ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ МОДЕЛЮВАННЯ

DOI: <https://doi.org/10.15407/emodel.43.05.055>
УДК 620.9:504.06

В.В. Станиціна¹, канд. техн. наук, **В.О. Артемчук**², канд. техн. наук,
О.Ю. Богославська¹, канд. екон. наук

¹ Інститут загальної енергетики НАН України
Україна, 03150, м. Київ, вул. Антоновича, 172
e-mail: st_v_v@hotmail.com

² Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України
Україна, 03164, м. Київ, вул. Генерала Наумова, 15
e-mail: ak24avo@gmail.com

Вплив адміністрування екологічного податку на вартість теплової енергії в Україні

Наведено огляд підходів до оподаткування викидів парникових газів та ставок податку в країнах Європи. Для порівняння опалюваних котлів з різними характеристиками, які працюють на різних видах палива, використано показник усередненої собівартості теплової енергії за життєвий цикл LCOH (Levelized Cost Of Heat). Екологічний податок за забруднення навколишнього середовища (як складова LCOH) розраховано для трьох найпоширеніших в Україні типів котлів потужністю від 4,65 до 58 МВт, що спалюють природний газ, вугілля та мазут, а також для малопотужних котлів (0,5 та 1,0 МВт), що спалюють органічне та біопаливо. Екоподаток для котлів на біопаливі обраховано за чинного оподаткування та за умови прийняття європейського підходу до оподаткування за викиди діоксиду вуглецю. Встановлено, що за нинішніх ставок практично відсутні економічні стимули для впровадження технологій зменшення концентрації забруднюючих речовин у викидах, але збільшення ставок екологічного податку може змінити цю ситуацію. Однак за умови рівномірного збільшення ставок для всіх типів котлів найменшим лишатиметься екоподаток для котлів на природному газі, а для котлів на біопаливі він суттєво зросте, що суперечить заявленій меті декарбонізації економіки. Показано, що не лише зміна ставок екологічного податку може бути ефективним інструментом для досягнення цілей сталого розвитку, оскільки важливими також є принципи його адміністрування.

К л ю ч о в і с л о в а: екологічний податок, парникові гази, тепла енергія, біопаливо, органічне паливо.

Прогнозування потреби в енергоресурсах та моделювання розвитку економіки країни є важливими завданнями в сфері енергетики, для вирішення яких необхідно мати значний обсяг вихідних даних та ефективний інструментарій. Крім цього, майже завжди при вирішенні задач прогно-

© Станиціна В.В., Артемчук В.О., Богославська О.Ю., 2021

зування та моделювання в сфері енергетики доводиться враховувати невизначеності щодо багатьох параметрів. На даний час одним з таких параметрів є, зокрема, розмір ставок екологічного податку.

Як відомо, загальносвітовою концепцією наразі став «сталий розвиток» (sustainable development), що дає змогу задовольнити потреби сучасного покоління без шкоди для майбутніх поколінь. В умовах стабільності лідирують два конкуруючих стовпи сталого розвитку: економічний та екологічний [1].

Україна взяла на себе ряд зобов'язань щодо охорони навколишнього середовища та зменшення викидів забруднюючих речовин [2—4]. В ЄС прийнято Директиву 2015/2193 про обмеження викидів деяких забруднюючих речовин в атмосферне повітря від установок для спалювання середньої потужності [5]. Оскільки вона є доповненням до Директиви 2010/75/ЄС (для установок від 50 МВт), для українських установок середньої потужності вже варто розробляти та впроваджувати заходи, що забезпечать виконання вимог Директиви 2015/2193.

Серед адміністративних та фіскальних інструментів стимулювання та забезпечення сталого розвитку чільне місце займають екологічні податки. В наукових публікаціях та законодавстві різних країн світу можна знайти різні визначення поняття «екологічний податок». Зокрема в законодавстві України містяться два визначення, які в деякій мірі доповнюють одне одного [6, 7].

Багато країн світу вже давно використовує цей потужний інструментарій, значна кількість тільки починає, проте спільним для більшості країн є те, що законодавство в цій сфері постійно змінюється, зокрема корегуються і ставки екологічного податку. Україна не є виключенням в цьому питанні. Станом на червень 2021 року у Верховній Раді перебувають три різні законопроекти про підвищення ставок екологічного податку в Україні, які подано ще у листопаді 2019 року.

Зважаючи на те, що однією з сфер економіки, на яку значною мірою впливають ставки екологічного податку, є теплопостачання, доцільним є проведення дослідження щодо впливу зміни величини ставок екологічного податку на вартість теплової енергії, яка, в свою чергу, є одним з ключових показників для прогнозування та моделювання розвитку теплоенергетики країни. Тому поставлено за мету визначення впливу розміру ставок екологічного податку на вартість теплової енергії для котлів на органічному та біопаливі в Україні.

Оподаткування за викиди парникових газів в Європі та Україні. Деякі країни вжили заходів щодо зменшення викидів вуглецю, використовуючи екологічні норми, системи торгівлі викидами та податки на вуглець. У 1991 р. Фінляндія першою у світі запровадила податок на вуг-

лець. Нині вже понад 15 європейських країн впровадили податок на вуглець. При цьому величина ставки податку в різних країнах різна: менше 1 € за тону CO_2 в Україні та Польщі, понад 100 € в Швеції.

Податки за вуглець можуть стягуватися з різних типів парникових газів (ПГ), таких як вуглекислий газ, метан, закис азоту та фторовані ПГ. В кожній країні прийнято свої схеми оподаткування викидів ПГ, що зумовлює різну частку викидів ПГ, охоплених податком. Наприклад, податок на ПГ в Іспанії застосовується лише до фторованих газів, охоплюючи лише 3 % загальних викидів ПГ в країні. Норвегія нещодавно при зниженні ставок екоподатку скасувала більшість пільг і наразі податком обкладено понад 60 % викидів ПГ.

Усі держави—члени ЄС (а також Ісландія, Ліхтенштейн та Норвегія) є частиною Системи торгівлі викидами (СТВ) ЄС, ринку, створеного для торгівлі обмеженою кількістю дозволів на викиди ПГ. За винятком Швейцарії та України, всі європейські країни, які стягують податок на вуглець, також є частиною СТВ (Швейцарія має власну систему торгівлі викидами). Наразі Нідерланди та Каталонія розглядають можливість запровадження податку за викиди вуглецю, а Туреччина та Україна — на використання СТВ [8].

Зміна ставок податку за викиди ПГ. У 1990 р. Фінляндія ввела податок на вуглець у розмірі 1,12 € (1,41 доларів США) за тону CO_2 , враховуючи вміст вуглецю у викопному паливі, ставши першою країною, яка застосувала податок на вуглець як інструмент для пом'якшення наслідків зміни клімату. Підприємства, що зазвичай використовували торф і природний газ, отримали пільги, а деревообробна промисловість була звільнена від податку для збереження міжнародних порівняльних переваг на експортних ринках. Паливо, яке використовували як сировину або матеріали для виробництва, також було звільнено від оподаткування.

Однак деякі експерти вважали такі заходи недостатньо ефективними. В результаті послідовних реформ (1997, 2007 та 2011 рр.) Фінляндія збільшила ставки та поєднала податок на вуглець і податок на енергію. У 2013 р. податок перетворився на комбінований податок на вуглець та енергію у розмірі 18,05 € (22,65 доларів США) за тону CO_2 та 66,2 € (83,1 доларів США) за тону вуглецю [9]. Зміна ставок податку на CO_2 та рік його впровадження в країнах Європи наведено в табл. 1.

Швеція стягує найвищу ставку податку у розмірі 112,08 € (132,17 доларів США) за тону викидів CO_2 , далі йдуть Швейцарія (83,17 €, 98,08 доларів США) та Фінляндія (62,00 €, 73,11 доларів США). Найнижчі ставки податку у Польщі (0,07 €, 0,08 доларів США), Україні (0,33 €, 0,39 доларів США) та Естонії (2,00 €, 2,36 доларів США).

Біопаливо та податок за викиди діоксиду вуглецю. На даний час в Україні підприємства, які генерують енергію, спалюючи біопаливо, є платниками податку за викиди CO₂, що не відповідає сучасній світовій практиці, оскільки біопаливо вважається CO₂-нейтральним паливом, адже при його спалюванні утворюється стільки двоокису вуглецю, скільки було поглинуто рослинами під час росту [11]. В квітні 2021 року розроблено законопроект [12]. Тому в найближчому майбутньому можна очікувати зменшення розміру екологічного податку для котлів на біопаливі.

На початку 2020 р. в Україні було подано проект Концепції «зеленого» енергетичного переходу України до 2050 р., в якому поставлено цілі, близькі до цілей European Green Deal [13]. З огляду на нього енергоефективність та відновлювані джерела енергії (ВДЕ) стають пріоритетними напрямками «зеленого» енергетичного переходу України. Двоокис вуглецю, який виділяється при спаленні викопного палива, є найпоширенішим ПГ у світі. Зменшення викидів двоокису вуглецю для енергетичного сектору означає поступову відмову від викопних видів палива на користь ВДЕ [14].

Впровадження світового підходу до оподаткування викидів діоксиду вуглецю від спалювання біопалива та впровадження котлів на біопаливі в системах теплопостачання сприятиме декарбонізації. Україна має необ-

Таблиця 1. Зміна ставок екологічного податку за викиди CO₂ [8, 10]

Країна	Ставка екологічного податку за тону CO ₂ , €		Рік запровадження екологічного податку
	2019 р.	2020 р.	
Великобританія	20,34	20,12	2013
Данія	23,21	23,77	1992
Естонія	2,00	1,83	2000
Ірландія	20,00	25,60	2010
Ісландія	27,38	27,43	2010
Іспанія	15,00	14,63	2014
Латвія	5,00	9,14	2004
Норвегія	52,09	48,46	1991
Польща	0,07	0,09	1990
Португалія	12,74	23,77	2015
Словенія	17,00	17,37	1996
Україна	0,33	0,37	2011
Фінляндія	62,00	62,18	1990
Франція	44,60	44,81	2014
Швейцарія	83,17	90,53	2008
Швеція	112,08	108,81	1991

хідні передумови для виробництва біопалив, що також позитивно вплине на створення нових робочих місць та на економічний розвиток відповідних населених пунктів та територій. Стратегія низьковуглецевого розвитку України до 2050 р. [15] передбачає розширення використання біомаси (біопалива). З метою зниження викидів ПГ і зменшення використання викопного палива взагалі, передбачається заохочення спільного спалювання біомаси з викопним паливом на нових та існуючих електростанціях.

У роботах [16—18] подано огляд наукових праць, присвячених вивченню впливу екологічних податків на цілі сталого розвитку за 2018—2020 рр. [19—22].

Метод розрахунку. Одним з показників, який використовується для визначення економічної ефективності будівництва нових об'єктів та впровадження новітніх технологій в існуючих системах теплопостачання, що необхідно для прогнозування та моделювання їх розвитку, є показник усередненої собівартості теплової енергії за життєвий цикл LCOH (Levelized Cost Of Heat). Показник LCOH визначається як постійна вартість генерації одиниці теплоти, яка дорівнює дисконтованим витратам, понесеним протягом усього життєвого циклу інвестиції [23—25]. Основна розрахункова формула даного показника має вигляд

$$\text{LCOH} = \frac{\sum_{t=1}^N \frac{(I_t + M_t + F_t)}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^N \frac{H_t}{(1+r)^t}}, \quad (1)$$

де t — поточний вік системи з початку спорудження (індекс складових витрат); N — термін існування проекту; I_t — щорічні інвестиції; M_t — умовно постійні витрати на обслуговування та ремонт; F_t — умовно змінні (паливні) витрати; H_t — річне виробництво теплоенергії; r — дисконтна ставка (дисконт), що відображає швидкість здешевлення інвестиційного капіталу з часом.

Через зростання уваги до проблеми забруднення довкілля та постійне підвищення ставок екологічного податку запропоновано розрахувати усереднену собівартість теплової енергії за життєвий цикл (1), враховуючи екологічний податок [17], за такою формулою:

$$\text{LCOH}_{T_{\text{eco}}} = \frac{\sum_{t=1}^N \frac{I_t + M_t + F_t + T_t^{\text{eco}}}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^N \frac{H_t}{(1+r)^t}}, \quad (2)$$

де T_t^{eco} — екологічний податок. Отже, на основі (1), (2) екологічна складова $LCON$, обумовлена врахуванням екологічного податку, визначається виразом [17]

$$\Delta LCON_{\text{eco tax}} = LCON_{T_{\text{eco}}} - LCON. \quad (3)$$

Вихідні дані для розрахунку екологічного податку за викиди — це річне споживання конкретного виду палива котельною установкою (яке визначається тепловою потужністю та ККД котельної установки, часом її роботи та коефіцієнтом використання встановленої потужності), теплотворна здатність палива, коефіцієнти емісії викидів забруднюючих речовин при спалюванні палива та розмір ставок податку за викиди. Оподаткування викидів забруднюючих речовин в Україні здійснюється відповідно до розділу VIII Податкового кодексу України [6]. В табл. 2 наведено коефіцієнти емісії викидів забруднюючих речовин при спалюванні різних видів палива без застосування технологій зменшення викидів забруднюючих речовин.

У листопаді 2019 року до Верховної Ради подано три законопроекти щодо збільшення ставок екологічного податку. Проектом Закону № 2367-1 від 18.11.2019 р. [26] пропонується збільшити ставки податку за вики-

Таблиця 2. Питомі викиди забруднюючих речовин від спалювання палива [17]

Паливо	Питомі викиди забруднюючої речовини, кг/т, палива				Показник емісії забруднюючої речовини для палива, г/ГДж			
	NO _x	SO _x	CO ₂	PM ₁₀	NO _x	SO _x	CO ₂	PM ₁₀
Природний газ	2,127	0	1943,4	0,00	64,31	0	58748	0
Вугілля	2,065	51,30	1918,9	47,20	100,9	2506	93740	2305,9
Мазут	2,494	19,40	2973,0	15,74	64,311	500,26	76 662,63	405,81
Тріска дерев'яна	0,928	0,112	1020	0,903	91	11	100 000	88,5
Пелети з деревини	1,36	0,187	1700	0,51	80	11	100 000	30
з лушпиння соняшника	1,36	3,2	1816,1	0,091	75,56	207,4	100 893	5,911
Брикети з соломи	1,38	2	1544,2	0,171	89,03	127,4	99 624	10,892
з торфу	2,76	2	1860,3	0,51	178,1	127,4	106 000	30
Дрова	1,228	0,149	1512	1,195	91	11	112 000	88,5

ди в атмосферне повітря з 2030 р. Планується поступове зростання ставок: з 01 січня 2021 року до 31 грудня 2022 року включно ставки податку мали становити 75 % від ставок, передбачених проектом Закону з 2030 р.; у 2023—2024 рр. — 80 %, у 2025—2026 рр. — 85 %, у 2027—2029 рр. — 90 %.

Законопроектом № 2367 від 01.11.2019 р. [27] пропонується збільшити ставки податку за викиди забруднюючих речовин у чотири рази. В табл. 3 наведено чинні [6] та проектні ставки податку за викиди в атмосферне повітря окремих забруднюючих речовин стаціонарними джерелами забруднення. Нагадаємо, що в країнах ЄС ставки податку різняться в десятки разів: в Польщі — одні з найнижчих в ЄС, у Швеції — найбільші (табл. 4).

Для дослідження впливу величини ставок екологічного податку, а також підходів до його адміністрування, використано дані робіт [17, 18, 28], в яких здійснено розрахунки LCON та внеску екологічного податку у LCON для трьох найпоширеніших типів котлів в Україні потужністю від 4,65 до 58 МВт, що спалюють природний газ, вугілля, мазут [28], і для котлів на різних видах біопалива потужністю 0,5 та 1,0 МВт [17].

Таблиця 3. Фактичні та проектні ставки податку за викиди в атмосферне повітря деяких забруднюючих речовин з 2023 до 2030 р.

Забруднююча речовина	Існуюча ставка податку [6], грн./т	Ставка (грн./т) за законопроектом				
		[26]				[27]
		2023–2024	2025–2026	2027–2029	2030	
NO ₂	2451,84	2942,208	3126,096	3309,984	3677,76	9807,36
N ₂ O	2451,84	2942,208	3126,096	3309,984	3677,76	9807,36
CH ₄	138,57	166,288	176,681	187,074	207,86	554,28
Тверді речовини	92,37	110,848	117,776	124,704	138,56	369,48
SO ₂	2451,84	2942,208	3126,096	3309,984	3677,76	9807,36

Таблиця 4. Ставки податку за викиди в атмосферне повітря деяких забруднюючих речовин в різних країнах

Забруднююча речовина	Ставки податку за викиди				
	Україна, грн/т	Польща, грн/т	Швеція, грн/т	Польща, €/т	Швеція, €/т
NO _x	2451,84	4387,8	18359,2	126,67	530
CO ₂	10,00	2,4	3882,5	0,07	112,08
SO ₂	2451,84	4387,8	10392	126,67	300

Крім того, визначено вплив розміру ставок екологічного податку на LCON для зазначених котлів на органічному паливі та котлів на біопаливі потужністю 1 МВт [18]. В розрахунках термін експлуатації котлів на органічному паливі прийнято 20 років, на біопаливі — 15 років, ставка дисконту — 10 %. Вартість та теплотворну здатність палива наведено в табл. 5.

Згідно [6] не є платниками екологічного податку за викиди двоокису вуглецю суб'єкти господарювання, які здійснюють такі викиди в обсязі не більше 500 т за рік, тобто база оподаткування за викиди двоокису вуглецю зменшується на обсяг викидів у розмірі 500 т за рік.

Результати. Екологічну складову (податки) $\Delta LCON_{eco\ tax}$ обраховано:

- за формулою (3) за чинних ставок та умов оподаткування (податок за викиди CO_2 стягується за спалювання всіх видів палив і за умови оподаткування викидів CO_2 , що перевищують 500 т/р);
- за умови чинних ставок екоподатку й оподаткування викидів всього обсягу CO_2 ;
- за умови зростання ставок екоподатку на 50% і в чотири рази (згідно законопроектів) (див. табл. 3) та ставок екоподатку в Польщі (одна з найнижчих в ЄС) та Швеції (найвища в ЄС) (див. табл. 4).

Для котлів на біопаливі обраховано два варіанти: з урахуванням та без урахування оподаткування на викиди CO_2 . Показник LCON визначено за формулою (1). Результати розрахунків наведено в табл. 6.

Результати розрахунків свідчать про те, що за чинного оподаткування найменшою екологічною складовою LCON ($\Delta LCON_{eco\ tax}$) є складова для малопотужних котлів на природному газі та біопаливах, а

Таблиця 5. Вартість палива та його калорійність [17]

Паливо	Калорійність палива, МДж/кг	Вартість палива, грн/т
Природний газ	33,08	7 700
Антрацит	27	3 500
Вугілля енергетичне	22	2 800
Мазут паливний	40,1	10 800
Тріска дерев'яна	10,2	1 200
Пелети		
з деревини	17	2 100
з лушпиння соняшника	18	1 200
Брикети з соломи	15,5	1 500
Дрова	13,5	1 167
Торф	17,55	1 600

Таблиця 6. Показник $\Delta LCON_{\text{еко тат}}$ за чинних та проєктивних ставок екологічного податку

Котел та його потужність	Паливо	ΔLCON _{еколог.} , грн/Гкал						
		Без екологічного податку	За чинним оподаткуванням	За чинними ставками податку (за весь обсяг CO ₂)	За законопроектом [26]	За законопроектом [27]	Ставки Польщі	Ставки Швеції
KB-TM-4-150, 4,65 MBт KV-TS-4, 4,65 MBт KV-GM -50-150, 58,2 MBт KV-TS -20, 23,2 MBт KV-2,0, 2 MBт Kodlant KB 500, 500 кВт	Природний газ	1047,34	3,10	3,33	3,68	13,34	1,84	994,61
	Мазут	1278,33	9,69	9,93	13,11	39,72	17,18	1359,99
	Вугілля	705,27	36,51	36,75	52,48	146,98	87,38	1865,55
	Природний газ	1027,65	3,37	3,38	3,73	13,54	1,87	1009,66
	Мазут	1241,06	9,83	9,85	13,01	39,41	17,05	1349,54
	Вугілля	708,42	37,26	37,31	53,28	149,24	88,72	1894,23
	Природний газ	1090,08	2,86	3,40	3,75	13,61	1,88	1015,15
	Пелети	716,26	2,86	6,18	6,75	24,74	3,68	1966,42
	з деревини							
	з деревини*	716,26	1,14	1,14	1,71	4,56	2,45	7,99
ARS 500, 500 кВт	Торф	553,02	5,82	9,14	11,03	36,56	8,50	2099,11
	Торф*	553,02	3,79	3,79	5,69	15,17	7,20	23,17
	Антрацит	757,39	35,29	38,61	55,40	154,42	93,49	2090,03
	Тріска	707,67	3,39	6,59	7,26	26,34	4,95	2041,22
	дерев'яна							
	дерев'яна*	707,67	1,35	1,35	2,03	5,41	3,68	9,34
	Газ	1277,31	0,80	3,79	4,20	15,18	2,16	1167,51
	Пелети	657,72	2,26	5,58	6,09	22,32	3,32	1774,06
	з деревини							
	з деревини*	657,72	1,03	1,03	1,54	4,11	2,21	7,20
ARS 500 BM, 500 кВт	Дрова	488,84	2,95	6,27	6,86	25,09	4,44	1987,00
	Дрова*	488,84	1,18	1,18	1,76	4,70	3,20	8,12
	Брикети	537,48	3,7	17,03	8,25	28,12	5,63	1793,16
	з соломи							
	з соломи*	537,48	2,45	2,45	3,67	9,78	4,51	13,61

Закінчення табл. 6

Котел та його потужність	Паливо	$\Delta LCOH_{\text{деревах}}, \text{ грн/Гкал}$						Ставки Польщі	Ставки Швеції
		Без екологічного податку	За чинним оподаткуванням	За чинними ставками податку (за весь обсяг CO ₂)	За законо-проектом [26]	За законо-проектом [27]			
ARS 1000, 1 MBт	Пелети з деревини*	654,40	2,26	5,58	6,09	22,32	3,32	1774,06	
	з деревини*	654,40	1,03	1,03	1,54	4,11	2,21	7,20	
	з лушпиння соняшника	395,62	4,43	7,75	9,33	31,00	6,84	1798,75	
	з лушпиння соняшника*	395,62	3,16	3,16	4,74	12,64	5,73	16,12	
	Антрацит	720,45	36,95	38,61	55,40	154,42	93,49	2090,03	
	Природний газ	1125,28	1,71	3,79	4,20	15,18	2,16	1167,51	
	Дрова	529,64	5,64	7,30	7,99	29,22	5,17	2313,97	
	Дрова*	529,64	1,37	1,37	2,05	5,47	3,73	9,46	
	Тріска	687,35	4,93	6,59	7,26	26,34	4,95	2041,22	
	дерев'яна дерев'яна*	687,35	1,35	1,35	2,03	5,41	3,68	9,34	
ARS 1000 BM, 0,98 MBт	Пелети з деревини*	634,14	3,89	5,58	6,09	22,32	3,32	1774,06	
	з деревини*	634,14	1,03	1,03	1,54	4,11	2,21	7,20	
	з деревини*	634,14	5,02	6,71	7,34	26,84	4,75	2125,62	
	Дрова	492,70	1,26	1,26	1,89	5,03	3,43	8,69	
	Дрова*	492,70	5,37	7,03	8,25	28,12	5,63	1793,16	
	Брикети з соломи	521,04							
	з соломи*	521,04	2,45	2,45	3,67	9,78	4,51	13,61	
	Пелети з деревини*	637,96	3,92	5,58	6,09	22,32	3,32	1774,06	
	з деревини*	637,96	1,03	1,03	1,54	4,11	2,21	7,20	
	з лушпиння соняшника	379,18	6,09	7,75	9,33	31,00	6,84	1798,75	
Gefest Profi-P 1000, 1 MBт	з лушпиння соняшника*	379,18	3,16	3,16	4,74	12,64	5,73	16,12	

* без врахування податку за викид CO₂ для котлів на біопаливі.

найбільшою — для котлів на вугіллі. Оскільки на даний час в Україні податок на викиди CO_2 сплачується лише за обсяг, що перевищує 500 т/р, показник $\Delta\text{LCOH}_{\text{eco tax}}$ є найменшим для найменш потужних котлів на природному газі та біопаливах. Наприклад, для котла потужністю 0,5 МВт на природному газі показник $\Delta\text{LCOH}_{\text{eco tax}}$ суттєво менший (0,80 грн/Гкал), ніж для котла потужністю 58,2 МВт (3,37 грн/Гкал). Для котлів на біопаливі потужністю 0,5 МВт $\Delta\text{LCOH}_{\text{eco tax}}$ в середньому менше на 30 %, ніж для котлів потужністю 1 МВт. Для котлів на вугіллі різниця не така суттєва, оскільки податок за викиди CO_2 вносить не настільки значний вклад (в порівнянні з SO_2). Тому можна зробити висновок, що такий розмір екоподатку в умовах сьогодення не стимулює впровадження заходів для зменшення викидів забруднюючих речовин.

При збільшенні ставок екологічного податку за викиди всіх забруднюючих речовин у чотири рази та оподаткуванні викидів всього обсягу CO_2 екологічна складова LCOH зросте для котлів на природному газі з 3,10 до 13,34 грн/Гкал, для котлів на мазуті — з 9,69 до 40 грн/Гкал, для вугільних котлів — з 36,5 до 150 грн/Гкал. Для котлів на біопаливі потужністю 1 МВт зростання в середньому складе від 4—5 до 22—28 грн/Гкал, а саме з 3,89 до 22,32 грн/Гкал для котлів на пелетах з деревини та з 6,09 до 31,00 грн/Гкал для котлів на пелетах з лушпиння соняшника.

За чинного оподаткування $\Delta\text{LCOH}_{\text{eco tax}}$ становить від 0,3% від LCOH для потужних газових котлів до 5,3 % для вугільних котлів; для котлів на біопаливі — від 0,9 % (пелети з деревини) до 2,0 % (пелети з лушпиння соняшника). За умови збільшення ставок екоподатку в чотири рази $\Delta\text{LCOH}_{\text{eco tax}}$ для котлів на органічному паливі буде складати від 1,2 % (газові котли) до 21 % від LCOH (вугільні котли), для котлів на біопаливі — 3,6—8 % від LCOH .

За умови впровадження ставок екоподатку Польщі та оподаткування всього обсягу CO_2 екологічна складова LCOH збільшиться для котлів на мазуті на 70 %; для котлів, що працюють на вугіллі, вона зросте більше ніж удвічі, а для котлів на природному газі в середньому зменшиться вдвічі (через нижчу, ніж в Україні, ставку податку на CO_2). Для котлів на біопаливі потужністю 0,5 МВт зростання відбудеться в середньому на 50%; для котлів потужністю 1 МВт $\Delta\text{LCOH}_{\text{eco tax}}$ зменшиться або майже не зміниться для палив на основі деревини, для інших палив зросте на 5—10 %.

Якщо застосовувати найвищі ставки в ЄС (Швеція), екологічна складова LCOH для вугільних котлів буде в 2,6 рази більшою, ніж складова інвестицій, експлуатаційних витрат та витрат на паливо. Для газових котлів екологічна складова буде 95 %, для котлів на мазуті —

105 %, для котлів на біопаливі — 280—470 % від зазначених складових. Найбільший внесок у $\Delta LCON_{\text{eco tax}}$ складає податок за викиди CO_2 , оскільки ставка податку в 388 разів вища, ніж в Україні. Екологічна складова $LCON$ за цих ставок у десятки тисяч разів вища, ніж за існуючих ставок в Україні.

Варто зазначити, що за умови запровадження ставок Швеції найдешевшою буде теплоенергія від потужних газових котлів, а саме 2040 грн/Гкал. Теплоенергія від котлів на деяких видах біопалива (2728, 2843 грн/Гкал) стає дорожчою навіть за теплоенергію від мазутних та вугільних котлів (2570—2638 грн/Гкал). Це стимулюватиме подальше впровадження та використання газових котлів, що суперечить меті збільшення частки використання біопалив та зменшення викидів CO_2 .

В багатьох країнах світу (в тому числі в країнах ЄС) біопаливо вважається CO_2 нейтральним, і за викиди CO_2 податок не стягується, що сприяє декарбонізації внаслідок більш широкого використання біопалив. За умови збільшення ставок екоподатку навіть до рівня ставок Швеції та запровадження нульової ставки податку за викиди CO_2 для котлів на біопаливі екологічна складова $LCON$ (податок) для котлів на біопаливі становитиме від 7,2 до 16,1 грн/Гкал, що буде одним з стимулів впровадження заходів для декарбонізації теплоенергетики в цілому.

Висновки

Одним із напрямків декарбонізації в Україні та ЄС є розвиток альтернативних джерел енергії (зокрема, широке використання котлів на біопаливі), з одного боку, та підвищення ставок екологічного податку, з іншого (що сприятиме впровадженню заходів для зменшення викидів забруднюючих речовин).

Можливі зміни розміру ставок екологічного податку є одним з факторів, який необхідно враховувати для прогнозування потреби в енерго-ресурсах та моделювання розвитку економіки країни.

Проведені розрахунки екологічної складової $LCON$ (податки) за ставками екоподатку України (нинішня та проектна), Польщі та Швеції для котлів на різних видах палива показали, що за нинішніх ставок екологічного податку в Україні практично відсутні економічні стимули для впровадження технологій зменшення концентрації забруднюючих речовин у викидах.

Зміни ставок екологічного податку можуть значно впливати на вартість теплової енергії. Якщо застосовувати найвищі ставки в ЄС (Швеція), екологічна складова $LCON$ (податок) для котлів на природному газі та мазуті буде дорівнювати сумі всіх інших складових (інвестиційних,

експлуатаційних та паливних витрат), для вугільних та біопаливних котлів буде у 2,6—4,7 рази більше. Найдешевшою буде теплоенергія від потужних газових котлів — 2040 грн/Гкал. Теплоенергія від котлів, що спалюють деякі види біопалива, стає дорожчою за теплоенергію від котлів на мазуті та вугіллі. Це стимулюватиме подальше впровадження та використання газових котлів, що суперечить меті збільшення частки біопалива. Проте навіть за умови запровадження ставок Швеції та нульової ставки податку за викиди CO₂ для котлів на біопаливі екологічна складова LCON (податок) для котлів на біопаливі становитиме від 7,2 до 16,1 грн/Гкал.

Отже, просте підвищення ставок екоподатку (навіть в сотні разів) без його розумного адміністрування (наприклад, пільги, повернення частини коштів на екомодернізацію тощо) не сприятиме досягненню цілей сталого розвитку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Rydzewski P. Between economy and security. dilemmas of sustainable development in the COVID-19 era – an example of Great Britain // *Problemy Ekorozwoju*, 2020, Vol. 15(2), pp. 15—21.
2. Закон України «Про ратифікацію Угоди про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони» від 16 вересня 2014 року № 1678-VII. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1678-18#Text>, дата доступу 23 червня 2021 р.
3. Закон України «Про ратифікацію Протоколу про приєднання України до Договору про заснування Енергетичного Співтовариства» від 15.12.2010 № 2787-VI. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2787-17#Text>, дата доступу 23 червня 2021 р.
4. Національний план скорочення викидів від великих спалювальних установок. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 8 листопада 2017 року № 796-р. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/796-2017-%D1%80#Text>, дата доступу 23 червня 2021 р.
5. Directive (EU) 2015/2193 of the European Parliament and of the Council of 25 November 2015 on the limitation of emissions of certain pollutants into the air from medium combustion plants. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32015L2193>, дата доступу 23 червня 2021 р.
6. Податковий кодекс України. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17>, дата доступу 23 червня 2021 р.
7. Повідомлення комісії. Настанови щодо державної допомоги на охорону довкілля і розвиток енергетики на 2014-2020 роки. [Електронний ресурс] Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_009-14, дата доступу 23 червня 2021 р.
8. Carbon Taxes in Europe in 2019, 14.11.2019. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://taxfoundation.org/carbon-taxes-in-europe-2019/>, дата доступу 23 червня 2021 р.
9. Climate change legislation in Finland. An excerpt from the 2015 Global Climate Legislation Study. A review of climate change legislation in 99 countries. [Електронний ресурс]

- Режим доступу: <https://www.lse.ac.uk/GranthamInstitute/wp-content/uploads/2015/05/FINLAND.pdf>, дата доступу 23 червня 2021 р.
10. Carbon Taxes in Europe in 2020. 08.10.2020. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://taxfoundation.org/carbon-taxes-in-europe-2020/>, дата доступу 23 червня 2021 р.
 11. Законопроект щодо звільнення біопалива від податку CO₂ – ще один крок для розвитку української біоенергетики. Держенергоефективності. 23.10.2020. Урядовий портал. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://www.kmu.gov.ua/news/zakonoprojekt-shchodo-zvinnennya-biopaliwa-vid-podatku-so2-shche-odin-krok-dlya-rozvitku-ukrayinskoyi-bioenergetiki-derzhenergoefektivnosti>, дата доступу 23 червня 2021 р.
 12. Законопроект щодо звільнення біопалива від податку за викиди CO₂ – ще один стимул для інвестицій в біоенергетику. Держенергоефективності. 09.04.2021. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://www.kmu.gov.ua/news/derzhenergoefektivnosti-zakonoprojekt-shchodo-zvinnennya-biopaliwa-vid-podatku-za-vikidi-so2-shche-odin-stimul-dlya-investicij-v-bioenergetiku>, дата доступу 23 червня 2021 р.
 13. Концепція «зеленого» енергетичного переходу України до 2050 року. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://mepr.gov.ua/news/34424.html>, дата доступу 23 червня 2021 р.
 14. Що означатиме курс на декарбонізацію для інвестицій у відновлювальну енергетику. 01.03.2021. Сайт компанії ВРК. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://vkr.ua/publication/shcho-oznachatime-kurs-na-dekarbonizatsiyu-dlya-investitsiy-u-vidnovlyvalnu-energetiku>, дата доступу 23 червня 2021 р.
 15. Стратегія низьковуглецевого розвитку України до 2050 року. Проект. 2018 р. [Електронний ресурс] Режим доступу: https://mepr.gov.ua/files/docs/Proekt/LEDS_ua_last.pdf, дата доступу 23 червня 2021 р.
 16. Maliarenko O., Horskyi V., Stanytsina V. et al. An Improved Approach to Evaluation of the Efficiency of Energy Saving Measures Based on the Indicator of Products Total Energy Intensity // *Studies in Systems, Decision and Control*, 2020, Vol. 298, pp. 201–216. https://doi.org/10.1007/978-3-030-48583-2_13
 17. Bogoslavskaya O., Stanytsina V., Artemchuk V. et al. Comparative Efficiency Assessment of Using Biofuels in Heat Supply Systems by Levelized Cost of Heat into Account Environmental Taxes // *Ibid*, 2021, Vol. 346, pp. 167–185. https://DOI.org/10.1007/978-3-030-69189-9_10
 18. Stanytsina V., Artemchuk V., Bogoslavskaya O. et al. The influence of environmental tax rates on the Levelized cost of heat on the example of organic and biofuels boilers in Ukraine // *E3S Web of Conferences*, 2021, Vol. 280, No 09012. <https://DOI.org/10.1051/e3sconf/202128009012>
 19. Foumani M., Smith-Miles K. The impact of various carbon reduction policies on green flowshop scheduling // *Applied Energy*, 2019, Vol. 249, pp. 300–315. <https://DOI.org/10.1016/j.apenergy.2019.04.155>
 20. Nong D. Development of the electricity-environmental policy CGE model (GTAP-E-PowerS): A case of the carbon tax in South Africa // *Energy Policy*, 2020, Vol. 140, No. 111375. <https://DOI.org/10.1016/j.enpol.2020.111375>
 21. Kondo R., Kinoshita Y., Yamada T. Green Procurement Decisions with Carbon Leakage by Global Suppliers and Order Quantities under Different Carbon Tax // *Sustainability*, 2019, Vol. 11(13), No. 3710. (2019). <https://DOI.org/10.3390/su11133710>
 22. Streimikiene D., Siksnelyte I., Zavadskas E., Cavallaro F. The Impact of Greening Tax Systems on Sustainable Energy Development in the Baltic States // *Energies*, 2018, Vol. 11(5), No. 1193. <https://DOI.org/10.3390/en11051193>

23. Baez, M.J., Larriba Martínez, T. Technical Report on the Elaboration of a Cost Estimation Methodology. Creara, Madrid, Spain, 2015, No D.3.1, 28 p.
24. Projected Costs of Generating Electricity. International Energy Agency (IEA). 2010. 218 p.
25. Куц Г.О., Станиціна В.В., Коберник В.С. Порівняльна оцінка вартості теплової енергії від діючих та прогнозованих теплогенеруючих джерел для систем теплозабезпечення країни // Проблеми загальної енергетики, 2016, вип. 3(46), с. 12—18. <https://DOI.org/10.15407/pge2016.03.012>
26. Проект закону № 2367-1 від 18.11.2019 р. «Про внесення змін до Податкового кодексу України щодо збільшення ставок екологічного податку та впровадження європейських принципів модернізації української промисловості». [Електронний ресурс] Режим доступу: http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=67431, дата доступу 23 червня 2021 р.
27. Проект закону № 2367 від 01.11.2019 р. «Про внесення змін до Податкового кодексу України щодо збільшення ставок екологічного податку з метою проведення додаткових заходів, що сприятимуть зміцненню здоров'я та покращенню медико-санітарного забезпечення громадян України». [Електронний ресурс] Режим доступу: http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=67260, дата доступу 23 червня 2021 р.
28. Станиціна В.В., Куц Г.О., Тесленко О.І., Малярєнко О.Є. Порівняльний аналіз середньої вартості теплової енергії, виробленої в котельнях різної потужності, з урахуванням екологічної складової // Енерготехнології та ресурсозбереження, 2020, № 2, с. 55—62. <https://DOI.org/10.33070/etars.2.2020.07>

Отримано 27.07.2021

REFERENCES

1. Rydzewski, P. (2020), “Between economy and security. dilemmas of sustainable development in the COVID-19 era — an example of Great Britain”, *Problemy Ekorozwoju*, Vol. 15, no. 2, pp. 15-21.
2. Law of Ukraine “On Ratification of the 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” of September 16, 2014 № 1678-VII, available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1678-18#Text> (accessed June 23, 2021).
3. Law of Ukraine “On Ratification of the Protocol on the Accession of Ukraine to the Treaty establishing the Energy Community” of December 15, 2010 № 2787-VI, available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2787-17#Text> (accessed June 23, 2021).
4. National plan to reduce emissions from large combustion plants. Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine of November 8, 2017 № 796-r, available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/796-2017-%D1%80#Text> (accessed June 23, 2021).
5. Directive (EU) 2015/2193 of the European Parliament and of the Council of November 25, 2015 on the limitation of emissions of certain pollutants into the air from medium combustion plants, available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32015L2193> (accessed June 23, 2021).
6. Tax Code of Ukraine, available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17> (accessed June 23, 2021).
7. Commission notice. Guidelines on state aid for environmental protection and energy development for 2014-2020, available at: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_009-14#Text (accessed June 23, 2021).

8. Carbon Taxes in Europe in 2019, of November 14, 2019, available at: <https://taxfoundation.org/carbon-taxes-in-europe-2019/> (accessed June 23, 2021).
9. Climate change legislation in Finland. An excerpt from the 2015 Global Climate Legislation Study. A review of climate change legislation in 99 countries, available at: <https://www.lse.ac.uk/GranthamInstitute/wp-content/uploads/2015/05/FINLAND.pdf> (accessed June 23, 2021).
10. Carbon Taxes in Europe in 2020 of October 08, 2020, available at: <https://taxfoundation.org/carbon-taxes-in-europe-2020/> (accessed June 23, 2021).
11. The draft law on exemption of biofuels from the CO₂ tax is another step for the development of Ukrainian bioenergy - the State Agency for Energy Efficiency of October 10, 2020, Government portal, available at: <https://www.kmu.gov.ua/news/zakonoproekt-shchodo-zvinnennya-biopaliva-vid-podatku-so2-shche-odin-krok-dlya-rozvitku-ukrayins-koyi-bioenergetiki-derzhenergoefektivnosti> (accessed June 23, 2021).
12. State Energy Efficiency: The draft law on exemption of biofuels from the tax on CO₂ emissions is another incentive for investment in bioenergy of September 04, 2021, available at: <https://www.kmu.gov.ua/news/derzhenergoefektivnosti-zakonoproekt-shchodo-zvinnennya-biopaliva-vid-podatku-za-vikidi-so2-shche-odin-stimul-dlya-investicij-v-bio-energetiku> (accessed June 23, 2021).
13. The concept of "green" energy transition of Ukraine until 2050, available at: <https://mepr.gov.ua/news/34424.html> (accessed June 23, 2021).
14. What will the decarbonisation rate mean for renewable energy investments? of January 03, 2021, available at: <https://vkr.ua/publication/shcho-oznachatime-kurs-na-dekarbonizatsiyu-dlya-investitsiy-u-vidnovlyuvalnu-energetiku> (accessed June 23, 2021).
15. Strategy of low-carbon development of Ukraine until 2050. Project 2018, available at: https://mepr.gov.ua/files/docs/Proekt/LEDS_ua_last.pdf (accessed June 23, 2021).
16. Maliarenko, O., Horskyi, V., Stanytsina, V., Bogoslavskaya, O. and Kuts, H. (2020), "An Improved Approach to Evaluation of the Efficiency of Energy Saving Measures Based on the Indicator of Products Total Energy Intensity. Studies in Systems", *Decision and Control*, Vol. 298, pp. 201-216, available at: https://doi.org/10.1007/978-3-030-48583-2_13.
17. Bogoslavskaya, O., Stanytsina, V., Artemchuk, V., Garmata, O. and Lavrinenko, V. (2021), "Comparative Efficiency Assessment of Using Biofuels in Heat Supply Systems by Levelized Cost of Heat into Account Environmental Taxes", *Studies in Systems, Decision and Control*, Vol. 346, pp. 167-185, available at: https://doi.org/10.1007/978-3-030-69189-9_10.
18. Stanytsina, V., Artemchuk, V., Bogoslavskaya, O., Ridei, N. and Zinovieva, I. (2021), "The influence of environmental tax rates on the Levelized cost of heat on the example of organic and biofuels boilers in Ukraine", *E3S Web of Conferences* 280, 09012 (2021), available at: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128009012>.
19. Foumani, M. and Smith-Miles, K. (2019), "The impact of various carbon reduction policies on green flowshop scheduling", *Applied Energy*, Vol. 249, pp. 300-315, available at: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.04.155>.
20. Nong, D. (2020), "Development of the electricity-environmental policy CGE model (GTAP-E-PowerS): A case of the carbon tax in South Africa", *Energy Policy*, Vol. 140, no. 111375, available at: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111375>.
21. Kondo, R., Kinoshita, Y. and Yamada, T. (2019), "Green Procurement Decisions with Carbon Leakage by Global Suppliers and Order Quantities under Different Carbon Tax", *Sustainability*, Vol. 11, no. 13, available at: <https://doi.org/10.3390/su11133710>.

22. Streimikiene, D., Siksnelyte, I., Zavadskas, E. and Cavallaro, F. (2018), "The Impact of Greening Tax Systems on Sustainable Energy Development in the Baltic States", *Energies*, Vol. 11, no. 5, available at: <https://doi.org/10.3390/en11051193>.
23. Baez, M.J. and Larriba Martínez, T. (2015), Technical Report on the Elaboration of a Cost Estimation Methodology. No. D.3.1, Creara, Madrid, Spain.
24. Projected Costs of Generating Electricity (2010). International Energy Agency (IEA).
25. Kuts, G.O., Stanytsina, V.V. and Kobernik, V.S. (2016), "Comparative estimate of the cost of thermal energy from the operating and projected heat-generating sources for the systems of heat supply of Ukraine", *Problemy zahalnoyi enerhetyky*, Vol. 3, no. 46, pp. 12-18, available at: <https://doi.org/10.15407/pge2016.03.012>.
26. Draft Law № 2367-1 of November 18, 2019 "On Amendments to the Tax Code of Ukraine to Increase Environmental Tax Rates and Implement European Principles of Modernization of Ukrainian Industry", available at: http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=67431 (accessed June 23, 2021).
27. Draft Law № 2367 of November 1, 2019 "On Amendments to the Tax Code of Ukraine to Increase Environmental Tax Rates for Additional Measures to Promote Health and Improve Health Care of Citizens of Ukraine", available at: http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=67260 (accessed June 23, 2021).
28. Stanytsina, V., Kuts, G., Teslenko, O. and Malyarenko, O. (2020), "Comparative analysis of the average cost of heat energy produced in boilers of different power, taking into account the environmental component", *Enerhotekhnolohiyi ta resursozberezhennya*, Vol. 2, pp. 55-62, available at: <https://doi.org/10.33070/etars.2.2020.07>.

Received 27.07.2021

V.V. Stanytsina, V.O. Artemchuk, O.Yu. Bogoslavskaya

THE IMPACT OF ENVIRONMENTAL TAX ADMINISTRATION
ON THE COST OF THERMAL ENERGY ON THE EXAMPLE OF ORGANIC
AND BIOFUELS BOILERS IN UKRAINE

The article provides an overview of approaches to greenhouse gas emissions taxation and tax rates in European countries. To compare heated boilers with different characteristics, which run on different fuels the average cost of thermal energy for the life cycle LCOH was used. Environmental tax on environmental pollution (as a component of LCOH) is calculated for the three most common types of boilers in Ukrainian boilers with a capacity of 4.65 to 58 MW, burning natural gas, coal, and fuel oil, as well as for low-power boilers (0.5 and 1 MW), burning fossil fuels and biofuels. The eco-tax for biofuel boilers is calculated under current taxation and subject to the adoption of a European approach to taxation of carbon dioxide emissions. It is established that at the current rates there are almost no economic incentives for the introduction of technologies to reduce the concentration of pollutants in emissions, but increasing the rates of environmental tax may change this situation. However, provided that rates are evenly increased for all types of boilers, the eco-tax for natural gas boilers will remain the lowest, while for biofuel boilers it will increase significantly, which contradicts the stated goal of decarbonizing the economy. It is shown that not only the change of environmental tax rates can be an effective tool for achieving the goals of sustainable development, as the principles of its administration are also important.

Keywords: environmental tax, greenhouse gases, thermal energy, biofuels, fossil fuels.

СТАНИЦІНА Валентина Володимирівна, канд. техн. наук, ст. наук. співробітник Ін-ту загальної енергетики НАН України. У 2006 р. закінчила НТУУ «КПІ». Область наукових досліджень — прогнозування споживання енергоресурсів та розвитку систем теплозабезпечення, енергетична оцінка природоохоронних заходів, оцінювання потенціалів енергозбереження.

АРТЕМЧУК Володимир Олександрович, канд. техн. наук, ст. наук. співробітник Ін-ту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України. У 2008 р. закінчив Житомирський державний технологічний університет. Область наукових досліджень — математичне моделювання, чисельні методи та інформаційні технології в енергетиці.

БОГОСЛАВСЬКА Ольга Юріївна, канд. екон. наук, ст. наук. співробітник Ін-ту загальної енергетики НАН України. У 1999 р. закінчила НТУУ «КПІ». Область наукових досліджень — математичне моделювання, прогнозування розвитку систем теплозабезпечення.