

Економіка сталого розвитку та природокористування

УДК 338.465.4:338.49:620.92

**Предун Костянтин Миронович**

*кандидат технічних наук, доцент,*

*професор кафедри теплогазопостачання і вентиляції*

*Київський національний університет будівництва і архітектури*

**Предун Константин Миронович**

*кандидат технических наук, доцент,*

*профессор кафедры теплогазоснабжения и вентиляции*

*Киевский национальный университет строительства и архитектуры*

**Predun Kostiantyn**

*PhD in Technical Sciences, Associate Professor,*

*Professor of the Department of Heat and Gas Supply and Ventilation*

*Kyiv National University of Construction and Architecture*

*ORCID: 0000-0002-2634-9310*

**ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИРЕКТИВНОГО РІВНЯ  
БІОСФЕРОСУМІСНОСТІ В ПРОЦЕСАХ І ПРОЕКТАХ  
ЕКОЛОГІЧНОЇ РЕНОВАЦІЇ БУДІВНИЦТВА  
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИРЕКТИВНОГО УРОВНЯ  
БИОСФЕРОСОВМЕСТИМОСТИ В ПРОЦЕССАХ И ПРОЕКТАХ  
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ РЕНОВАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА  
PROVIDING DIRECTIVE LEVEL BIOSPHERE COMPATIBILITY IN  
PROCESSES AND PROJECTS ENVIRONMENTAL BUILDING  
RENOVATION**

*Анотація. Житлово-комунальне господарство України продовжує залишатися яскравим прикладом неефективного використання паливно-енергетичних ресурсів у країні. Прийняття нормативно-правових актів*

*стало першим кроком у реалізації принципів біосферної сумісності нового будівництва та реконструкції існуючих будівель та споруд. Однак деякі положення потребують певного уточнення та доповнення. Наприклад, рекомендована заміна первинного палива - природного газу - альтернативним для потреб інженерних систем будівель і споруд створює ряд проблем. Збільшення забруднення навколишнього середовища є одна із них. У статті розвинуто існуючі методи щодо енергетичної сертифікації житлових будинків шляхом запровадження показників, що характеризують максимальні питомі викиди забруднювальних речовин і парникових газів в атмосферне повітря. Виконано еколого-економічне порівняння наслідків використання різних органічних палив для потреб автономного енергопостачання житлових будинків, впливу продуктів згоряння палив на довкілля. Отримані екологічні показники, які характеризують енергетичні потреби житлових будинків, можуть бути інтерпольовані як для централізованих систем енергопостачання, так і для громадських будівель та споруд. Результати досліджень свідчать, що заміна природного газу альтернативними видами палива лише ускладнює проблему підвищення рівня забруднення довкілля, а також глобального потепління. Термомодернізація зовнішньої оболонки будівлі дозволяє суттєво зменшити її енергопотребу та залишити в якості первинного палива виключно природний газ, що є і найбільш екологічним органічним паливом. Орієнтовні значення викидів та плати за забруднення навколишнього середовища дозволять вдосконалити пропозиції щодо фінансування проектів з енергоефективності та зробити доступнішою інформацію про очікувані ефекти від впровадження моделі сталого розвитку в житлово-комунальне господарство України. Результати виконаних досліджень можуть стати вихідними умовами для внесення змін до нормативно-правового забезпечення щодо екологічної сертифікації будівель, оцінки перспектив та розвитку економічної політики "зеленого*

будівництва" та реконструкції існуючої забудови населених пунктів України.

**Ключові слова:** система теплопостачання, енергоефективність, енергопотреба, природний газ, альтернативні палива, забруднювальні речовини, парникові гази, викиди в атмосферу, податкові зобов'язання, нормативно-правове забезпечення.

**Анотація.** Жилищно-комунальне господарство України продовжує залишатися яскравим прикладом неефективного використання паливно-енергетических ресурсів в країні. Прийняття нормативно-правових актів стало першим кроком в реалізації принципів біосферної сумісності нового будівництва і реконструкції існуючих будівель і споруд. Однак деякі положення потребують певного уточнення і доповнення. Наприклад, рекомендована заміна первинного палива - природного газу - альтернативним для потреб інженерних систем будівель і споруд створює ряд проблем. Збільшення забруднення навколишнього середовища є однією з них. В статті розроблені існуючі методи енергетическої сертифікації житлових будівель шляхом введення показників, що характеризують максимальні удільні викиди забруднюючих речовин і парникових газів в атмосферний повітря. Виконано еколого-економічне порівняння наслідків використання різних органічних палив для потреб автономного енергозабезпечення житлових будівель, впливу продуктів спалення палив на навколишнє середовище. Отримані екологічні показники, що характеризують енергетическі потреби житлових будівель, можуть бути інтерполювані як для систем централізованого енергозабезпечення, так і для громадських будівель і споруд. Результати досліджень свідчать, що заміна природного газу альтернативними видами палива тільки ускладнює проблему

*повышения уровня загрязнения окружающей среды, а также глобального потепления. Термомодернизация внешней оболочки здания позволяет существенно уменьшить ее энергопотребность и оставить в качестве первичного топлива исключительно природный газ, который является и наиболее экологическим органическим топливом. Ориентировочные значения выбросов и платы за загрязнение окружающей среды позволят усовершенствовать предложения по финансированию проектов с энергоэффективности и сделать доступной информацию об ожидаемых эффектах от внедрения модели устойчивого развития в жилищно-коммунальное хозяйство Украины. Результаты выполненных исследований могут стать исходными условиями для внесения изменений в нормативно-правовое обеспечение касательно экологической сертификации зданий, оценки перспектив и развития экономической политики "зеленого строительства" и реконструкции существующей застройки населенных пунктов Украины.*

**Ключевые слова:** *система теплоснабжения, энергоэффективность, энергопотребность, природный газ, альтернативные топлива, загрязняющие вещества, парниковые газы, выбросы в атмосферу, налоговые обязательства, нормативно-правовое обеспечение.*

**Summary.** *Housing and communal services of Ukraine continues to be a prime example of inefficient use of fuel and energy resources in the country. Adoption of regulatory acts was the first step in implementing the principles of biosphere compatibility of new construction and reconstruction of existing buildings and structures. However, some provisions require some clarification and addition. For example, the recommended replacement of primary fuel - natural gas - for the needs of alternative systems of buildings and structures creates a number of problems. Increasing environmental pollution is one of them. The article develops existing methods for energy certification of residential*

*buildings by introducing indicators characterizing the maximum specific emissions of pollutants and greenhouse gases into the atmosphere. Ecological and economic comparison of the effects of the use of various organic fuels for the needs of autonomous energy supply of residential buildings, the impact of combustion products of fuels on the environment has been made. Obtained environmental indicators that characterize the needs of residential buildings can be interpolated for both centralized energy supply systems and for public buildings and structures. Research shows that replacing natural gas with alternative fuels only complicates the problem of rising levels of environmental pollution and global warming. Thermo-modernization of the outer shell of the building can significantly reduce its energy consumption and leave only natural gas as the primary fuel, which is at the same time the most environmentally friendly organic fuel. The estimated emission values and the environmental pollution payments will make it possible to improve proposals for financing energy-efficient projects, and to make information about the expected effects of the sustainable development model in the housing and communal services of Ukraine more accessible. The results of the conducted research may be the starting point for introducing changes to the regulatory support for ecological certification of buildings, assessment of prospects and development of economic policy of "green building" and reconstruction of the existing development of settlements in Ukraine.*

**Key words:** *heat supply system, energy efficiency, energy consumption, natural gas, alternative fuels, pollutants, greenhouse gases, atmospheric emissions, tax obligations, regulatory support.*

**Постановка проблеми.** Дослідження щодо біосферної сумісності як населених пунктів загалом, так і окремих будівель зокрема тісно пов'язані з проблемами екології та енергоефективності. Чинні в Україні нормативно-технічні документи в цілому відповідають меті біосферної сумісності, однак

вони потребують певного корегування. Актуальним також є створення власних "зелених стандартів" та рейтингової системи оцінки, що враховує національні пріоритети економіки, енергетики, екології тощо. Внаслідок значної кліматичної та ресурсної диференціації регіонів України міжнародні рейтингові системи "зеленого будівництва" не можуть бути повноцінно застосовані в нашій країні в силу того, що вибудовані під чинні у своїх державах будівельні норми і традиції, а також ресурсні, енергетичні та економічні пріоритети.

Суттю створення нового національного стандарту "зеленого будівництва" України є розгляд і осмисленні тільки тих концептуальних рекомендацій загальноновизнаних систем екологічної експертизи об'єктів нерухомості, які зможе ввести в практику національний проектно-будівельний сектор. Вимоги такого стандарту повинні бути спрямовані на скорочення споживання енергетичних і матеріальних ресурсів протягом усього життєвого циклу будівлі, використання альтернативних палив і джерел енергії, раціональне водокористування, зниження шкідливих впливів на навколишнє природне середовище як в процесі будівництва об'єкта, так і протягом періоду його експлуатації при забезпеченні комфортного середовища проживання людини та адекватної економічної рентабельності архітектурних, конструктивних та інженерних рішень.

Необхідний перехід від стратегії зниження витрат на будівництво до стратегії зниження сукупної вартості експлуатації будівлі, економіка якої базується на мінімальній вартості всіх витрат протягом її життєвого циклу.

Першим етапом створення в країні комплексної системи забезпечення екологічної безпеки при проектуванні, будівництві та експлуатації об'єктів будівництва є коригування нормативних вимог до забезпечення нормативних значень параметрів мікроклімату у приміщеннях, їх санітарно-гігієнічного стану і, як наслідок, розробка проекту системи екологічної сертифікації будівель для території України.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Як відомо, аналоги такої системи (LEED, BREEAM, DGNB, Система сертифікації "Зеленые стандарты" тощо) вже успішно працюють в провідних країнах світу [1].

З 2021 р. одним із стратегічних пріоритетів Європейського Союзу є зведення енергоефективних будинків, здатних на основі відновлюваних джерел генерувати енергії більше, ніж споживати. Такі будівлі базуватимуться на концепції "Triple Zero" архітектора В.Зобека [2], згідно з положеннями якої практично відпадає необхідність у зовнішній системі енергопостачання, відсутні викиди забруднювальних речовин і парникових газів в атмосферу, а також відходи внаслідок утилізації будівлі по закінченню періоду її експлуатації.

Через призму представленої концепції в сучасних формаціях є перспектива розвитку будинків "нуль теплової та електричної енергії" (zero energy building – ZEB) або майже з нульовим споживанням (nearly zero energy building – nZEB), "активних" будинків (active house) та "розумних" (Smart-Grid-0-Energy). Основною характеристикою, що визначає економічно оптимальний рівень енергетичної ефективності, є витрати первинної енергії. Окрім того, вимоги до будівель типу nZEB повинні також включати майже нульову емісію вуглекислого газу – менше 3 кг/м<sup>2</sup> загальної площі протягом року [3].

Біосферосумісність будівництва (БСБ) досліджується як складова біосферосумісності, що розглядається і як "стратегічний пріоритет екологізації науково-технічного розвитку" (за визначенням М.Ф.Замятіної) і як "тип динамічної рівноваги природно-антропогенної системи" (за визначенням О. Литовки) і як прикладна реалізація "біосферосумісних технологій регіонально-галузевого розвитку, що забезпечують пропорційний та збалансований розвиток біотехносфери" ( за визначенням В.А. Ільчова та І.А. Мамлігіна).

**Формулювання цілей статті.** Еколого-економічне обґрунтування вибору органічних палив для потреб тепlopостачання населених пунктів України з метою зниження споживання енергетичних і матеріальних ресурсів упродовж усього життєвого циклу будівель та скорочення їх впливу та довкілля і здоров'я людини.

**Виклад основного матеріалу.** В основу чинної в Україні класифікації будинків за енергетичною ефективністю покладено рівень відносного відхилення розрахункових та нормативних значень питомих витрат теплової енергії на опалення, охолодження, вентиляцію, освітлення та гаряче водопостачання [4]. Для житлових і громадських будинків унормовано максимально допустимі значення річної енергопотреби, відповідно, для 1 м<sup>2</sup> загальної площі та 1 м<sup>3</sup> їх об'єму. У табл.1 наведено значення питомої енергопотреби для житлових будинків.

Таблиця 1

**Нормативна максимальна річна енергопотреба для житлових будинків в Україні  $EP_{max}$  [4]**

Призначення будівлі	Значення $EP_{max}$ , кВтгод./м <sup>2</sup> для температурної зони України	
	I	II
1	2	3
Житлові будинки поверховістю:		
- від 1 до 3	120	110
- від 4 до 9	83	81
- від 10 до 16	77	75
- 17 і більше	70	68

Вказані у табл.1 значення  $EP_{max}$  стосуються нового будівництва або капітально відремонтованого, частка яких в житловому фонді України відносно мала. Загалом, житловий фонд нараховує приблизно 1,1 млрд. м<sup>2</sup> загальної площі і представлений в основному будинками, зведеними у 60...80 роки минулого століття. Теплотехнічні показники їх зовнішніх огорожень є значно меншими за вимоги сьогодення. А екологічні вимоги щодо будівництва [5] у ті часи взагалі були відсутні.



Необхідна енергопотреба будівель забезпечується за рахунок традиційних джерел – водогрійних котелень, які використовують різноманітні органічні палива, а також альтернативних – теплонасосних установок, вітрових або сонячних електростанцій тощо. Проте сьогодні частка останніх відносно невелика. Пріоритет належить природному газу – приблизно 70 % [6].

При спалюванні органічних палив в атмосферне повітря разом з продуктами згоряння надходять:

1) забруднювальні речовин (оксиди азоту  $NO_x$  і вуглецю  $CO$ , сірчистий ангідрид  $SO_2$  і тверді частки у вигляді золи, сажі тощо);

2) парникові газы (діоксид вуглецю  $CO_2$ , метан  $CH_4$ , діазоту оксид  $N_2O$ ).

Фізико-хімічні властивості палив прийнято у відповідності з даними [7].

Прогнозовані викиди забруднювальних речовин (ЗР) і парникових газів (ПГ) обраховані згідно з методикою [8]. Вона базується на використанні показників емісії на основі даних про склад і витрату палива. Показник емісії характеризує масову кількість забруднювальної речовини, яка надходить в атмосферу разом з димовими газами, віднесена до одиниці енергії, що виділяється під час згоряння палива.

Як приклад розраховано викиди забруднювальних речовин і парникових газів для забезпечення питомої енергопотреби 1-поверхового житлового будинку, розташованого у I температурній зоні України. В якості джерела теплоти виступає автономна водогрійна котельня. Проаналізовано використання декількох видів палив – традиційних природного газу і вугілля, альтернативних: гранули з відходів сільськогосподарського виробництва і деревообробки, місцевого: торф.

Податкові зобов'язання за викиди в атмосферне повітря забруднювальних речовин та парникових газів визначені у відповідності з вимогами ст.243 ПКУ-2020 [9].

Таблиця 2

**Викиди забруднювальних речовин і парникових газів в атмосферне повітря при згорянні палив для забезпечення питомої річної енергопотребі  $EP_{max}=120$  кВтгод./м<sup>2</sup>**

Показник	Умовн. позначення	Один. виміру	Паливо					
			деревина	солома	лушпиння	торф	газ	вугілля ГР
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Витрата палива	$B$	кг/м <sup>2</sup>	51,61	45,86	37,64	60,15	11,94	35,17
<b>А. Викиди забруднювальних речовин (ЗР) і парникових газів (ПГ)</b>								
2. ЗР	$\Sigma E_1$	кг/м <sup>2</sup>	0,164	0,833	0,375	1,725	0,023	5,266
3. ПГ	$\Sigma E_2$	кг/м <sup>2</sup>	66,920	71,702	58,553	67,155	23,093	90,916
у т.ч.: CO <sub>2</sub>	$E_{CO_2}$	кг/м <sup>2</sup>	66,918	71,700	58,551	67,153	23,093	90,914
4. ЗР+ПГ:	$\Sigma E$	кг/м <sup>2</sup>	67,084	72,535	58,928	68,880	23,117	96,182
5. Частка CO <sub>2</sub>	$a_{CO_2}$	%	99,8	98,8	99,4	97,5	99,9	94,5
<b>Б. Податкові зобов'язання (ПЗ) за викиди ЗР і ПГ в атмосферне повітря</b>								
6. ЗР	$\Sigma ПЗ_1$	грн./м <sup>2</sup>	0,090	0,367	0,390	0,881	0,042	5,470
7. ПГ	$\Sigma ПЗ_2$	грн./м <sup>2</sup>	9,277	9,939	8,117	9,309	3,200	12,602
у т.ч.: CO <sub>2</sub>	$ПЗ_{CO_2}$	грн./м <sup>2</sup>	9,273	9,935	8,113	9,305	3,200	12,598
8. ЗР+ПГ:	$\Sigma ПЗ$	грн./м <sup>2</sup>	9,367	10,306	8,507	10,190	3,242	18,072
9. Частка CO <sub>2</sub>	$a_{CO_2}$	%	99,0	96,4	95,4	91,3	98,7	69,7
<b>В. Пріоритетність використання палив</b>								
10. Частка викидів	$B_1$	-	2,9	3,1	2,5	3,0	1,0	4,2
11. Частка ПЗ	$B_2$	-	2,9	3,2	2,6	3,1	1,0	5,6

Аналіз даних, наведених у табл.2, свідчить, що вуглекислий газ, незважаючи на велике різноманіття шкідливих інгредієнтів у продуктах згоряння будь-яких палив, є основним фактором, що спричиняє «теплове» забруднення атмосфери як за кількістю викидів, так і за вартістю податкових зобов'язань. Деяка менша частка – приблизно 70 % – у платі за викиди при спалювання вугілля викликана декількома обставинами. По-перше, у даній роботі не розглядалися заходи щодо пилогазоочистки продуктів згоряння, а, по-друге, ефективних та відносно дешевих технічних засобів і способів очистки викидів для котельних установок невеликої потужності не існує.

Отримані значення викидів забруднювальних речовин і парникових газів для забезпечення нормованих параметрів енергоефективності будівель свідчать, що лише заміна традиційного палива для потреб теплопостачання – природного газу – альтернативними не вирішує проблему зростаючого рівня забруднення довкілля, а також глобального потепління. Термомодернізація зовнішньої оболонки будівлі дозволяє суттєво зменшити її енергопотребу і залишити в якості первинного палива виключно природний газ, що є і найбільш екологічним органічним паливом [10; 11].

Екологічні показники, які характеризують енергетичні потреби 1-поверхового житлового будинку, розташованого у I температурній зоні України, можуть бути інтерпольовані для будинків іншої поверховості.

*Таблиця 3*

**Максимальні питомі викиди забруднювальних речовин і парникових газів, кг/м<sup>2</sup>·рік в атмосферне повітря для енергопотреби житлових будинків**

Поверховість житлового будинку	Температурна зона України	Паливо					
		дере-вина	соло-ма	луш-пиння	торф	газ	вугіл-ля ГР
1	2	3	4	5	6	7	8
від 1 до 3	I	67,1	72,5	58,9	68,9	23,1	96,2
	II	61,5	66,5	54,0	63,1	21,3	88,2
від 4 до 9	I	46,4	50,2	40,8	47,6	16,0	66,5
	II	45,3	49,0	39,8	46,5	15,6	65,0
від 10 до 16	I	43,0	46,5	37,8	44,2	14,8	61,7
	II	41,9	45,3	36,8	43,1	14,4	60,1
17 і більше	I	39,1	42,3	34,4	40,2	13,5	56,1
	II	38,0	41,1	33,4	39,0	13,1	54,5

В останні два десятиліття, майже одночасно й паралельно з інформаційним моделюванням будинків успішно розвивається ще один, але зовсім з іншого погляду, концептуальний підхід до створення нових об'єктів – екологічно раціональне проектування (Sustainable Design) [12]. Це поняття, що одержало у світі найширше поширення, відноситься до

загальної концепції Стійкого (сталого) розвитку (Sustainable Development)[13; 14]. Результати виконаних досліджень можуть стати вихідними умовами для оцінки перспектив та розробки економічної політики "зеленого будівництва" та реконструкції існуючої забудови населених пунктів України.

**Висновки.** Пропоновані показники максимальних питомих викидів забруднювальних речовин і парникових газів в атмосферне повітря при згорянні палив для енергетичних потреб житлових будинків можуть бути впроваджені у національні стандарти та методики вимірювання енергоефективності, а також використані при сертифікації будівель поряд з аналогічними, вираженими в одиницях енергії. Отримані розрахункові величини викидів та плати за забруднення довкілля дозволять удосконалити пропозиції щодо фінансування енергоефективних проєктів, зроблять більш доступною інформацію про очікувані ефекти від реалізації моделі сталого розвитку у житлово-комунальному господарстві України.

### Література

1. Орловська Ю.В. та ін. Економічна політика ЄС з підтримки зеленого житлового будівництва : монографія. Дніпро, 2017. 148 с.
2. Архитектура трех нулей от Верена Зобека. URL: [http://rodovid.me/green\\_city/arhitektura-treh-nuley-ot-verena-zobeka.html](http://rodovid.me/green_city/arhitektura-treh-nuley-ot-verena-zobeka.html) (дата звернення: 16.04.2020).
3. Zrownowazone budownictwo. Seria Dokumenty unit Europejskiej dotyczace budownictwa. Warszawa: ITB, 2010.
4. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. [Чинний з 1.05.2017 р.]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2017. 30 с.
5. ДСТУ Б EN 15217:2013. Енергетична ефективність будівель. Методи представлення енергетичних характеристики та енергетичної

- сертифікації будівель. [Чинний з 1.04.2014 р.]. Київ : Мінрегіон України, 2014. 37 с.
6. Куц Г.О., Тесленко О.І. Стан централізованого теплопостачання України // Міжнародна науково-практична конференція «Технічні науки, історія, сучасність, майбутнє, досвід ЄС». Влоцлавек, Республіка Польща. 27–28 вересня 2019 р. Wloclawec: Izdevnieciba "Baltija Publishing", 2019. С. 22...25.
  7. Парасочка С., Хрящевський В. Екологічні аспекти використання твердого біопалива для потреб теплопостачання. URL: <http://tecom.com.ua/ekolo-gichni-aspekti-vikoristannya-tverdogo-biopaliwa-dlya-potreb-teplopostchannya-2.html> (дата звернення: 16.04.2020).
  8. ГКД 34.02.305-2002. Викиди забруднювальних речовин у атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення. Київ: Видавництво «КВІЦ», 2002.
  9. Податковий кодекс України: Закон України. №2755-VI // Верховна Рада України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2628-19> (дата звернення: 28.03.2020).
  10. Енергетична стратегія України на період до 2035 р. «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність». Схвал. розпорядженням КМУ від 18.08.2017 р. №605-р. URL: [http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/publish/article?art\\_id=245234085](http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/publish/article?art_id=245234085) (дата звернення: 16.04.2020).
  11. Предун К.М. Підвищення енергоефективності існуючого житлового фонду України // Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. збірник. Київ: КНУБА, 2017. Вип. 65. С. 462-466.
  12. EN 1990:2002. Eurocode: Basis of structural design. Supersedes ENV 1991-1:1994 ; approved by CEN on 29 November 2001. Brussels : CEN, 2005. 116 р.

13. Сердюк В.Р. Макроекономічні аспекти політики енергозбереження в Україні // Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка. Наук.-техн. збірник. 2010. Вип. 36. С. 59-64.
14. Сергій С. Організаційно-технологічний підхід до економічного забезпечення безкризового розвитку суспільства в наступництві поколінь // Вісник Національної академії державного управління при Президентові України. 2013. № 1. С. 123-130.

### References

1. Orlovskaya, Yu.V. Vovk, M.S. Chala, V.S. and Mashchenko, S.O. (2017), *Ekonomichna polityka YES z pidtrymky zelenoho zhytlovoho budivnytstva* [EU Economic Policy for Supporting Green Housing]: monographija, Dnipro, Ukraine.
2. *Arkhitektura trekh nuley ot Verena Zobeka* [The architecture of three zeros from Werner Zobek], available at: [http://rodovid.me/green\\_city/arhitektura-treh-nuley-ot-verena-zobeka.html](http://rodovid.me/green_city/arhitektura-treh-nuley-ot-verena-zobeka.html) (accessed 16 April 2020).
3. *Zrownowazone budownictwo. Seria Dokumenty unit Europejskiej dotyczace budownictwa*. Warszawa: ITB, 2010.
4. Ministry of Regional Development, Construction and Housing and Communal Services of Ukraine (2017), *DBN V.2.6-31:2016, "Теплова ізоляція будівел"* [Thermal insulation of buildings], Minrehion, Kyiv, Ukraine.
5. Ministry of Regional Development, Construction and Housing and Communal Services of Ukraine (2014), *DSTU B EN 15217:2013, "Enerhetychna efektyvnist' budivel". Metody predstavlennya enerhetychnykh kharakterystyky ta enerhetychnoyi sertyfikatsiyi budivel"* [Energy efficiency of buildings. Methods of presentation of energy performance and energy certification of buildings], Minrehion, Kyiv, Ukraine.

6. Kuts G.O. and Teslenko O.I. (2019), "State of district heating in Ukraine", [International scientific-practical conference "Technical sciences, history, present, future, experience of the EU"], Wloclavec, Poland, 27–28 Sept 2019, pp. 22-25.
7. Parasochka S. and Khryashevsky V. (2015), "Environmental aspects of the use of solid biofuels for heat supply", available at: <http://tecom.com.ua/ekolo-gichni-aspekti-vikoristannya-tverdogo-biopaliva-dlya-potreb-teplopost-channya-2.html> (accessed 16 April 2020).
8. MPC 34.02.305-2002 (2002), "Emissions of pollutants into the atmosphere from power plants. Method of determination", KVIC Publishing House, Kyiv, Ukraine.
9. The Verkhovna Rada of Ukraine (2019), Tax Code of Ukraine, available at: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2628-19> (accessed 16 April 2020).
10. Cabinet of Ministers of Ukraine (2017), Ukraine's energy strategy for the period up to 2035 "Security, energy efficiency, competitiveness", available at: [https://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/publish/article?art\\_id=245234085](https://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/publish/article?art_id=245234085) (accessed 16 April 2020).
11. Predun K.M. (2017), "Energy efficiency improvement of the current Ukrainian residential areas" // *Mistobuduvannya ta terytorial'ne planuvannya: Nauk.-tekhn. zbirnyk*, Vol. 65, pp. 462-466.
12. EN 1990:2002. Eurocode: Basis of structural design. Supersedes ENV 1991-1:1994 ; approved by CEN on 29 November 2001. Brussels : CEN, 2005. 116 p.
13. Serdyuk V.R. (2010), "Macroeconomic Aspects of Energy Saving Policy in Ukraine" // *Budivel'ni materialy, vyroby ta sanitarna tekhnika. Nauk.-tekhn. zbirnyk*, Vol. 36, pp. 59-64.
14. Sergiy S. (2013), "Organizational and technological approach to economic support of crisis-free development of society in succession of generations"

// Visnyk Natsional'noyi akademiyi derzhavnoho upravlinnya pry  
Prezydentovi Ukrayiny, № 1, pp.123-130.