УДК 338.465.4:338.49:620.92
DOI: https://doi.org/10.32840/2522-4263/2020-2-31

Предун К.М.
кандидат технічних наук, доцент,
професор кафедри теплогазопостачання і вентиляції
Київського національного університету будівництва і архітектури

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

АНАЛІЗ ГАЛУЗЕВИХ ТРАНСФОРМАЦІЙ ЯК ПЕРЕДУМОВА ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОГО МЕХАНІЗМУ РОЗВИТКУ БІОСФЕРОСУМІСНОСТІ

ANALYSIS OF INDUSTRIAL TRANSFORMATION AS A PREREQUISITES FOR THE FORMATION OF THE ECOLOGICAL-ECONOMIC MECHANISM OF BIOSPHERE COMPOSITION DEVELOPMENT

АНОТАЦІЯ

Системи теплопостачання населених пунктів України сьогодні є прикладом неефективного використання паливно-енергетичних ресурсів у державі. Заміна основного палива – природного газу – для потреб інженерних систем будівель і споруд альтернативними породжує низку проблем. Збільшення забруднення навколишнього природного середовища – одна з них. У статті проаналізовано законодавче забезпечення, вимоги чинних в Україні нормативно-правових актів, а також відповідні європейські документи щодо екологічної безпеки виробництва теплоти. 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 порівняльний аналіз фізико-хімічних властивостей палив, впливу продуктів їх спалювання на довкілля.

Ключові слова: система теплопостачання, енергоефективність, природний газ, альтернативні палива, фізико-хімічні властивості палив, забруднювальні речовини, парникові гази, викиди в атмосферу, податкові зобов'язання.

АННОТАЦИЯ

Системы теплоснабжения населенных пунктов Украины сегодня являются примером неэффективного использования топливно-энергетических ресурсов в государстве. Замена основного топлива – природного газа – для нужд инженерных систем зданий и сооружений альтернативными порождает ряд проблем. Увеличение загрязнения окружающей природной среды – одна из них. В статье проанализированы законодательное обеспечение, требования действующих в Украине нормативно-правовых актов, а также соответствующие европейские документы по экологической безопасности генерации тепла. Развиты существующие методы энергетической сертификации жилых домов путем введения показателей, характеризующих максимальные удельные выбросы загрязняющих веществ и парниковых газов в атмосферный воздух. Выполнен сравнительный анализ физико-химических свойств топлив, влияния продуктов их сжигания на окружающую среду.

Ключевые слова: система теплоснабжения, энергоэффективность, природный газ, альтернативные топлива, физико-химические свойства топлив, загрязняющие вещества, парниковые газы, выбросы в атмосферу, налоговые обязательства.

ANNOTATION

District heating systems in Ukraine today are an example of inefficient use of fuel and energy resources in the country. Considerable saving of local budgets in the conditions of decentralization of public administration due to replacement of the main fuel – natural gas – for the needs of district heating systems with alternative ones causes a number of problems. Increasing environmental pollution is one of them. The article analyzes the legislative support, the requirements of the regulations in force in Ukraine, as well as the corresponding European documents on the ecological safety of heat production. However, a more important aspect remains the efficiency of the use of any fuel by end-users, including engineering systems for buildings and structures for various purposes. Existing energy certification methods for residential buildings are complemented by indicators that characterize the maximum specific emissions of pollutants and greenhouse gases into the atmosphere. The «thermal» pollution of the environment by combustion products for the energy needs of a residential 1-storey building located in the I temperature zone of Ukraine is investigated. The heat source is an autonomous boiler. The following fuels were selected for analysis – traditional natural gas and coal, alternative: agricultural and wood waste pellets, local: peat. A comparative analysis of the physicochemical properties of fuels and the impact of their combustion products on the environment is conducted. Of all the possible ingredients, the biggest environmental damage is carbon dioxide – both in terms of revenue and tax. The influence of changes in the tax legislation on payment for pollutant and greenhouse gas emissions into the atmosphere on the priority of the use of different fuels for heat supply needs is investigated. For example, in 2020, sunflower husk ranks second after natural gas, ahead of wood pellets. This fact is gaining considerable weight as Ukraine is one of the largest producers of sunflower oil in the world. Accordingly, recycling or safe disposal of waste is also a top priority for agricultural production.

Key words: heat supply system, boiler, energy efficiency, natural gas, alternative fuels, physicochemical properties of fuels, pollutants, greenhouse gases, atmospheric emissions, taxes on emissions into the atmosphere.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Житлово-комунальне господарство України є значним споживачем паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) у державі. Водночас галузь залишається найбільш не реформованою серед інших.

Загалом на одиницю валового внутрішнього продукту (ВВП) Україна витрачає у декілька разів більше ПЕР порівняно із середньосвітовим значенням, не кажучи вже про країни ЄС. Стосовно інженерного обладнання будівель і

споруд, то, наприклад, питомі витрати теплоти для потреб опалення існуючих житлових будинків у 2,5–4 рази перевищують аналогічні показники для країн із подібним кліматом. У 2014 р. між Україною та ЄС укладено Угоду про асоціацію [1]. Вона передбачає у тому числі імплементацію європейського законодавства у сфері енергозбереження та енергоефективності. Основні положення викладено у Директиві Європейського Парламенту та Ради 2012/27/EU «Про енергоефективність» [2]. На її підставі Верховною Радою України розроблено та ухвалено низку законів, зокрема «Про енергетичну ефективність будівель» [3], «Про альтернативні джерела енергії» [4], «Про охорону навколишнього природного середовища» [5] тощо. Своєю чергою, Кабінет Міністрів запропонував чіткі заходи щодо практичної реалізації вимог чинного законодавства. Прийнято Енергетичну стратегію України на період до 2035 р. [6], необхідні нормативно-правові акти (ДБН і ДСТУ), які гармонізовані з відповідними європейськими. Вимоги цих документів передбачають підготовку та формування заходів з ефективного виробництва, трансформації, транспортування, переробки та споживання енергії, формування конкурентних та прозорих ринків електричної та теплової енергії, природного газу тощо.

Водночас реалізація пропонованих заходів запобігає збільшенню теплового «забруднення» довкілля за рахунок зменшення викидів забруднювальних речовин і парникових газів в атмосферне повітря. Тобто забезпечується виконання зобов'язань України у досягненні цілей Паризької кліматичної угоди, Кіотського протоколу і Рамкової конвенції ООН про зміну клімату [7; 8].

Таким чином, нині екологічні проблеми стоять в одному ряду з економіко-енергетичними та мають загальний характер, їх розв'язання потребує пошуку нових методів і підходів до їх вирішення. Одним із таких є поняття «зелене будівництво», яке дедалі більше застосовується і в українських реаліях.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор. Словосполучення «зелене будівництво», а також тотожні терміни «екологічне будівництво», «стійке будівництво», екодевелопмент тощо виникли у 70-ті роки минулого століття у США і країнах Євросоюзу у зв'язку з першою енергетичною кризою [9]. Сьогодні зростаючий рівень забруднення довкілля, глобальне потепління і необхідність економного споживання вичерпних органічних палив стали головними чинниками подальшого розвитку «зеленого будівництва».

Дослідженню проблем скорочення споживання енергетичних ресурсів, використання альтернативних джерел енергії та палив, зниження шкідливих впливів на навколишнє середовище під час забезпечення комфортного середовища проживання людини присвячено наукові праці таких учених, як: В.П. Абдул, І.О. Башмаков, О.В. Бондар-Підгурська, Б.М. Данилишин, В.С. Загорський, М.З. Згуровський, І.А. Мамлигін, О.О. Трофименко, Д.О. Чернишов, В. Зобек, П. Евейяр та ін.

Сертифікація, або рейтингова оцінка об'єкта нерухомості, є одним із практичних інструментаріїв екодевелопменту. Вона враховує різні критерії, які дають можливість оцінити енергоресурсоефективність будівлі, рівень її екологічної безпеки тощо. Наприклад, британська система сертифікації BREEAM, розроблена у 1990 р. та одна з найбільш уживаних у світі, враховує 10 критеріїв [10]. Із можливих 112 кредитів, які впливають на оцінку, 47 характеризують енергоспоживання, можливість улаштування альтернативних джерел енергії, скорочення та контроль викидів парникових газів, забезпечення здоров'я людини та екологічне благополуччя як внутрішнього, так і зовнішнього середовища тощо.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. В Україні для житлових та громадських будівель встановлено сім класів енергетичної ефективності [11]. В основу класифікації покладено рівень відносного відхилення розрахункових та нормативних значень питомих витрат теплової енергії на опалення, охолодження та гаряче водопостачання, вентиляцію, освітлення. Під час сертифікації будівлі враховують, зокрема, і виробництво енергії за допомогою відновлювальних джерел та шляхом когенерації [12]. Водночас показники викидів парникових газів залежно від обсягів первинної енергії практично не використовуються [13].

Аналіз рішень із практичної реалізації заходів, які показали свою дієвість в європейських державах, засвідчує, що деякі з них потребують коректив, оскільки не враховують платоспроможність населення України, існуючий стан її економіки, особливо в частині паливно-енергетичного комплексу та інженерної інфраструктури населених пунктів.

Формулювання цілей статті **(постановка завдання).** Роботу присвячено дослідженню ефективності заходів із заміни природного газу альтернативними паливами для потреб теплопостачання населених пунктів України, а також оцінці впливу викидів продуктів згоряння в атмосферне повітря на «теплове» забруднення довкілля. Розвинуто існуючі вимоги щодо максимальних значень питомих величин енергопотреби житлових будинків в одиницях енергії шляхом запровадження аналогічних показників, що характеризують максимальні питомі викиди забруднювальних речовин і парникових газів в атмосферне повітря.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. У структурі споживання ПЕР в Україні за роки незалежності відбулися кардинальні зміни. Спад економіки, її перебудова на ринкові засади посприяли цим процесам

[14]. Водночас відбувся ріст цін на енергоносії з орієнтацією на світовий рівень, оскільки раніше вони були штучно заниженими і дотувалися за рахунок інших галузей. Наприклад, у 1991 р. в державі за максимального за всю історію споживання природного газу – 118 млрд м^3 – частка населення становила лише 9%, а в 2018 р. за зменшення споживання до 32 млрд м^3 – зросла до 34%, тоді як частка промисловості скоротилася до 25% [15; 16] за збільшення виробничо-технологічних витрат до 11,4%. Окрім того, серед усіх органічних палив, які використовуються для потреб теплопостачання населених пунктів, природному газу належить приблизно 70% [17]. Загалом у 2018 р. зі спожитих 32,3 млрд м^3 мережного газу для потреб теплової генерації та виробництва електроенергії теплоелектростанціями (ТЕС) було використано відповідно 18,6% та 10,8% блакитного палива. Тобто природний газ є й залишатиметься основним енергоносієм у первинному енергобалансі держави. Водночас природний газ – це найбільш екологічне органічне паливо. Останнім часом відбувається зростання частки альтернативних палив у паливо-енергетичному балансі України.

Проте більш важливим аспектом залишається ефективність використання будь-якого палива кінцевими споживачами, у т. ч. системами інженерного забезпечення будівель і споруд різного призначення.

В основу 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. Наприклад, у табл. 2 вказано максимально допустимі значення річної енергопотреби для 1 м^2 загальної площі житлового будинку.

Необхідна кількість теплоти може бути отримана за рахунок традиційних джерел – водогрійних котелень, які використовують різноманітні органічні палива, а також альтернативних: теплонасосних установок, вітрових або сонячних електростанцій тощо.

Під час спалювання органічних палив в атмосферне повітря разом із 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 гази (діоксид вуглецю CO_2, метан CH_4, діазоту оксид N_2O).

Прогнозовані викиди забруднювальних речовин (ЗР) і парникових газів (ПГ) обраховують згідно з методикою [19]. 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 із димовими газами, віднесену до одиниці енергії, що виділяється під час згоряння палива.

Заходи щодо очистки викидів продуктів спалювання в атмосферне повітря у даній роботі не розглядаються.

Таблиця 1

Фізико-хімічні властивості палив [18]

Паливо	A_r, %	W_r, %	Елементний склад (масовий вміст на горючу масу), %					Теплота спалювання $Q_p^н$, МДж/кг (МДж/м^3)
			C^{daf}	H^{daf}	S^{daf}	O^{daf}	N^{daf}	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Вугілля марки ГР	23	10	79,5	5,2	3,7	10,3	1,3	20,47
Деревина	0,7	30,0	35,4	4,2	0	29,3	0,4	12,31
Солома	4,5	10,0	42,7	5,3	0,1	36,9	0,5	15,70
Лушпиння соняхів	2,4	15,0	42,5	4,9	0,16	34,6	0,44	19,13
Торф	14,9	30,0	30,7	3,5	0,2	19,2	1,5	11,97
Газ природний								(33,01)

Примітки: A_r – зольність палива у робочому стані; W_r – те ж, вологість.

Таблиця 2

Нормативна максимальна річна енергопотреба для житлових будинків в Україні, EP_{max} [11]

Призначення будівлі	Значення EP_{max}, кВт.год./м^2 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

Як приклад розраховано викиди забруднювальних речовин і парникових газів для питомої енергопотреби житлового одноповерхового будинку, розташованого у І температурній зоні України. Джерелом теплоти виступає автономна водогрійна котельня. Паливо – традиційні природний газ і газове вугілля, альтернативні: гранули з відходів сільськогосподарського виробництва і деревообробки, місцеве: торф.

Податкові зобов'язання за викиди забруднювальних речовин та парникових газів в атмосферне повітря розраховують згідно з вимогами ст. 243 ПКУ–2020 [20] на підставі ставок податку, які вказано в табл. 5.

Результати розрахунків наведено в табл. 6.

Отримані результати розрахунків екологічних показників, які характеризують енергетичні потреби одноповерхового житлового будинку можуть бути інтерпольовані для будинків іншої поверховості.

Висновки з цього дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку. Основним інгредієнтом, який спричиняє «теплове» забруднення атмосфери, є вуглекислий газ. Природний газ залишається найбільш екологічним паливом порівняно з іншими органічними. Збільшення податкових зобов'язань за викиди в атмосферне повітря змінило загальну картину пріоритетності альтернативних палив порівняно з природним газом, якщо як критерій порівняння використовувати екологічний вплив на довкілля. Так, наприклад, у 2020 р. паливо з лушпиння соняхів займає друге місце, випередивши гранули з деревини. Цей факт набуває значної ваги, оскільки Україна є найбільшим виробником соняшникової олії у світі. І, відповідно, утилізація відходів виробництва залишатиметься першочерговим завданням.

Пропоновані показники максимальних значень питомих викидів забруднювальних речовин і парникових газів в атмосферне повітря під час згоряння палив для енергетичних потреб житлових будинків можуть бути використані у процесі сертифікації будівель поряд з аналогічними, вираженими в одиницях енергії.

Таблиця 3

Значення сезонної ефективності виробництва/генерування теплоти [12]

Паливо	Джерело теплозабезпечення	Ефективність, %
1	2	3
Вугілля марки ГР	Котел твердопаливний – автоматичний	60
Деревина	Котел на біомасі – автоматичний	68
Солома	Котел на біомасі – ручне управління	60
Лушпиння соняхів	Котел на біомасі – ручне управління	60
Торф	Котел твердопаливний – автоматичний	60
Газ природний	Кондесаційний котел	80

Таблиця 4

Результати розрахунків питомих викидів забруднювальних речовин і парникових газів в атмосферне повітря

Показник	Умовні 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^2	51,61	45,86	37,64	60,15	11,94	35,17
А. Викиди забруднювальних речовин (ЗР)								
2. Оксиди азоту	E_{CO}	кг/м^2	0,0318	0,0360	0,0360	0,0360	0,0165	0,0885
3. Оксиди сірки	E_{SO2}	кг/м^2	0	0,0871	0,1145	0,2390	0	2,0215
4. Оксид вуглецю	E_{CO}	кг/м^2	0,0769	0,03951	0,0871	0,0871	0,067	0,0871
5. Тверді частки	$E_{твер}$	кг/м^2	0,0553	0,3146	0,1375	1,3629	0	3,0690
6. Разом ЗР	ΣE_1	кг/м^2	0,164	0,833	0,375	1,725	0,023	5,266
Б. Викиди парникових газів (ПГ)								
7. Діоксид вуглецю	E_{CO2}	кг/м^2	66,918	71,700	58,551	67,153	23,093	90,914
8. Метан	E_{CH4}	кг/м^2	0,0006	0,0007	0,0007	0,0007	0,0004	0,0007
9. Оксид діазоту	E_{N2O}	кг/м^2	0,0009	0,0010	0,0010	0,0010	0,00004	0,0007
10. Разом ПГ	ΣE_2	кг/м^2	66,920	71,702	58,553	67,155	23,093	90,916
11. Всього ЗР+ПГ	ΣE	кг/м^2	67,084	72,535	58,928	68,880	23,117	96,182

Таблиця 5

Ставки податку на викиди забруднювальних речовин і парникових газів [20]

Речовина	NO_x	CO	CO_2	N_2O	CH_4	SO_2	сажа
1	2	3	4	5	6	7	8
ПКУ-2020	2451,84	92,37	138,57	4016,11	138,57	2451,84	92,37

Таблиця 6

Податкові зобов'язання за викиди забруднювальних речовин і парникових газів в атмосферне повітря

Показник	Умовні 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^2	51,61	45,86	37,64	60,15	11,94	35,17
А. Викиди забруднювальних речовин (ЗР)								
2. Оксиди азоту	$ПЗ_{CO}$	грн./м^2	0,078	0,088	0,008	0,088	0,041	0,217
3. Оксиди сірки	$ПЗ_{SO2}$	грн./м^2	0	0,214	0,281	0,587	0	4,962
4. Оксид вуглецю	$ПЗ_{CO}$	грн./м^2	0,007	0,0036	0,008	0,008	0,001	0,008
5. Тверді частки	$ПЗ_{твер}$	грн./м^2	0,005	0,00259	0,013	0,126	0	0,283
6. Разом ЗР	$\Sigma ПЗ_1$	грн./м^2	0,090	0,367	0,390	0,881	0,042	5,470
Б. Викиди парникових газів (ПГ)								
7. Діоксид вуглецю	$ПЗ_{CO2}$	грн./м^2	9,273	9,935	8,113	9,305	3,200	12,598
8. Метан	$ПЗ_{CH4}$	грн./м^2	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
9. Оксид діазоту	$ПЗ_{N2O}$	грн./м^2	0,0036	0,0040	0,0040	0,0040	0,0002	0,0040
10. Разом ПГ	$\Sigma ПЗ_2$	грн./м^2	9,277	9,939	8,117	9,309	3,200	12,602
11. Всього ЗР+ПГ	$\Sigma ПЗ$	грн./м^2	9,367	10,306	8,507	10,190	3,242	18,072

Таблиця 7

Максимальні питомі викиди забруднювальних речовин і парникових газів в атмосферне повітря для енергопотреби житлових будинків, кг/м^2.рік

Поверховість житлового будинку	Викиди в атмосферу	Температурна зона України					
		I			II		
		Паливо					
		деревина	газ	вугілля	деревина	газ	вугілля
1	2	3	4	5	6	7	8
від 1 до 3	ЗР	0,164	0,023	5,266	0,150	0,113	4,827
	ПГ	66,920	23,093	90,916	61,343	21,169	83,340
	Разом	67,084	23,117	96,182	61,493	21,282	88167
від 4 до 9	ЗР	0,113	0,016	3,642	0,111	0,016	3,555
	ПГ	46,286	15,973	62,884	45,171	15,588	61,368
	Разом	46,399	15,989	66,526	45,282	15,604	64,993
від 10 до 16	ЗР	0,105	0,015	3,379	0,103	0,014	3,291
	ПГ	42,940	14,818	58,338	41,825	14,433	56,823
	Разом	43,045	14,833	61,717	41,928	14,447	60,114
17 і більше	ЗР	0,096	0,013	3,072	0,093	0,013	2,984
	ПГ	39,037	13,471	53,034	37,921	13,086	51,519
	Разом	39,133	13,484	56,106	38,014	13,099	54,503

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони : Закон України від 16.09.2014 № 1678-VII / Верховна Рада України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_011 (дата звернення: 28.03.2020).
2. Директива Європейського Парламенту та Ради 2012/27/EU «Про енергоефективність». URL: http://saee.gov.ua/sites/default/files/UKR_Directive _27_ 2012_2 (дата звернення: 28.03.2020).
3. Про енергетичну ефективність будівель : Закон України № 2118-VII. *Відомості Верховної Ради України.* 2017. № 3. Ст. 359.
4. Про альтернативні джерела енергії : Закон України № 2019-VIII / Верховна Рада України. URL: http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15 (дата звернення: 28.03.2020).
5. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України № 2354-VIII / Верховна Рада України. URL: http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12 (дата звернення: 28.03.2020).
6. Енергетична стратегія України на період до 2035 р. «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» : Розпорядження КМУ від 18.08.2017 № 605-р. URL: http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/ publish/article?art_id=245234085 (дата звернення: 28.03.2020).
7. Паризька кліматична угода: що відбувається та які результати? URL: https://24tv.ua/blog_media_tag5427 (дата звернення: 28.03.2020).
8. Украина попала в ТОП-100 стран по выбросу парниковых газов: названо место. URL: https://economy.apostrophe.ua/news/finansy-i-banki/2018-10-09/ukraina-popala-v-top-100-stran-po-vyibrosu-parnikovyih-gazov-nazvano-mesto/142923 (дата звернення: 28.03.2020).
9. Економічна політика ЄС з підтримки зеленого житлового будівництва : монографія / Ю.В. Орловська та ін. Дніпро, 2017. 148 с.

10. Дмитроченкова Е.І. Аналіз міжнародних систем сертифікації «зеленого» будівництва. *Екологічні науки*. 2018. № 1(20). Т. 1. С. 140–143.
11. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель (чинний з 01.05.2017). Київ : Мінрегіонбуд України, 2017. 30 с.
12. ДСТУ Б А.2.2-12:2015. Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні (чинний з 01.01.2016). Київ : Мінрегіон України, 2015. 145 с.
13. ДСТУ Б EN 15217:2013. Енергетична ефективність будівель. Методи представлення енергетичних характеристики та енергетичної сертифікації будівель (чинний з 01.04.2014). Київ : Мінрегіон України, 2014. 37 с.
14. Енергетична стратегія України на період до 2030 р. : Розпорядження КМУ від 15 березня 2006 р. № 145-р. URL: http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/145-2006-р (дата звернення: 28.03.2020).
15. Електроенергетика України. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Електроенергетика_України (дата звернення: 28.03.2020).
16. Інформаційна довідка про основні показники розвитку галузей паливно-енергетичного комплексу України у грудні та за 2018 рік. (за фактичними даними). URL: https://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article?art_id=245343597&cat_id=35081 (дата звернення: 28.03.2020).
17. Куц Г.О., Тесленко О.І. Стан централізованого теплопостачання України. *Міжнародна науково-практична конференція «Технічні науки, історія, сучасність, майбутнє, досвід ЄС»*, м. Влоцлавек, Республіка Польща, 27–28 вересня 2019 р. Wloclavec : Baltija Publishing, 2019. С. 22–25.
18. Парасочка С., Хрящевський В. Екологічні аспекти використання твердого біопалива для потреб теплопостачання. URL: http://tecom.com.ua/ ekolo-gichni-aspekti-vikoristannya-tverdogo-biopaliva-dlya-potreb-teplopostchannya-2.html (дата звернення: 28.03.2020).
19. ГКД 34.02.305-2002. Викиди забруднювальних речовин у атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення. Київ : КВІЦ, 2002.
20. 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).

REFERENCES:

1. The Verkhovna Rada of Ukraine (2015) The Law of Ukraine "Association Agreement between Ukraine, of the one part, and the European Union, the European Atomic Energy Community and their Member States, of the other part". Available at: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_011 (accessed 28 March 2020).
2. Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council on energy efficiency. Available at: http://saee.gov.ua/sites/default/files/UKR_ Directive_27 2012_2 (accessed 28 March 2020).
3. The Verkhovna Rada of Ukraine (2017) The Law of Ukraine "On the energy performance of buildings", Vidomosti Verkhovnoyi Rady Ukrainy, vol. 3, p. 5.
4. The Verkhovna Rada of Ukraine (2017) The Law of Ukraine "On Alternative Energy Sources". Available at: http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15 (accessed 28 March 2020).
5. The Verkhovna Rada of Ukraine (2018) The Law of Ukraine "On the protection of the environment". Available at: http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/ 1264-12 (accessed 28 March 2020).
6. 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 (accessed 28 March 2020).
7. The Paris Climate Agreement: what is happening and what are the results? (2018). Available at: https://24tv.ua/blog_media_tag5427 (accessed 28 January 2020).
8. Ukraine is in the TOP-100 countries on greenhouse gas emissions: the place is named (2018). Available at: https://economy.apostrophe.ua/news/finansy-i-banki/2018-10-09/ukraina-popala-v-top-100-stran-po-vyibrosu-parnikovyih-gazov-nazvano-mesto-/142923 (accessed 28 March 2020).
9. 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.
10. Dmitrochenkova E. I. (2018) "Analysis of international certification systems for green building". *Ekolohichni nauky*, vol. 1(20), no. 1, pp.140–143.
11. Ministry of Regional Development, Construction and Housing and Communal Services of Ukraine (2017) DBN V.2.6-31:2016, "Teplova izolyatsiya budivel'" [Thermal insulation of buildings], Minrehion, Kyiv, Ukraine.
12. Ministry of Regional Development, Construction and Housing and Communal Services of Ukraine (2016) DSTU B A.2.2-12:2015, "Enerhetychna efektyvnist' budivel'. Metod rozrakhunku enerhospozhyvannya pry opalenni, okholodzhenni, ventylyatsiyi, osvitlenni ta haryachomu vodopostachanni" [Energy efficiency of buildings. Method of calculating energy consumption for heating, cooling, ventilation, lighting and hot water], Minrehion, Kyiv, Ukraine.
13. 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.
14. Cabinet of Ministers of Ukraine (2006) Ukraine's energy strategy for the period until 2030. Available at: http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/145-2006-р (accessed 28 March 2020).
15. Elektroenerhetyka Ukrayiny [Electricity of Ukraine] (2019). Available at: https://uk.wikipedia.org/wiki/Електроенергетика_України (accessed 28 March 2020).
16. Cabinet of Ministers of Ukraine (2019) Informatsiyna dovidka pro osnovni pokaznyky rozvytku haluzey palyvno-enerhetychnoho kompleksu Ukrayiny u hrudni ta za 2018 rik (za faktychnymy danymy) [Information report on the main indicators of the development of the fuel and energy complex of Ukraine in December and 2018 (based on actual data)]. Available at: https://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/ publish/article?art_id=245343597&cat_id=35081 (accessed 28 March 2020).
17. 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.
18. Parasochka S. and Khryaschevsky 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-teplopostchannya-2.html (accessed 03 March 2020).
19. MPC 34.02.305-2002 (2002) "Emissions of pollutants into the atmosphere from power plants. Method of determination", KVIC Publishing House, Kyiv, Ukraine.
20. The Verkhovna Rada of Ukraine (2019) Tax Code of Ukraine. Available at: http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2628-19 (accessed 28 March 2020).