



Ринок: прогноз і кон'юнктура

DOI: <https://doi.org/10.15407/eip2018.02.111>

УДК 338.2:662.76.032

JEL: Q 280, Q 420, Q 470, Q 480

Трипольська Г.С., канд. екон. наук, старший науковий співробітник

ORCID 0000-0002-8830-7036

e-mail: chybichybi@yahoo.com

Дячук О.А., канд. техн. наук, провідний науковий співробітник

ORCID 0000-0002-3281-6536

e-mail: diachuk@ief.org.ua

Подолець Р.З., канд. екон. наук, завідувач сектору прогнозування

розвитку паливно-енергетичного комплексу

ORCID 0000-0002-3276-5505

e-mail: podolets@ief.org.ua

ДУ "Інститут економіки та прогнозування НАН України"

Чепелев М.Г., канд. екон. наук, науковий співробітник

Університет Пердью, Глобальний проект з торгового аналізу (ГПТА)

ORCID 0000-0001-8585-2314

e-mail: mchepeli@purdue.edu

БІОГАЗОВІ ПРОЕКТИ В УКРАЇНІ: ПЕРСПЕКТИВИ, НАСЛІДКИ ТА РЕГУЛЯТОРНА ПОЛІТИКА

Розглянуто потенціал використання біогазу в Україні, досліджено інструменти регуляторної політики для проектів з виробництва біогазу та надана економічна оцінка їх впливу, а також оцінка впливу біогазових проектів на навколишнє середовище. Результати показують, що реалізація біогазових проектів в Україні зумовлюватиме позитивні макроекономічні ефекти починаючи з 2018–2019 рр. У 2025–2029 рр. додаткове зростання ВВП може досягати 0,3%. Незважаючи на те, що внутрішні споживачі безпосередньо не беруть участі у процесах інвестування, у середньостроковій та довгостроковій перспективах усі групи населення відчуватимуть помітний позитивний вплив на рівень своїх реальних доходів. Реалізація проектів з виробництва біогазу в Україні спричинить помірні структурні зміни, в основному викликаючи уповільнення темпів видобутку вугілля, видобутку природного газу, постачання пари та гарячої води. Найбільше уповільнення зростання спостерігається у випадку вугілля, попит на яке знижується через заміну твердими та газоподібними біопаливами. Використання біогазу замість спалювання викопного палива зумовить економію 11,462–19,066 млн т CO₂-екв.

Для того щоб біогазові проекти стали доступними для середнього бізнесу, в Україні мають бути впроваджені урядові внутрішні та зовнішні гарантії за кредитами; зниження відсоткових ставок за кредитами через співпрацю українських банків з міжнародними фінансовими інститутами та вітчизняними фінансовими установами. Необхідно знижувати вартість капіталу, поширювати інформацію про переваги біогазових проектів, пріоритетне приєднання до мережі для виробників електроенергії з біогазу, модернізувати електромережі та інфраструктуру, а в довгостроковій перспективі увести обов'язкове використання біогазу агропромисловими компаніями, діяльність яких пов'язана з утворенням відходів.

Ключові слова: біогаз, викиди CO₂, моделювання, регуляторна політика

© Трипольська Г.С., Дячук О.А., Подолець Р.З., Чепелев М.Г., 2018



З огляду на вирішальну роль для національної економіки енергетика України зіткнулась зі значними проблемами щодо подальшого розвитку. Це низька ефективність та висока енергоємність (у 2,6 раза вища, ніж у середньому по країнах ОЕСР і у 3,2 раза більша за середній показник 28 країн ЄС) [1], вуглецеємність української економіки є однією з найвищих у світі (у 2015 р. Україна займала 9-те місце серед більш ніж 160 країн) [1], висока залежність від імпорту енергоресурсів і скорочення виробництва вітчизняного викопного палива, несприятливий інвестиційний клімат та не завжди ефективна нормативно-правова база. Для вирішення цих питань необхідно удосконалити широкий спектр заходів енергетичної, соціальної та економічної політики. У цьому контексті розвиток відновлюваної енергетики та, зокрема, біоенергетики перебуває серед найважливіших завдань, які можуть посприяти розв'язанню низки зазначених проблем.

За останні роки Україна як учасник Енергетичного співтовариства та на виконання Договору про асоціацію з Європейським Союзом упровадила низку ініціатив, пов'язаних із подальшим розвитком використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). Зокрема, в 2014 р. уряд України затвердив план заходів з імплементації Директиви Європейського Парламенту та Ради 2009/28/ЄС [2] і того ж року – Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року (НПДВЕ) та План заходів до нього [3]. План дій був розроблений відповідно до Директиви 2009/28/ЄС про заохочення використання енергії з відновлюваних джерел. Основною метою НПДВЕ є досягнення мети споживання 11% енергії від ВДЕ у кінцевому енергоспоживанні до 2020 р. (порівняно з 3,8% у 2009 р.). Частка тепла від ВДЕ має сягати 12,4%, частка електроенергії від ВДЕ – 11%, а частка ВДЕ, що використовується транспортом, має становити 10%. За оцінками Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження України, для досягнення зазначеної мети НПДВЕ необхідно інвестувати близько 18 млрд євро, насамперед у електроенергетику (9,5 млрд євро) та опалення й охолодження (7,7 млрд євро) [4].

Згідно з НПДВЕ, в 2020 р. частка електроенергії, виробленої з біомаси, має становити у загальній структурі електрогенерації приблизно 16,2% (з них біогаз – 2,6%), у системах опалення та охолодження – 85,5% (з них біогаз – 2,6%).

Найбільш комплексно питання широкого використання біогазу розглядаються Науково-технічним центром "Біомаса" та Біоенергетичною асоціацією України (БАУ). У світі швидко зростає виробництво біогазу та поширюється його використання в енергетиці. Розвиток ринку біогазу в Україні очікувано дозволить замінити 2,6–18 млрд куб. м природного газу на рік, сприятиме посиленню енергетичної безпеки країни, створенню нових робочих місць, економічному розвитку регіонів, дозволить покривати пікові навантаження в електромережі, утилізувати відходи рослинництва та тваринництва, а також деякі відходи харчової промисловості [5]. Старт біогазовим проектам в Україні дало введення з квітня 2013 р. "зеленого" тарифу (ЗТ) на біогаз. Щоправда, відповідний тариф невисокий та передбачає подальше зменшення [6]. Значний потенціал виробництва та використання біометану в Україні зумовлений як наявними сировинними ресурсами, так і високою енергоємністю економіки, розвинутою системою газопостачання та широким доступом до нього на-



селення (близько 70%), тож технічна можливість під'єднання виробників біометану до газорозподільчих мереж середнього та низького тиску для локального постачання біометану як замітника природного газу є [7]. Станом на 2014 р. біоенергетика в Україні заміщувала 1,93 млрд куб. м/рік природного газу. Відповідно до чинних програмних документів, до 2020 р. природний газ необхідно замінити в обсязі 7,2 млрд куб. м/рік – шляхом використання аграрних відходів, біомаси з енергетичних плантацій [8], а також кукурудзи саме для виробництва біогазу [9]. Для цього необхідно диверсифікувати внутрішнє виробництво котлів на біомасі та біогазі, сприяти розвитку внутрішнього ринку біомаси та проводити інформаційні кампанії щодо можливостей енергетичного використання біомаси в системі теплокомуненерго. Зважаючи на дослідження, біогаз з відходів тваринництва може задовольнити частину попиту на природний газ (серед іноземних – заслуговує на увагу робота Noorollahi та ін. [10], які вивчали потенційний обсяг виробництва біогазу в Ірані). Попри те, що частка енергії з біогазу у енергетичному балансі країни може бути не надто висока, біогаз має важливе значення з точки зору сталого розвитку, оскільки мінімізує негативний вплив на довкілля [11]. Належне управління відходами у поєднанні з виробництвом енергії дає дуже хороші результати з точки зору скорочення викидів парникових газів та виходу енергії навіть для мікробіогазових установок [10, 12, 13].

Не дослідженими для України є питання довгострокових наслідків реалізації біогазових проектів, аналіз їх впливу на основні макропоказники, а також специфічні заходи регуляторної політики.

Для вирішення поставлених завдань, а саме оцінки економічних наслідків упровадження біогазових проектів, було використано рекурсивну динамічну модель загальної рівноваги, розроблену в ДУ "Інститут економіки та прогнозування НАН України" [14].

Отже, **метою цієї статті** є оцінка комплексних та галузевих економічних ефектів від використання біогазових проектів в Україні, а також оцінка потенціалу скорочення викидів парникових газів завдяки заміщенню викопних видів палива в енергетиці України біогазом.

Частка ВДЕ (без урахування великої гідроенергетики) в електробалансі України залишається практично незмінною (близько 1–2%) протягом останніх трьох років, фактичний же обсяг виробництва електроенергії в 2015 р. становив 1591,1 млн кВт*год, а в 2016 р. знизився на 2%, досягнувши 1560 млн кВт*год [15]. У 2015 р. виробництво електроенергії вітряними електростанціями (ВЕС) становило 30% частки всієї електроенергії від ВДЕ. Внесок енергії сонця – 53%, решта припала на біомасу (7%) та малі ГЕС (10%). На початку 2015 р. встановлена потужність ВЕС в Україні становила 513,893 МВт, сонячних електростанцій (СЕС) – 817,203 МВт, надахових СЕС – 1,75 МВт, малих ГЕС – 80,3 МВт, біомаси та біогазу – 40 МВт. Загальні встановлені потужності відновлюваної енергетики на кінець 2015 р. становили 1,03 ГВт, виробляючи 1347,4 ГВт*год електроенергії. У 2016 р. було встановлено 120 МВт нових потужностей [16], а за перше півріччя 2017 р. в експлуатацію було введено 126,5 МВт обладнання на ВДЕ – власники якого отримали "зелений" тариф. З них потужність об'єктів СЕС становила



118,1 МВт, електростанцій на біогазі – 5,5 МВт та малих ГЕС – 2,9 МВт [17]. Використання біомаси для виробництва тепла зростає, дозволяючи щорічно замінити природний газ в обсязі 3 млрд куб. м [16].

Викиди CO₂ від спалювання енергоресурсів при виробництві електроенергії та тепла в 2015 р. становили 90,3 млн т, або 43% від усіх викидів CO₂ в Україні. На транспортний сектор припало 14,4% (29,9 млн т), а на сільське господарство – 0,3% (0,6 млн т) усіх викидів CO₂. Викиди метану (CH₄) в Україні в 2015 р. обчислювалися у 62,7 млн т, закису азоту (N₂O) – у 37,2 млн т [18]; викиди діоксиду сірки – у 830,3 тис. т [19].

Україна реалізує численні реформи в енергетичному секторі, спрямовані на подальше зменшення споживання природного газу і підвищення енергоефективності. Однак країна продовжує бути залежною від імпортованого природного газу, ядерного палива та вугілля. Основним фінансовим стимулом для біогазових проектів є "зелений" тариф, уведений Законом України "Про електроенергетику" та продовжений у Законі України "Про ринок електричної енергії". Відповідно до Закону, коефіцієнти ЗТ у 2019 р. та 2024 р. мають зменшитись на 20 і 30% відповідно. Електроенергія, вироблена з ВДЕ, не обкладається акцизом. Закон України "Про внесення змін до Закону України "Про електроенергетику" щодо сприяння виробництву електроенергії з альтернативних джерел енергії" (2012 р.) зобов'язав усіх суб'єктів господарювання, що виробляють електричну енергію з ВДЕ, надавати споживачеві Гарантію походження електроенергії, що надалі було забезпечено указом Кабінету Міністрів України. Гарантія походження використовується для інформування споживачів щодо виду електроенергії та підтвердження обсягу електроенергії, яка підпадає під ЗТ.

Законом України "Про внесення змін до деяких законів України з метою забезпечення конкурентних умов виробництва електроенергії з використанням альтернативних джерел енергії" (2015) внесено зміни в Закони України "Про альтернативні види палива", "Про електроенергетику" і "Про засади функціонування ринку електроенергії України". Він передбачає ЗТ для електроенергії, виробленої з біомаси (на рівні 12,39 євроцентів/кВт*год), а також надбавку до ЗТ для суб'єктів господарювання, які використовують українські компоненти при будівництві енергогенеруючих об'єктів.

Відповідно до Закону України № 287-VIII "Про побічні продукти тваринного походження, не призначених для споживання людиною", утилізація відходів тваринного походження в Україні здійснюється виключно спеціалізованими компаніями і не може бути виконана компаніями, які виробляють продукти тваринного походження, призначені для споживання людиною. Гній і тваринні залишки відносяться до другого класу відходів і можуть бути перетворені на органічне добриво після обов'язкової стерилізації під тиском або на біогаз шляхом стерилізації під тиском. Переробні потужності для відходів тваринного походження повинні бути розташовані окремо від підприємств, які виробляють продукти харчування. Підприємства, що займаються утилізацією відходів, є операторами ринку, і ті оператори ринку, які здійснюють утилізацію або видалення побічних продуктів без стерилізації під тиском або без переробки в біогаз під тиском після стерилізації, мають бути



оштрафовані. Для юридичних осіб штраф становить 23–30 мінімальних заробітних плат¹, для приватних підприємців – 8–15 мінімальних заробітних плат. Іноді компанії вважають за краще платити штраф і не вживати подальших заходів з утилізації відходів тваринництва. Проте великі підприємства агробізнесу зазнають перевірок з боку Міністерства охорони здоров'я, прокуратури, санітарно-епідеміологічної служби та екологічної інспекції Міністерства екології та природних ресурсів. Тому в деяких випадках біогазові установки з використанням українського обладнання є економічно доцільними навіть для покриття витрат на утилізацію відходів.

Використання біомаси та біогазу має значний потенціал виробництва тепла та електроенергії завдяки наявним залишкам рослинництва та тваринництва у сільському господарстві, сприятливим кліматичним умовам, наявністю сільськогосподарських угідь, відносно недорогою робочою силою та великою кількістю полігонів твердих побутових відходів. У 2015 р. потенціал біомаси був достатнім для заміщення близько 27 млн т у.п. енергії на рік. Відповідно до розрахунків Біоенергетичної асоціації України, нові біоенергетичні потужності, встановлені в 2015 р., дозволили замінити близько 500 млн куб. м природного газу, а фактично біоенергетика замістила 3 млрд куб. м газу на рік [8].

Найбільш перспективними зараз є проекти когенераційних установок на біомасі, особливо ті, що встановлені на цукрових заводах, фермерських господарствах та заводах із переробки соняшника. Іншим важливим джерелом біогазу є полігони ТПВ. Потенціал біомаси використовується ще не повністю, проте ситуація очікувано покращиться у разі реалізації Закону України "Про внесення змін до Закону України "Про теплопостачання" щодо стимулювання виробництва теплової енергії з альтернативних джерел енергії" № 1959 від 21.03.2017, оскільки ним передбачено фінансовий механізм для роботи котелень не на природному газі.

Найбільший потенціал для виробництва біогазу є у Дніпропетровській, Донецькій та Київській областях – 150 тис т н.е./рік. Незважаючи на те, що поголів'я великої рогатої худоби в 2015 р. знизилося порівняно з 2000 р. у шість разів, поголів'я курей зростає (за 2000–2013 рр. воно виросло у п'ятеро). Поголів'я птиці очікувано зростатиме в майбутньому, а поголів'я свиней і великої рогатої худоби продовжуватиме знижуватися [20].

За оцінками НТЦ "Біомаса", потенціал біогазу, отриманий з відходів сільського господарства, харчової промисловості, звалищ, стічних вод промислових підприємств, становить до 3,2 млрд куб. м метану (CH₄) на рік [7] (табл. 1).

Станом на 2017 р., в Україні працюють близько десяти великих біогазових установок [22]. За оцінками IRENA, в Україні використовується менше 5% потенціалу біогазу від АПК. У 2014 р. було використано 49,5 млн куб. м біогазу з сільськогосподарських відходів та 33 млн куб. м біогазу з полігонів ТПВ [23].

¹ У 2018 р. мінімальна заробітна плата становить 3 823 грн на місяць.



Таблиця 1

Економічно доцільний потенціал біогазу в Україні

Тип підприємства	Основний вид відходів	Вміст сухої речовини, %	Кількість компаній, од.	Усього відходів, млн т/рік	Потенціал виробництва біогазу, млн куб. м/рік
Тваринницькі ферми	Послід	10–12	5734	20,5	719
Свиноферми	Послід	7–10	6515	4,7	180
Птахофабрики	Послід	25–30	861	2,9	326
Пивоварні	Післяспиртова барда	20–25	50	1,4	171
Цукрозаводи	Меляса	10–12	184	6,5	216
Спиртзаводи	Післяспиртова барда	6–8	82	4,5	180
Переробка молока/виробництво сиру	Молочна сироватка	6–7	300	0,9 2,5	90
Енергетичні плантації	Силос кукурудзи	20–35	842000 га (18% площі доступних земель)		1610
Разом				-43,9	3492

Джерело: [21].

Оцінка обсягів скорочення викидів парникових газів у результаті заміщення біогазом викопних видів енергетичних ресурсів (вугілля, газу) в когенераційних установках здійснювалася відповідно до методики, що використовується в національній інвентаризації викидів ПГ. Відповідно застосовувалися коефіцієнти викидів ПГ, що наведені в Національному кадастрі антропогенних викидів із джерел та абсорбції поглиначами парникових газів за 1990–2015 рр. [18], який відповідає Керівним принципам національних інвентаризацій парникових газів МГЕЗК, 2006 [24]. Згідно із зробленими припущеннями потенціал використання біогазу за різними одиницями вимірювання наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Річний економічно доцільний потенціал використання біогазу в Україні

Роки	Млн куб. м	ТДж	Млн т н.е.
2017	207	4547	0,1086
2018	413	9094	0,2172
2019	620	13642	0,3258
2020	827	18189	0,4344
2021	1033	22736	0,5431
2022	1240	27283	0,6516
2023	1447	31831	0,7603
2024	1654	36378	0,8689
2025	1860	40925	0,9775
2026	2067	45472	1,0861
2027	2274	50020	1,1947
2028	2480	54567	1,3033
2029	2687	59114	1,4119
Разом	18809,0	413798,0	9,8834

Джерело: розраховано авторами.



Кіотський протокол регулює викиди шести видів парникових газів: діоксиду вуглецю CO₂, метану CH₄, закису азоту N₂O, гексафториду сірки SF₆, перфторвуглецевих сполук PFCs та гідрофторвуглецев сполук HFCs. Відповідно до Національного кадастру антропогенних викидів із джерел та абсорбції поглиначами парникових газів в Україні за 1990–2015 рр. середня частка CO₂, CH₄ та N₂O у загальній структурі викидів становила 99,74%, зокрема, CO₂ – 67,4%, CH₄ – 20,3%, N₂O – 12,1%. Як видно, решта три показники викидів ПГ становлять близько 0,26%.

Оцінка скорочення викидів ПГ при виробництві електроенергії та тепла (за рахунок використання біогазу замість вуглецемістких енергетичних ресурсів) включатиме оцінку скорочення викидів діоксиду вуглецю (CO₂), метану (CH₄), закису азоту (N₂O). Розрахуємо скорочення викидів ПГ від заміщення біогазом природного газу в когенераційних установках. При спалюванні 1 ТДж природного газу буде емітовано 55350 кг діоксиду вуглецю (CO₂), 1 кг метану (CH₄) і 0,1 кг закису азоту (N₂O). Варто відзначити, що вираження різних видів ПГ в еквіваленті CO₂ має враховувати їхній потенціал глобального потепління. Час перебування CO₂ в атмосфері становить приблизно 100 років, тому для нього потенціал глобального потепління становить 1, для CH₄ – 25, а для N₂O – 298.

Таблиця 3

Життєвий цикл і потенціал глобального потепління ПГ

Газ	Час життя (років)	Потенціал глобального потепління за період		
		20 років	100 років	500 років
Діоксид вуглецю	~ 100	1	1	1
Метан	12	72	25	7,6
Закис азоту	114	289	298	153

Джерело: дані Міжнародної групи експертів з питань зміни клімату (МГЕЗК), 2007.

Із урахуванням зазначеного та табл. 2–3 отримаємо, що за умови використання природного газу в когенераційних установках 413798 ТДж (або 9,8834 млн т н.е.) природного газу було би здійснено викидів ПГ в обсязі 11,463 млн т CO₂-екв. (табл. 4). Тобто при використанні 1 ТДж природного газу в когенераційних установках виділяється 55,405 т CO₂-екв.

Аналогічні розрахунки представлені при використанні вугілля в когенераційних установках (табл. 5), згідно з якими при використанні 1 ТДж вугілля в когенераційних установках виділяється 92,152 т CO₂-екв.

Таким чином, у випадку використання 413 798 ТДж природного газу буде емітовано 11,463 млн т викидів ПГ у CO₂-екв. Спалювання вугілля призведе до емісії 19,066 млн т CO₂-екв. Заміна спалювання викопного палива використанням біогазу зумовить "економію" у викидах зазначених кількостей CO₂-екв.

Біогаз може бути використаний для когенерації або як автомобільне паливо через подальшу очистку. На нашу думку, біогаз в Україні доцільно використовувати для подальшого виробництва електроенергії і тепла агропромисло-



вими компаніями з наступним продажем тепла сусіднім домогосподарствам, оскільки завдяки наявному ЗТ цей варіант використання біогазу є найбільш сприятливим в економічних умовах України. Біогазові проекти можуть дислокуватися в районах, де є значна кількість сільськогосподарських відходів, а сила вітру або енергія сонячного випромінення недостатні для комерційного виробництва електроенергії та/або тепла. Агропромислові компанії можуть використовувати біогаз як одну зі стратегій поводження з відходами.

Таблиця 4

**Викиди ПГ від використання природного газу
в когенераційних установках**

Роки	Природний газ				
	ТДж	N ₂ O, кг	CH ₄ , кг	CO ₂ , кг	CO ₂ -екв., млн т
2017	2274	227	2274	125844612	0,126
2018	4547	455	4547	251689223	0,252
2019	6821	682	6821	377533835	0,378
2020	9094	909	9094	503378446	0,504
2021	11368	1137	11368	629223058	0,630
2022	13642	1364	13642	755067669	0,756
2023	15915	1592	15915	880912281	0,882
2024	18189	1819	18189	1006756892	1,008
2025	20463	2046	20463	1132601504	1,134
2026	22736	2274	22736	1258446115	1,260
2027	25010	2501	25010	1384290727	1,386
2028	27283	2728	27283	1510135338	1,512
2029	29557	2956	29557	1635979950	1,638
Разом	206899	20690	206899	11451859650	11,463

Джерело: розраховано авторами.

Таблиця 5

Викиди ПГ від використання вугілля в когенераційних установках

Роки	Вугілля				
	ТДж	N ₂ O, кг	CH ₄ , кг	CO ₂ , кг	CO ₂ -екв., млн т
2017	2274	2274	3410	208445058	0,210
2018	4547	4547	6821	416890117	0,419
2019	6821	6821	10231	625335175	0,629
2020	9094	9094	13642	833780234	0,838
2021	11368	11368	17052	1042225292	1,048
2022	13642	13642	20463	1250670351	1,257
2023	15915	15915	23873	1459115409	1,467
2024	18189	18189	27283	1667560468	1,676
2025	20463	20463	30694	1876005526	1,886
2026	22736	22736	34104	2084450585	2,095
2027	25010	25010	37515	2292895643	2,305
2028	27283	27283	40925	2501340702	2,514
2029	29557	29557	44336	2709785760	2,724
Разом	206899	206899	310349	18968500320	19,066

Джерело: розраховано авторами.



Біогазові установки мають численні переваги порівняно з викопним паливом та іншими видами ВДЕ:

- поєднання відходів сезонно діючих підприємств (наприклад, цукрозаводів) з відходами ферм дозволяє виробляти енергію протягом усього року;
- створення нових робочих місць або нові можливості отримання доходів протягом року для робітників, зайнятих на цукрових заводах, які в Україні розташовані переважно у невеликих містах і часто виступають основним роботодавцем міста;
- утилізація дуже широкого кола сільськогосподарських залишків;
- виробництво органічних добрив, які можна використовувати для органічного землеробства (ще один шлях підвищення конкурентоспроможності сільського господарства України);
- сучасне управління поведінням з сільськогосподарськими відходами, особливо щодо гною (що сприяє зменшенню запаху, відновленню ґрунту, збереженню потенційних земель сільськогосподарського призначення, які могли би бути використані під відстійники);
- можливість виробництва енергії поблизу місць виникнення сільськогосподарських відходів (що не потребує транспортування палива на великі відстані);
- можливість покриття пікового навантаження в мережі та провалів енергогенерації, створюваних переривчастими ВДЕ [13];
- поступовий перехід до моделі децентралізованого енергопостачання для місцевих громад;
- збільшення використання біогазу, отриманого від виробництва цукру та сільськогосподарських відходів, сприятиме виконанню зобов'язань України щодо досягнення 11% частки ВДЕ у енергобалансі до 2020 р.

Далі розглянемо макроекономічну і галузеву оцінку реалізації біогазових проектів в Україні. Результати отримані з використанням динамічної моделі загальної рівноваги. Всі оцінки, представлені тут, порівнюються із базовим сценарієм, тобто будь-які зміни в макроекономічних, галузевих або інших показниках повинні інтерпретуватися як відхилення по відношенню до базового сценарію. У базовому сценарії не відображено змін в поточній фінансовій і монетарній політиці, зберігається та ж секторальна структура, що і в 2015 р.

Для подальшого аналізу були використані такі припущення:

- горизонт моделювання становить до 2030 р., тому що ЗТ доступний до 2030 р. Інвестиції не можуть бути рівномірно розподілені серед цих років. Наразі існують деякі обмеження регуляторної політики, проте є привабливий ЗТ, тому в найближчі роки зростання інвестицій цілком можливе;
- використовується біогаз із декількох видів сировини (відходи тваринництва та кукурудза), із вмістом метану близько 60%. Теплотворна здатність біогазу становить близько 22 МДж/куб. м [25];
- для виробництва біогазу використовується тільки кукурудза на силос. Проміжне споживання кукурудзи зростатиме. Кукурудза, висаджена на



421 тис. га (9% вільних площ), із середньою врожайністю силосної маси в Україні 33000 кг/га дасть 13,9 млн т силосу (33000 кг/га*421000 га);

- на основі даних про потенціал біогазу (табл. 1), ми припускаємо, що біогаз буде вироблятися з використанням відходів великих ферм, цукрових заводів, заводів із виробництва етанолу тощо. У разі використання половини потенціалу вирощування кукурудзи реально виробити 2687 млн куб. м біогазу на рік, що дорівнює 59,114 млн МДж енергії, або 1,424 млн т н.е. (1 МДж = 0,0000241 т н.е.);
- теплота згоряння природного газу становить 35 МДж/куб. м, вугілля – 30 МДж/куб. м;
- модель виробництва і використання біогазу, за якої біогаз виробляється з різних типів вихідної сировини, є дуже поширеною по всьому світі [26]. Середній ККД виробництва електроенергії (без тепла) становить 34,6%, у той час як одночасне виробництво тепла та електроенергії підвищує ефективність заводу до 76,4% (за умови наявності споживачів тепла);
- середні інвестиції становлять 3111 євро/кВт, або 7 млн євро за завод потужністю 2,25 МВт (це типові інвестиції для великомасштабних проектів в Україні в 2016 р, і ці дані співвимірні з даними [27]). Для виробництва 2687 млн куб. м біогазу необхідно близько 3,8 млрд євро інвестицій;
- лише небагато компаній, що займаються агробізнесом (птахофабрики, цукрозаводи), мають достатньо сировини для великих біогазових установок з виходом біогазу 100 куб. м/год [5]. Для досягнення економії на масштабі та використання великих біогазових установок малі та середні виробники можуть об'єднувати відходи та мати одну біогазову установку на декілька господарств.

У процесі моделювання соціально-економічних ефектів реалізації біогазових проектів в Україні припускається, що внаслідок їх імплементації відбудеться заміщення частини потужностей генерації електроенергії та тепла. Зокрема, враховуючи, що річний економічно досяжний потенціал біогазу становить 2687 млн куб. м (або 59114 млн МДж енергії), припускається, що він буде розподілений у співвідношенні 50/50 між виробництвом електроенергії та тепла. Також допускається, що повністю потенціал буде реалізовано у 2029 р., а починаючи з 2017 р. рівномірно збільшуватиметься. Враховуючи, що 1 МДж=0,0000241 т н.е., вважатимемо, що відбудеться заміщення 0,000712 млн т н.е. природного газу за умови досягнення повного потенціалу у 2029 р. (обсяг заміщення споживання природного газу зростатиме до 0,000712 млн т н.е. у 2029 р.). Також припускається заміщення використання вугілля у процесі виробництва електроенергії, зокрема, що у 2029 р. буде заміщено 0,000712 млн т н.е. кам'яного вугілля. Як і у випадку природного газу, такого потенціалу заміщення буде досягнуто в 2029 р. Таким чином, до 2029 р. в обох випадках (виробництва тепла та електроенергії) буде заміщено 0,00997 млн т н.е. енергоресурсів (враховуючи, що у 2029 р. буде заміщено 1424,6 млн т н.е.).

Припускається, що заміщення природного газу та кам'яного вугілля відбуватиметься здебільшого з використанням кукурудзяного силосу, а отже, в кон-

тексті технологічних процесів на агрегованому галузевому рівні в результаті реалізації біогазових проектів відбуватиметься скорочення споживання природного газу та кам'яного вугілля та збільшення споживання продукції сільського господарства (кукурудзяного силосу). За попередніми оцінками, для реалізації відповідного потенціалу біогазових проектів в Україні додаткові обсяги споживання кукурудзяного силосу можуть досягти 13,9 млн т. Як і у випадку скорочення споживання природного газу та вугілля, припускалось, що таких обсягів споживання силосу буде повністю досягнуто у 2029 р.

Для реалізації зазначених проектів у галузях виробництва тепла та електроенергії необхідно буде вкласти інвестиції у розмірі близько 4 млрд євро. Припускається, що інвестиції будуть рівномірно розподілені між цими двома галузями (по 2 млрд євро кожній), а обсяги інвестування зростатимуть пропорційно темпам приросту ВВП на проміжку до 2029 рр.

У процесі оцінки соціально-економічних наслідків реалізації біогазових проектів також висувався ряд припущень щодо *макроекономічних показників*. У рамках інструментарію обчислюваних моделей загальної рівноваги (ОМЗР), який використано для цих досліджень, загальноприйнятий підхід до побудови базового сценарію полягає у висуванні припущень щодо зміни в часі величин екзогенних параметрів моделі, як правило, кількості працівників (робочої сили), норми амортизації та коефіцієнтів продуктивності (праці, капіталу, проміжного споживання тощо) [28]. При цьому такі показники, як обсяги виробництва, ВВП, обсяги інвестицій та споживання виступають у моделі ендогенними змінними, тобто розраховуються/визначаються самою моделлю.

У процесі калібрування моделі середньорічні темпи приросту робочої сили покладались рівними середньорічним темпам зміни кількості населення, що виступає стандартним підходом у рамках методології ОМЗР. При побудові демографічного прогнозу були використані дані Інституту демографії та соціальних досліджень, зокрема, базовий прогноз за припущень середніх рівнів народжуваності, тривалості життя та чистої міграції [30].

Припускалося, що норма амортизації залишається незмінною на всьому проміжку моделювання. Її значення покладалось рівним 3%, що відповідає середньому арифметичному зваженому значенню норми амортизації за період 2000–2012 рр. [31–33], а також припущенню щодо величини цього показника в рамках роботи [34].

Під час дослідження наслідків реалізації біогазових проектів в Україні у рамках написання цієї статті було використано базовий макроекономічний сценарій, який базується на прогнозах фахівців ДУ "Інститут економіки та прогнозування НАН України".

За цим сценарієм припускається, що врегулювання воєнно-політичного конфлікту на сході України відбудеться не раніше 2018–2019 рр. За цих умов у 2018 рр. вітчизняна економіка з високою імовірністю не зможе повністю вийти з кризи і характеризуватиметься невисокими темпами приросту ВВП. Імовірні значні курсові коливання та подальша девальвація гривні становлять високий ризик для відновлення економічного зростання. Спостерігатиметься певне збільшення номінальної заробітної плати, проте незначне.



У коротко- та середньостроковій перспективі зростання відбуватиметься у харчовій, легкій промисловості та фармацевтичній галузі. Можна очікувати відновлення позитивної динаміки також у виробництві будівельних матеріалів. У машинобудуванні позитивну динаміку демонструватиме виробництво комп'ютерів, електронної та оптичної продукції. За сприятливих погодних умов в аграрному секторі може посилюватися позитивна динаміка. Загалом же повернення до позитивної динаміки в економіці України відбулося в 2017 р.

У 2020–2025 рр. економіка України розвиватиметься досить високими темпами. Добувна промисловість поступатиметься за темпами переробної промисловості, й металургійний комплекс поступово скорочуватиме свою частку у ВВП. Ця тенденція вірогідно збережеться і у подальшому – до 2030 р. Загалом середні темпи приросту реального ВВП протягом аналізованого періоду становитимуть близько 4%, що видається достатньо реалістичним у контексті порівняння з ретроспективними даними інших країн світу (рис. 1).

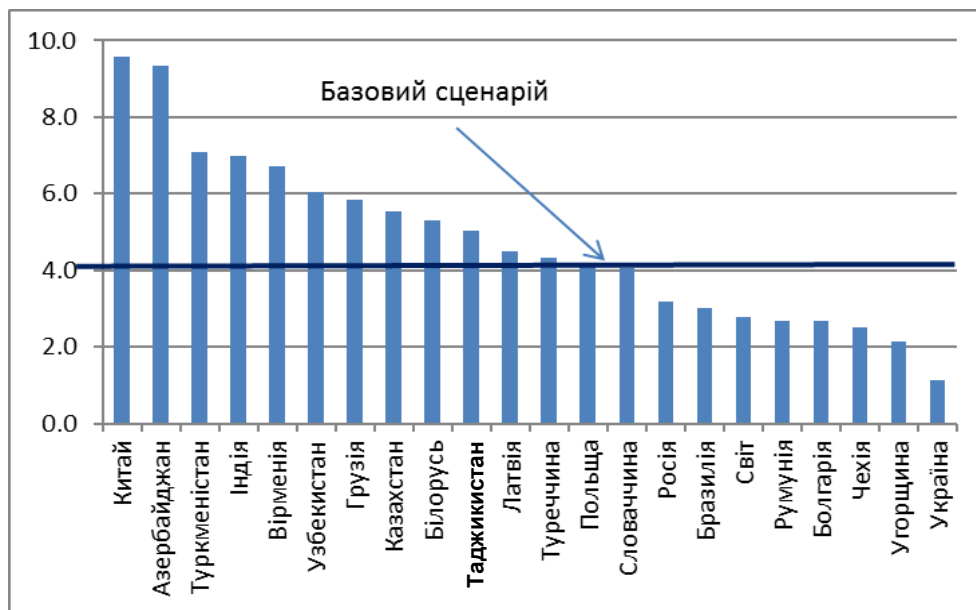


Рис. 1. Середньорічні темпи приросту реального ВВП протягом 1995–2014 рр. у деяких країнах світу, %

Джерело: складено за даними Світового банку [33].

Так, середньорічні темпи приросту ВВП на рівні 4% навіть дещо нижчі за середні темпи приросту відповідного показника для множини аналізованих країн, хоча і майже у 1,5 рази вищі за середньосвітові.

Оцінки соціально-економічних наслідків

Тут представлено оцінки соціально-економічних наслідків реалізації біогазових проєктів в Україні. Результати отримані за використання динамічної обчислюваної моделі загальної рівноваги України з розширеним енергетич-

ним блоком. Усі представлені оцінки наводяться у порівнянні з показниками базового сценарію. Тобто будь-які зміни макроекономічних, галузевих чи інших індикаторів потрібно інтерпретувати як відхилення відносно базового сценарію у відповідному році. Водночас базовий сценарій передбачає закладені в рамках макроекономічного сценарію темпи приросту ВВП, але не включає імплементацію заходів розвитку біогазових проектів. Таким чином, представлені соціально-економічні ефекти вимірюють вплив процесів розвитку біогазових проектів в Україні на макроекономічні, галузеві, соціальні та інші показники за решти рівних умов (зберігається поточна фіскальна та монетарна політика, не відбуваються альтернативні галузеві реформи тощо). У цьому контексті від'ємні величини результуючих показників не означають зниження їх абсолютного значення в рамках цільового енергетичного сценарію, а у більшості випадків відображають уповільнення темпів приросту відповідних індикаторів.

Макроекономічні наслідки

Як показав проведений аналіз, реалізація біогазових проектів в Україні загалом спричинює позитивні макроекономічні наслідки. Утім, такий характер повною мірою проявляється у середньо- та довгостроковій перспективі – починаючи з 2018–2019 рр. (рис. 2). Визначальним фактором таких ефектів виступає, зокрема, особливість інвестиційних процесів: протягом перших років на тлі істотного зростання обсягів валового нагромадження основного капіталу відбувається поступове підвищення рівня енергоефективності та скорочення виробничих витрат, особливо у випадку енергоємних галузей. Водночас більш повний ефект від інвестування спостерігається вже у середньостроковій перспективі, позитивні наслідки скорочення споживання енергоресурсів та процесів заміщення одних ресурсів іншими переважають витрати на досягнення цих ефектів.

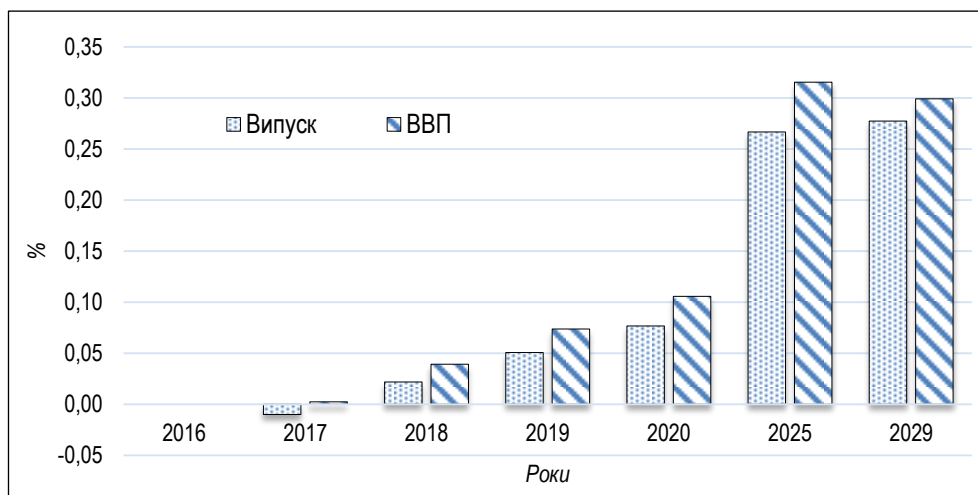


Рис. 2. Вплив реалізації заходів цільового розвитку енергетики на рівень ВВП та випуску

Джерело: розраховано авторами.



При цьому, враховуючи специфіку інвестиційних процесів та характер їх впливу на скорочення питомих обсягів споживання енергетичних ресурсів, на макроекономічному рівні спостерігається кумулятивний характер наслідків – відхилення від базового сценарію у позитивний бік із часом зростають. Так, у 2025–2029 рр. додатковий приріст ВВП та випуску може сягати 0,3%.

Утім, характер макроекономічних наслідків також залежить від припущень щодо розподілу секторальних темпів впровадження енергоефективних технологій у часі. В рамках проведених досліджень нами було використане припущення про те, що скорочення обсягів споживання енергоресурсів відбуватиметься постійними темпами на всьому аналізованому проміжку. Такий підхід узгоджений із показниками цільового енергетичного сценарію перерозподілу інвестицій у часі.

У процесі моделювання припускалось, що ключовим джерелом інвестиційних ресурсів виступають власні кошти підприємств. Тож характер спостережуваних економічних ефектів також зумовлений більш інтенсивним зростанням собівартості виробництва продукції протягом перших років інвестування порівняно з подальшими періодами, коли зростання витрат на реалізацію біогазових проектів перебиваються за рахунок економії споживання та заміщення енергоресурсів.

Наслідки для домогосподарств

Хоча побутові споживачі безпосередньо не беруть участі у процесах інвестування, їх економічний рівень у цілому пов'язаний із загальним підвищенням ефективності виробництва електроенергії та тепла, адже заміщення одних енергоресурсів іншими та активізація інвестиційних процесів опосередковано впливають і на рівень реальних доходів домогосподарств (табл. 6).

Таблиця 6

Вплив реалізації біогазових проектів на доходи домогосподарств, відхилення величини реального доходу від базового сценарію, %

Показник/сценарій	Цільовий сценарій розвитку енергетики						
	2016	2017	2018	2019	2020	2025	2029
Агреговані доходи	0.0	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.3	0.2
I децильна група ²	0.0	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.3	0.3
II децильна група	0.0	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.3	0.3
III децильна група	0.0	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.3	0.3
IV децильна група	0.0	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.3	0.3
V децильна група	0.0	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.3	0.3
VI децильна група	0.0	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.3	0.3
VII децильна група	0.0	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.3	0.3
VIII децильна група	0.0	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.3	0.3
IX децильна група	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3
X (вища) децильна група	0.0	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.1	0.1

Джерело: розраховано авторами.

² Домогосподарства розділені на децильні групи за рівнем середньодушових доходів.



Як і у випадку макроекономічних показників, для побутових споживачів спостерігаються помірні негативні наслідки реалізації досліджуваних заходів у короткостроковій перспективі. Утім, враховуючи масштаби аналізованих проектів, на агрегованому рівні ці наслідки досить несуттєві й загалом не перевищують 0,1% загальних доходів побутових споживачів. У цілому ж у середньо- та довгостроковій перспективі усі групи домогосподарств відчують помірний позитивний вплив на рівень реальних доходів.

Галузеві ефекти

У розрізі видів економічної діяльності реалізація заходів розвитку біогазових проектів в Україні призведе до помірних структурних зрушень (табл. 7). Як і у випадку агрегованих показників, темпи додаткового приросту в розрізі видів економічної діяльності відносно базового сценарію пришвидшуються з часом. Так, якщо у 2017 р. кількість галузей, які характеризуються помірним уповільненням темпів приросту випуску, становила 11, у 2029 р. таких галузей усього три.

Таблиця 7

Галузеві ефекти розвитку біогазових проектів в Україні, відхилення величини обсягів випуску від базового сценарію, %

Галузь	Період					
	2017	2018	2019	2020	2025	2029
Сільське, лісове та рибне господарство	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3
Добування вугілля, лігніту і торфу; добування уранової і торієвої руд	-0,6	-0,9	-1,2	-1,5	-3,2	-4,7
Добування вуглеводнів та пов'язані з ним послуги	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,0	-0,1
Добування корисних копалин, крім паливно-енергетичних	0,0	0,1	0,1	0,1	0,4	0,4
Виробництво харчових продуктів, напоїв і тютюнових виробів	-0,1	-0,1	0,0	0,0	0,2	0,1
Текстильне виробництво, виробництво одягу, шкіри, виробів зі шкіри та інших матеріалів	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,0	0,0
Виготовлення виробів з деревини, паперу та поліграфічна діяльність	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1
Виробництво коксу та коксопродуктів	0,1	0,1	0,2	0,2	0,4	0,4
Виробництво продуктів нафтоперероблення	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
Виробництво хімічних речовин і хімічної продукції	0,0	0,1	0,1	0,1	0,4	0,5
Виробництво основних фармацевтичних продуктів і фармацевтичних препаратів	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,0	0,0
Виробництво гумових і пластмасових виробів та іншої неметалевої мінеральної продукції	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4
Виробництво металів та готових металевих виробів, крім машин і устаткування	0,1	0,2	0,3	0,4	0,8	1,0
Виробництво комп'ютерів, електронної та оптичної продукції	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,0
Виробництво електричного устаткування	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4
Виробництво машин і устаткування, не віднесені до інших угруповань	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6
Виробництво автотранспортних засобів, причепів і напівпричепів та інших транспортних засобів	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3



Продовження табл. 7

Галузь	Період					
	2017	2018	2019	2020	2025	2029
Виробництво меблів, іншої продукції, ремонт і монтаж машин і устаткування	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
Виробництво та розподілення електроенергії	-0,3	0,1	0,4	0,7	1,8	2,2
Виробництво та розподілення газу	0,0	0,2	0,3	0,5	1,5	1,9
Постачання пари та гарячої води	-1,3	-1,0	-0,8	-0,7	-0,1	-0,4
Водопостачання; каналізація, поводження з відходами	-0,1	-0,1	0,0	0,1	0,4	0,5
Будівництво	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Оптова та роздрібна торгівля, ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2
Транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,2
Тимчасове розміщування й організація харчування	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
Видавнича діяльність, виробництво кіно- та відео-фільмів, телевізійних програм, видання звукозаписів, діяльність у сфері радіо та телевізійного мовлення	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
Телекомунікації (електров'язок)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2
Комп'ютерне програмування та надання інших інформаційних послуг	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Фінансова та страхова діяльність	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
Операції з нерухомим майном	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3
Діяльність у сферах права та бухгалтерського обліку; діяльність головних управлінь (хед-офісів); консультування з питань керування; діяльність у сферах архітектури та інжинірингу; технічні випробування та дослідження	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Наукові дослідження та розробки	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Рекламна діяльність і дослідження кон'юнктури ринку, інша професійна, наукова та технічна діяльність; ветеринарна діяльність	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
Діяльність у сфері адміністративного та допоміжного обслуговування	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2
Державне управління та оборона; обов'язкове соціальне страхування	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,1	0,1
Освіта	-0,2	-0,2	-0,1	-0,1	0,1	0,0
Охорона здоров'я та соціальна допомога	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	0,1	0,1
Мистецтво, спорт, розваги та відпочинок	-0,1	-0,1	-0,1	0,0	0,1	0,1
Надання інших видів послуг	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1

Джерело: розраховано авторами.

Помірне зростання попиту на інвестиційну продукцію супроводжується збільшенням обсягів випуску інвестиційно спрямованих галузей, зокрема машинобудування та будівництва. Найбільше уповільнення темпів приросту спостерігається у випадку видобування вугілля, попит на яке знижується в результаті заміщення біопаливом. Загалом основний вплив реалізація біогазових проєктів чинить на галузі реального сектора економіки України, тоді



як структурних зрушень у сфері послуг практично не відбувається. І хоча загалом на макроекономічному рівні отримувані галузеві ефекти відносно незначні, абсолютна більшість таких наслідків характеризується позитивними якісними змінами.

Біогазові проекти створюють позитивні ефекти для домогосподарств (дешевшає тепло), для підприємств (створюються робочі місця, знижується термін окупності проектів) і країни (зростає надходження податків, зменшується потреба у імпортованому природному газі, відбувається управління відходами, скорочуються викиди метану). Проте наразі широкомасштабному впровадженню біогазових проектів заважають такі чинники:

- необхідне подальше спрощення процедури виділення земельних ділянок для об'єктів ВДЕ. Потенційні біогазові проекти мають бути включені в детальний план розвитку території, однак ці плани не завжди існують і доступні для ознайомлення;
- недостатньо сформована інфраструктура для надання сировини для біоенергетичних проектів; безгосподарне ставлення до залишків біомаси;
- високі початкові інвестиційні витрати. Ця проблема може бути подолана за допомогою міжнародних фінансових організацій, що мають програми, спрямовані на підвищення енергоефективності та ВДЕ (наприклад, МФК або ЄБРР, який у 2016 р. спільно з ЄС запустив програму EU4 Business, спрямовану на малий і середній бізнес в Україні);
- висока вартість капіталу (від 10% у доларах США); відсутність оборотних коштів та інвестицій; висока інфляція, через що дорожчає імпортне обладнання; непрозорі умови і практика ведення бізнесу в Україні, корупція;
- погане поширення інформації та відсутність загальнонаціональних інформаційних кампаній щодо використання ВДЕ в АПК;
- вітчизняне виробництво біогазового обладнання невеликої потужності.

Зважаючи на те, що біогазове обладнання в принципі дороге, наразі воно може бути доступне переважно агрохолдингам. Залучення малих фермерських господарств до співпраці з метою використання біогазу в мікропроєктах є проблемою навіть у країнах ЄС із ширшими можливостями фінансування [34], при цьому в Україні такі проєкти могли би бути вигідні для виробництва тепла чи задоволення власних енергетичних потреб.

Щоб уможливити поширення в Україні біогазових проєктів для малого і середнього бізнесу, необхідно залучати додаткові механізми, такі як внутрішні та зовнішні гарантії уряду по кредитах; відсоткові ставки по кредитах повинні бути знижені шляхом співпраці українських банків з міжнародними фінансовими інститутами, такими як Глобальний екологічний фонд, Європейський банк реконструкції та розвитку, Фонд чистих технологій. Також вкрай необхідне залучення не тільки міжнародних фінансових установ для кредитування біогазових проєктів, а й продовження залучення великих вітчизняних банків до створення життєздатних проєктів з ВДЕ.



Для біогазових проектів ми пропонуємо *пріоритетне присудження до мережі*. Невеликі біогазові установки (потужністю до 500 кВт) не повинні потребувати дозвільних документів.

Більш широке використання біогазу вимагає змін інфраструктури у напрямі створення нових доріг для постачання сировини. Необхідно напрацьовувати практики формування довгострокових контрактів між постачальниками сировини та підприємствами, які її переробляють, що особливо актуально для малих і середніх проектів. Розширене використання біогазових проектів потребує значної модернізації існуючих енергетичних мереж та інфраструктури.

Положення закону щодо стерилізації під тиском відходів тваринництва в разі виробництва біогазу повинно бути скасовано, а наявні штрафи за неналежне управління сільськогосподарськими відходами необхідно збільшити.

У довгостроковій перспективі можна запропонувати обов'язкове використання біогазу. Це може бути зроблено шляхом уведення нових національних будівельних стандартів при будівництві потужностей нових агропромислових компаній, діяльність яких пов'язана з утворенням відходів (ферми, пивоварні заводи); уведення вимог щодо обов'язкових заходів зі скорочення викидів метану і CO₂. Відповідний національний стандарт може бути розроблений Міністерством аграрної політики та продовольства України спільно з Міністерством регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України.

Висновки

Розвиток біогазових проектів в Україні зумовить позитивні макроекономічні ефекти починаючи з 2018–2019 рр. У 2025–2029 рр. додаткове зростання ВВП і випуск промислової продукції може досягати 0,3%. Хоча вітчизняні споживачі не беруть безпосередньої участі у процесах інвестування цих проектів, побічно загальні економічні ефекти позитивно впливають на рівень реальних доходів населення. У середньостроковій і довгостроковій перспективі всі групи домогосподарств відчують помірний позитивний вплив на реальний рівень своїх доходів.

Втілення біогазових проектів в Україні призведе до помірних структурних змін. У 2017 р. кількість галузей із помірним уповільненням швидкості зростання становила 11, а в 2029 р. таких галузей залишиться тільки три (видобуток вугілля, видобуток природного газу, пари і гарячого водопостачання). Найбільше уповільнення зростання спостерігалось щодо видобутку вугілля, попит на яке знижується за рахунок заміщення енергетичної сировини біогазом.

Використання біогазу замість спалювання викопного палива зумовить економію 11,462–19,066 млн т CO₂-екв.

Для того щоб біогазові проекти в Україні стали доступні середньому бізнесу, необхідно розробити і реалізувати додаткові механізми, наприклад, запровадивши урядові внутрішні та зовнішні гарантії по кредитах; зниження відсоткових ставок по кредитах шляхом співпраці українських банків з міжнародними фінансовими інститутами та вітчизняними фінансовими установами.



Більш жорстка природоохоронна політика у поєднанні із зобов'язаннями щодо ВДЕ може бути перспективною і в Україні. Необхідно знижувати вартість капіталу, поширювати інформацію про переваги біогазових проектів, пріоритетне приєднання до мережі для виробників електроенергії з біогазу, модернізувати електромережі та інфраструктуру, а в довгостроковій перспективі запровадити обов'язкове використання біогазу агропромисловими компаніями.

Зважаючи на потребу у значних інвестиціях для втілення біогазових проектів, необхідні подальші дослідження щодо можливостей зацікавленості малого бізнесу у реалізації потенціалу біогазу з урахуванням чинних в Україні ставок ЗТ, вартості тепла, а також варіантів залучення кредитних коштів під біогазові проекти.

Список використаних джерел

1. Індикатори. Статистика / Міжнародне енергетичне агентство. URL: <http://www.iea.org/statistics/statisticssearch/report/?country=UKRAINE&product=indicators&year=2015>
2. Розпорядження Кабінету Міністрів України "Про затвердження плану заходів з імплементації Директиви Європейського Парламенту та Ради 2009/28/ЄС" від 3 вересня 2014 р. № 791-р. URL: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/791-2014-%D1%80>
3. Розпорядження Кабінету Міністрів України "Про Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року" від 1 жовтня 2014 р. № 902-р. URL: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/902-2014-%D1%80>
4. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України. URL: <http://saee.gov.ua/en>
5. Перспективи виробництва та використання біогазу в Україні / БАУ. 2013. URL: <http://www.uabio.org/img/files/docs/position-paper-uabio-4-ua.pdf>
6. Development of Biogas Technologies in Ukraine and Germany: Regulatory and Legal Framework, Status and Prospects / БАУ. 2013. URL: <http://uabio.org/img/files/news/pdf/development-of-biogas.pdf>
7. Перспективи виробництва та використання біометану в Україні / БАУ. 2014. URL: <http://uabio.org/activity/uabio-articles/2661-biomethane-production-and-use-in-ukraine>
8. Перспективи розвитку біоенергетики як інструменту заміщення природного газу в Україні / БАУ. 2015. URL: <http://www.uabio.org/img/files/docs/position-paper-uabio-12-ua.pdf>
9. Можливості заготівлі побічної продукції кукурудзи на зерно для енергетичного використання в Україні / БАУ. 2016. URL: <http://uabio.org/img/files/docs/position-paper-uabio-16-ua.pdf>
10. Noorollahi Y., Kheirrouz M., Asl H.F., Yousefi H., Hajinezhad A. Biogas production potential from livestock manure in Iran. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2015. Vol. 50. P. 748–754. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.04.190>
11. Moreda Iván López. The potential of biogas production in Uruguay. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2016. Vol. 54. P. 1580–1591. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.099>
12. Van Rens G.L.M.A., Bijkerk G.W. CO₂ emission saving by small-scale manure digestion Cornelissen Consulting Services B.V. 2013. URL: <http://biogas-etc.eu/files/2014/03/INN-13-001-CO2-emission-saving-by-small-scale-manure-digestionv2.pdf>



13. Findeisen C. Biogas – trends on the German and the international market / German Biogas Association. 2014. URL: https://www.eclareon.com/sites/default/files/clemens_findeisen_-_biogas_-_trends_on_the_german_and_international_market.pdf
14. Чепелев М.Г. Моделювання та оцінка економічних наслідків субсидювання побутових споживачів енергетичних ресурсів: автореферат дисертації / ДУ "Інститут економіки та прогнозування НАН України". 2015. URL: http://ief.org.ua/wp-content/uploads/2015/03/Diss_Chepeliev_4.pdf
15. Маркевич К. Енергетична галузь України: підсумки 2016 року / Центр Разумкова. 2017. URL: http://razumkov.org.ua/uploads/article/2017_ENERGY-FINAL.pdf
16. Шафаренко Ю. Кроки держави назустріч інвестиціям. Біоенергетичний день в рамках виставки-форуму "Незалежна теплоенергетика" 12 квітня 2017 р. / Держенерго-ефективності. URL: <http://uabio.org/img/files/Events/pdf/BioDay/1-SAEE-Shafarenko-steps-of-Ukrainian-government-towards-investments-bioenergyday-12April2017.pdf>
17. Госэнергоэффективности: За первое полугодие введено 126,5 МВт новых мощностей "зеленой" электроэнергии, что больше чем за весь 2016 год. 22.08.2017. URL: <http://itc.ua/news/gosenergoeffektivnosti-za-pervoe-polugodie-vvedeno-126-5-mvt-novyih-moshnostey-zelenoy-elektroenergii-cto-bolshe-chem-za-ves-2016-god/>
18. Ukraine's greenhouse gas inventory 1990-2015. Annual National Inventory Report for Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol. URL: http://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/application/zip/ukr-2017-nir-24may17.zip
19. Державна служба статистики України. URL: <http://ukrstat.gov.ua/>
20. У найближчі роки поголів'я ВРХ та свиней в Україні скоротиться на чверть. 13 січня 2017 р. URL: <http://milkua.info/uk/post/u-najblizci-roki-pogoliva-vrh-ta-svinej-v-ukraini-skorotitsa-na-cvert>
21. Гелегуха Г.Г. Відкрита зустріч Q-клубу "Альтернативи проблемному російському газу – чи реальні вони в Україні?". Київ, 15 грудня 2011 р.
22. Матвеев Ю. Чи потрібно будувати в Україні малі біогазові установки? / Агро-Маркет. 13.03.2017. URL: <https://www.pressreader.com/ukraine/agromarket/20170313/281496456084791>
22. IRENA 2015 REmap 2030. Prospects for the development of renewable energy in Ukraine. Abu Dhabi. URL: https://www.irena.org/remap/IRENA_REmap_Ukraine_paper_2015.pdf
23. Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов / Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК). Япония, 2006.
24. Astals S., Mata J. Anaerobic Digestion Break the ice / EPROBIO. 2011. URL: <http://www.iperasmuseprobio.unifg.it/dwn/0.pdf>
25. IEA 2007. Biomass for Power Generation and CHP / IEA Energy Technology Essentials. 2007. URL: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/essentials3.pdf>
26. Child M., Breyer C., Bogdanov D., Fell H.-J. The role of storage technologies for the transition to a 100% renewable energy system in Ukraine. *Energy Procedia*. October 2017. Vol. 135. P. 410–423. doi: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.09.513>
27. Annabi N., Cockburn J., Decaluwe B. A Sequential Dynamic CGE Model for Poverty Analysis / Advanced MPIA Training Workshop in Dakar – Senegal. June 10-14, 2004. URL: http://www.researchgate.net/publication/259486097_A_Sequential_Dynamic_CGE_Model_for_Poverty_Analysis
28. Kinnunen J. Dynamic version of the RegFin regional model – Practical document / Ruralia Institute. 2007. URL: <http://www.helsinki.fi/ruralia/research/pdf/regfindyn.pdf>



29. Демографічний прогноз по Україні на 2014–2061 рр. / Інститут демографії та соціальних досліджень НАН України. URL: <http://www.idss.org.ua/monografii/popforecast2014.rar>
30. Баланс основних засобів України за 2012 рік / Державна служба статистики України. Київ, 2013.
31. Баланс основних засобів України за 2011 рік / Державна служба статистики України. Київ, 2013.
32. Основні засоби України за 2000–2010 роки / Державна служба статистики України. Київ, 2012.
33. Hosseini H.M., Kaneko S. A general equilibrium analysis of the inflationary impact of energy subsidies reform in Iran. *IDEC DP Series*. 2012. Vol. 2, No. 8. URL: http://ir.lib.hiroshima-u.ac.jp/metadb/up/ZZT00001/IDEC-DP2_02-8.pdf
34. GDP growth (annual %) / The World Bank. URL: <http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG>
35. BioEnergy Farm 2017. URL: <http://www.bioenergyfarm.eu/en/>

Надійшла до редакції 27.03.2018 р.

Трипольская Г.С., канд. экон. наук, старший научный сотрудник

Дьячук А.А., канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник

Подолец Р.З., канд. экон. наук, заведующий сектором прогнозирования развития топливно-энергетического комплекса

ГУ "Институт экономики и прогнозирования НАН Украины"

Чепелев М.Г., канд. экон. наук, научный сотрудник

Университет Пердью, Глобальный проект по торговому анализу (ГПТА)

БИОГАЗОВЫЕ ПРОЕКТЫ В УКРАИНЕ: ПЕРСПЕКТИВЫ, ЭФФЕКТЫ И РЕГУЛЯТОРНАЯ ПОЛИТИКА

Рассмотрен потенциал использования биогаза в Украине, исследованы инструменты регуляторной политики для проектов по производству биогаза и дана экономическая оценка их влияния, а также оценено влияние биогазовых проектов на окружающую среду. Результаты свидетельствуют, что реализация биогазовых проектов в Украине предопределяет положительные макроэкономические эффекты начиная с 2018–2019 гг. В 2025–2029 гг. дополнительный рост ВВП может достигать 0,3%. Несмотря на то, что внутренние потребители непосредственно не участвуют в процессах инвестирования, в среднесрочной и долгосрочной перспективах все группы населения почувствуют заметное положительное влияние развития биогазовой энергетики на уровень их реальных доходов. Реализация проектов по производству биогаза в Украине повлечет умеренные структурные изменения, в основном связанные с замедлением темпов добычи угля, природного газа, снабжением паром и горячей водой. Наибольшее замедление роста ожидается в отношении угля, спрос на который снижается в результате замены твердыми и газообразными биотопливами. Использование биогаза вместо сжигания ископаемого топлива приведет к экономии в 11,462–19,066 млн т CO₂-экв.



Чтобы биогазовые проекты стали доступными среднему бизнесу, в Украине необходимо ввести правительственные внутренние и внешние гарантии по кредитам; снизить процентные ставки по кредитам в результате сотрудничества украинских банков с международными финансовыми институтами и отечественными финансовыми учреждениями. Необходимо снижать стоимость капитала, проводить информационные кампании, рассказывая о преимуществах биогазовых проектов, приоритетном присоединении к сети для производителей электроэнергии из биогаза, модернизировать электросети и инфраструктуру, а в долгосрочной перспективе ввести обязательное использование биогаза агропромышленными компаниями, деятельность которых связана с образованием отходов.

Ключевые слова: биогаз, выбросы CO_2 , моделирование, регуляторная политика

H.Trypolska, Ph.D. in Economics, Senior Researcher

O.Diachuk, Ph.D. in Engineering, Senior Researcher

R.Podolets, Ph.D. in Economics, Head of the Sector of Energy Development Projections,

Institute for Economics and Forecasting, NAS of Ukraine

M.Chepeliev, Ph.D. in Economics, Researcher

Perdue University, Global Trade Analysis Project (GTAP)

BIOGAS PROJECTS IN UKRAINE: PROSPECTS, CONSEQUENCES AND REGULATORY POLICY

The paper focuses on the potential of biogas use in Ukraine. Regulatory policy options for biogas projects were considered, and economic assessment and assessment of biogas projects' environmental impact were made. The results show that the implementation of biogas projects in Ukraine leads to positive macroeconomic effects beginning in 2018-2019. In 2025-2029, additional GDP growth could reach 0.3%. Despite the fact that domestic consumers do not directly participate in investment processes, in the medium and long-run, all groups of households will have positive impact on the level of real income. Wide-scale implementation of biogas projects in Ukraine would lead to moderate structural changes, mainly causing a slowdown in coal output and use, natural gas mining, and steam and hot water supply. The greatest slowdown would be observed in case of coal whose demand is reduced due to the replacement by solid and gaseous biofuels. The use of biogas instead of burning fossil fuels would save 11.462-19.066 million tons of CO_{2eq} .

In order for biogas projects to become available for medium-sized businesses in Ukraine, governmental internal and external loan guarantees should be introduced; lower interest rates on loans through the cooperation of Ukrainian banks with international and domestic financial institutions should be implemented. The cost of capital needs to be reduced; dissemination of information on the benefits of biogas projects, the priority connection to the grid for electricity producers from biogas,



the modernization of electricity grids and infrastructure are needed. And in the long term, compulsory use of biogas should be introduced for agro-industrial companies whose activities are related to the formation of wastes.

Keywords: *biogas, CO₂ emissions, modelling, regulatory policy*

References

1. Indicators. Statistics. International Energy Agency. Retrieved from www.iea.org [in Ukrainian].
2. Decree of Cabinet of Ministers of Ukraine dated Sep. 3, 2014 No. 791-r 'On Approval of Action Plan to Implement European Parliament and Council Directive 2009/28/EU'. Retrieved from www.zakon.rada.gov.ua [in Ukrainian].
3. Decree of Cabinet of Ministers of Ukraine dated Oct. 1, 2014 No. 902-r 'On National Action Plan on Renewable Energy until 2020'. Retrieved from www.zakon.rada.gov.ua [in Ukrainian].
4. State Agency on Energy Efficiency and Energy Saving of Ukraine. Retrieved from <http://sae.gov.ua/en> [in Ukrainian].
5. BAU (2013a). Prospects of biogas production and use in Ukraine - 4th Position. Paper of UABio. Retrieved from <http://www.uabio.org> [in Ukrainian].
6. BAU (2013b). Development of Biogas Technologies in Ukraine and Germany: Regulatory and Legal Framework, Status and Prospects. Retrieved from <http://uabio.org>
7. BAU (2014). Prospects of biomethane production and use in Ukraine. Retrieved from <http://uabio.org> [in Ukrainian].
8. BAU (2015). Prospects for the development of bioenergy as an instrument for natural gas replacement in Ukraine. *UABio Position Paper*, 12. Retrieved from <http://www.uabio.org> [in Ukrainian].
9. BAU (2016). Opportunities for harvesting by-products of grain corn for energy production in Ukraine. *UABio Position Paper*, 16. Retrieved from <http://uabio.org> [in Ukrainian].
10. Noorollahi, Y., Kheirrouz, M., Asl, H.F., Yousefi, H., Hajinezhad, A. (2015). Biogas production potential from livestock manure in Iran. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 50, 748-754. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.04.190>
11. Moreda, Iván López. (2016). The potential of biogas production in Uruguay. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 1580-1591. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.099>
12. Van Rens, G.L.M.A., Bijkker, G.W. (2013). CO₂ emission saving by small-scale manure digestion. Cornelissen Consulting Services B.V. Retrieved from <http://biogas-etc.eu>
13. Findeisen, C. (2014). Biogas - trends on the German and the international market. German Biogas Association. Retrieved from www.eclareon.com
14. Chepeliev, M.H. (2015). Modeling and Assessment of economic consequences of household consumers of energy resources. Retrieved from <http://ief.org.ua> [in Ukrainian].
15. Markevych, K. Energy Industry of Ukraine: outcomes of 2016. Retrieved from www.razumkov.org.ua [in Ukrainian].
16. Shafarenko, Yu. Country's steps towards investments. Retrieved from www.uabio.org [in Ukrainian].
17. State Agency on Energy Efficiency and Energy Saving (22 August, 2017). Retrieved from www.itc.ua [in Russian].
18. Ukraine's greenhouse gas inventory 1990-2015. Annual National Inventory Report for Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol. Retrieved from www.unfccc.int
19. State Statistics Service of Ukraine. Retrieved from www.ukrstat.gov.ua [in Ukrainian].



20. In coming years cattle and pig heads in Ukraine will face a quarter decrease. Retrieved from www.milkua.info [in Ukrainian].
21. Geletukha, H.H. (15 December, 2011). Alternatives to the problematic Russian gas – are they real in Ukraine? Open Q-club meeting. Kyiv [in Ukrainian].
22. Matvieiev, Yu. (12 March, 2017). Does Ukraine need to build small biogas units? Retrieved from www.agromarket.ua [in Ukrainian].
23. IRENA 2015. REmap 2030. Prospects for the development of renewable energy in Ukraine. Abu Dhabi. Retrieved from www.irena.org
24. IPCC 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. IGES, Japan. Retrieved from www.ipcc-nggip.iges.or.jp [in Russian].
25. Astals, S., Mata, J. Anaerobic Digestion Break the ice. Retrieved from www.ipe-rasmuseprobio.unifg.it
26. IEA (2007). Biomass for Power Generation and CHP. IEA Energy Technology Essentials. Retrieved from www.iea.org
27. Child, M., Breyer, C., Bogdanov, D., Fell, H.-J. (October 2017). The role of storage technologies for the transition to a 100% renewable energy system in Ukraine. *Energy Procedia*, 135, 410-423. doi: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.09.513>
28. Annabi, N. (2004). A Sequential Dynamic CGE Model for Poverty Analysis Advanced MPIA Training Workshop in Dakar – Senegal, June 10-14, 2004. Retrieved from www.researchgate.net
29. Kinnunen, J. (2007). Dynamic version of the RegFin regional model – Practical document. Ruralia Institute. Retrieved from www.helsinki.fi
30. Population forecast for Ukraine in 2014-2061. Retrieved from www.idss.org.ua [in Ukrainian].
31. Fixed assets balance in Ukraine in 2012 (2013). State Statistics Service of Ukraine. Kyiv [in Ukrainian].
32. Fixed assets balance in Ukraine in 2011 (2013). State Statistics Service of Ukraine. Kyiv [in Ukrainian].
33. Fixed assets in Ukraine in 2000-2010 (2012). State Statistics Service of Ukraine. Kyiv [in Ukrainian].
34. Hosseini, H., Kaneko, S. (2012). A general equilibrium analysis of the inflationary impact of energy subsidies reform in Iran. *IDEA DP Series*, 2: 8. Retrieved from www.ir.lib.hiroshima-u.ac.jp
35. GDP growth (annual %). The World Bank. Retrieved from www.data.worldbank.org
36. BioEnergy Farm 2017. Retrieved from www.bioenergyfarm.eu