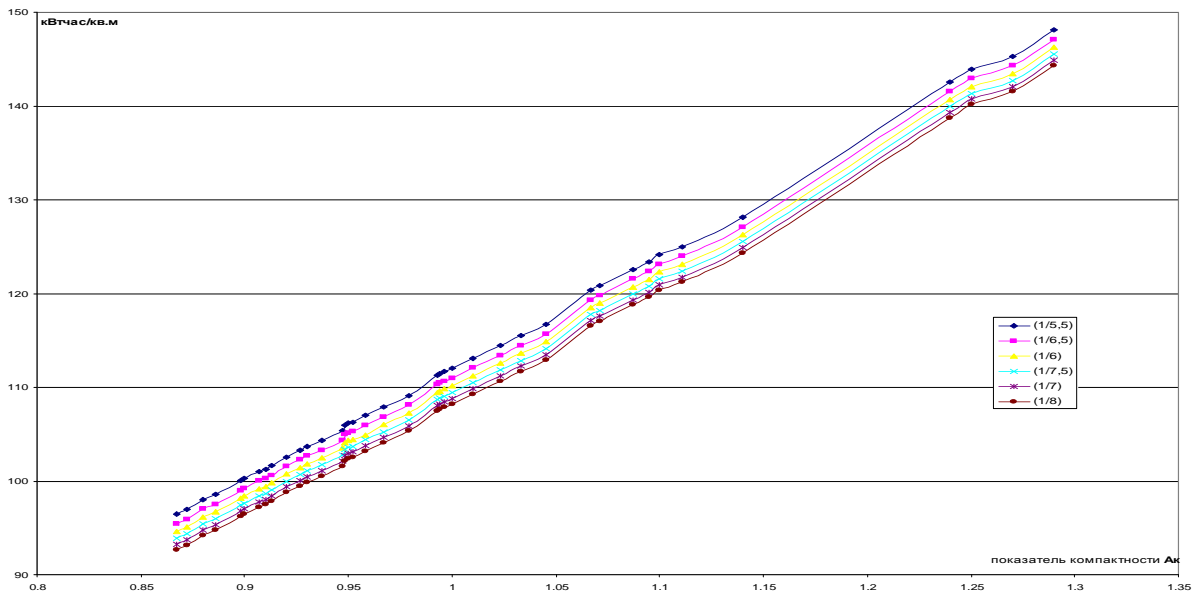


*б – II температурная зона*

*Рис. 3. Зависимость удельного теплотребления одноэтажных жилых зданий от показателя компактности и степени остекления:  
а – для I температурной зоны; б – для II температурной зоны*



*в – III температурная зона*



$g$  – IV температурная зона

Рис. 4. Зависимость удельного теплотребления одноэтажных жилых зданий от показателя компактности и степени остекления:  $v$  – для III температурной зоны;  $g$  – для IV температурной зоны.

**Выводы.** 1. Проведен анализ удельного расчетного теплотребления при условии обеспечения нормативных требований по минимальным значениям поэлементных показателей (сопротивления теплопередаче ограждений, воздухообмена, температуры воздуха помещения), сопоставление действующих нормативных интегральных показателей (максимально допустимого нормативного теплотребления) и поэлементных показателей энергоэффективности (сопротивление теплопередаче) ограждающих конструкций малоэтажных жилых зданий.

2. Установлено, что свыше 75 % всех вариантов зданий имеют класс энергоэффективности  $D$  и  $E$ , т. е. расчетное значение удельного теплотребления превышает максимально допустимое нормативное значение.

3. Для обеспечения нормативных требований по удельному теплотреблению необходимо повышать теплозащитные свойства ограждающих конструкций, предусматривать технические мероприятия по утилизации тепла из вентилируемого воздуха или пересмотреть требования относительно нормирования кратности обмена вентилируемого воздуха.

## ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1 Конструкції будівель і споруд. Теплова ізоляція будівель. ДБН В.2.6-31:2006 – [Чинний від 01.04.2007]. – К. : Мінбуд України, 2006. – 64 с. – (Державні будівельні норми України).

2 Коваль Е. А. Энергоэффективность архитектурно-конструктивных систем малоэтажных жилых зданий : дисс. ... канд. техн. наук: 05. 23. 01. / Е. А. Коваль – Д., 2012. – 152с.

3 Коваль О. О. Стандартизація будівельних нормативів по підвищенню енергоефективності на Європейському рівні / О. О. Коваль, О. В. Лантух, Є. Л. Юрченко, А. С. Коваль // Строительство, материаловедение, машиностроение. – Д. : ПГАСА, 2010. – Вып. № 56. – С. 204 – 207.

4 Савицкий Н. В. Совершенствование методики рационального проектирования малоэтажных жилых зданий с учетом их жизненного цикла / Н. В. Савицкий, Е. Л. Юрченко, Е. А. Коваль, Т. А. Ковтун-Горбачева // Theoretical foundations of civil engineering. – Warsaw : WUT, 2011. – Vol. № 19. – P. 307 – 312.

5 Савицкий М. В. Екологічне та енергоефективне малоповерхове будівництво / М. В. Савицький, О. О. Коваль, Є. Л. Юрченко, М. М. Бабенко, А. С. Коваль // Строительство,

материаловедение, машиностроение. – Д. : ПГАСА, 2010. – Вып. № 55. – С. 26 – 31.

6 **Юрченко Є. Л.** Проектування енергоефективних малоповерхових житлових будинків / Є. Л. Юрченко , О. О. Коваль // ЕКОінформ, 2011. – № 5. – С. 43.

УДК 692:64.01:005.61+620.91

Исследование зависимости энергоэффективности малоэтажных зданий от их архитектурно-конструктивных систем / Е. Л. Юрченко, Е. А. Коваль // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Д. : ПГАСА, 2013. – № 1 – 2. – С. 25 – 31. – рис. 4. – табл. 2. – Библиогр.: (6 назв.).

Установлены закономерности изменения энергоэффективности одноэтажных зданий от их архитектурно-конструктивных систем для всех температурных зон Украины.

*Ключевые слова:* энергоэффективность, малоэтажные жилые здания, архитектурно-конструктивные системы, удельное теплопотребление.

Дослідження залежності енергоефективності малоповерхових будівель від їх архітектурно-конструктивних систем / Є. Л. Юрченко, О. О. Коваль // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Д.: ПДАБА, 2013. – № 1 – 2. – С. 25 – 31. – рис. 4. – табл. 2. – Библиогр.: (6 назв.).

Визначено закономірності зміни енергоефективності малоповерхових будинків від їх архітектурно-конструктивних систем для всіх температурних зон України.

*Ключові слова:* енергоефективність, малоповерхові житлові будівлі, архітектурно-конструктивні системи, питоме теплоспоживання.

Energy efficiency of low-rise residential buildings of architectural constructive systems / E. L. Yurchenko, O. O. Koval // Visnyk of Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture. – D. : PSACEA, 2013. – № 1 – 2. – P. 25 – 31. – pic. 4. – tabl. 2. – Bibliogr.: (6 names).

Specific heat consumption data of low-rise residential buildings with different architectural and structural systems have been calculated and classified

*Key words:* energy efficiency, low-rise residential buildings, architectural and structural systems, specific heat consumption.