


<https://doi.org/10.15407/econlaw.2022.03.047>

УДК 349.6 : 346.7

О.А. ТРЕГУБ, канд. юрид. наук, науковий співробітник
відділу господарсько-правових досліджень проблем економічної безпеки
Державна установа «Інститут економіко-правових досліджень імені В.К. Макутова
Національної академії наук України», м. Київ, Україна

 orcid.org/0000-0003-0660-5783

ОСВОЄННЯ БІОЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ В УМОВАХ ПІСЛЯВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ: ЕКОНОМІКО-ПРАВОВИЙ ВИМІР

Ключові слова: побутові відходи, ієрархія управління відходами, рециклінг, біогаз, анаеробне зброджування, тверде паливо.

Досліджено економіко-правові проблеми освоєння біоенергетичного потенціалу побутових відходів в умовах післявоєнного відновлення України. Конкретизовано місце різних операцій щодо біоенергетичного використання побутових відходів в ієрархії управління відходами. Уточнено особливості та вимоги до виробництва біогазу на основі методу анаеробного зброджування. Обґрунтовано пропозиції з удосконалення правового регулювання у сфері видобування біогазу на полігонах і звалищах побутових відходів.

Вступ. Тверді побутові відходи (далі ТПВ) мають біоенергетичний потенціал, оскільки за своїм морфологічним складом містять значну кількість біоорганічних (біогенних) компонентів, охоплюючи харчові відходи, відходи зелених насаджень, деревину, папір, текстиль тощо. За усталеною в Україні практикою такі компоненти разом із рештою ТПВ спрямовуються на полігони та звалища, а також скидаються у несанкціоновані місця. За даними Міністерства розвитку громад та територій, 2021 р. було захоронено понад 92 % цих відходів. Виявлено 26,8 тис. несанкціонованих звалищ загальною площею 0,6 тис. га [1]. Наявність у тілі звалища біогенних фракцій спричиняє надходження в атмосферу шкідливих речовин, потрапляння фільтрату у води і ґрунт, виникнення пожеж через займання біогазу та інші небезпечні наслідки. Водночас роздільне збирання та ефективне перероблення може перетворити біогенні відходи на важливе та стійке джерело задоволення енергетичних потреб (виробництво електричної, теплової енергії, палива для транспорту тощо). Численні звалища є місцями утворення і накопичення біогазу, який також придатний для енергетичного використання.

Цитування: Трегуб О.А. Освоєння біоенергетичного потенціалу побутових відходів в умовах післявоєнного відновлення: економіко-правовий вимір. *Економіка та право*. 2022. № 3. С. 47–59. <https://doi.org/10.15407/econlaw.2022.03.047>

Перехід до відновлюваних джерел енергії (далі ВДЕ), зокрема сталої біомаси та біогазу, пришвидшується прагненням ЄС побудувати ефективну циркулярну економіку та досягти кліматичної нейтральності Європейського континенту до 2050 р. у рамках реалізації Європейського зеленого курсу [2]. Окрім цього, до основних переваг біогазу та біометану (отримується шляхом очищення біогазу) відносять їхній внесок у виробництво електроенергії базового навантаження та зменшення енергетичної залежності. Біогаз є заміником викопного палива в електро- і теплоенергетиці, на транспорті та в побутовому секторі [3]. Україна, яка приєдналася до кліматичних ініціатив ЄС, намагається зменшити залежність від викопного палива та диверсифікувати джерела енергопостачання, розвиток генерації біогазу та біоенергетики загалом є стратегічно важливим питанням.

У своїй нещодавній публікації ГО «Агентство з відновлюваної енергетики» прогнозує збільшення використання в Україні біогазу ТПВ із 0,02 млн т н. е. 2020 р. до 0,42 млн т н. е. 2050 р. [4, с. 52], тобто у 21 раз. З огляду на обсяги утворення і накопичення ТПВ біогенного походження, такі прогнози є реалістичними. Однак забезпечення послідовного прогресу в біогазовому секторі ускладнюється повномасштабним вторгненням російської федерації в Україну та його руйнівними наслідками (фізичне знищення та пошкодження інфраструктури, захоплення критично важливих енергетичних об'єктів, зупинення багатьох проєктів у сфері відновлюваної енергетики, різке погіршення фінансових умов господарювання тощо). Під час підготування проєкту Плану відновлення України (для енергетики) за основу береться оптимістичний сценарій розвитку подій. Для його реалізації необхідні такі умови: щоб Україна виграла війну протягом наступних одного-двох років і не понесла додаткових суттєвих втрат енергетичної інфраструктури; бізнес-клімат і макрофінансова стабільність протягом подальших двох-чотирьох років дали змогу Україні залучити значні інвестиції, які забезпечать інвесторам привабливий рівень заробітку; бюрократичні перепони та інші бар'єри для швидкої реалізації інвестиційних проєктів були усунуті якнайшвидше; в Україну був спрямований значний обсяг капіталу від міжнародних фінансових інсти-

туцій і приватного сектору [5, с. 3]. Якщо з'являться відповідні передумови, то існує висока ймовірність прискорення «зеленої» енергетичної трансформації, зокрема й через ширше використання ТПВ як біоенергетичних ресурсів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Багатогранність досліджуваної проблематики зумовила необхідність опрацювання значного масиву наукової літератури з різних галузей знань.

Для обґрунтування власних висновків і пропозицій використано наукові праці вітчизняних дослідників, а саме О.В. Березюка (висвітлено світові тенденції збільшення кількості біогазових установок на полігонах ТПВ [6]), В.Ю. Приходько (розглянуто екологічні аспекти використання біогазового потенціалу ТПВ [7]), Л.М. Сакун (обґрунтовано перспективи розвитку ринку біогазу в Україні та за кордоном [8]), Н.В. Стратічук (здійснено економічну оцінку використання побутових відходів таких, як ВДЕ [9]) та ін.

Теоретичним підґрунтям цього дослідження є також роботи зарубіжних учених, серед яких М. Gustafsson (проведено порівняльний аналіз стратегій виробництва біогазу восьми європейських країн [10]), J. Kalnacs (досліджено вплив якості палива на викиди вуглекислого газу під час спалювання біомаси та *RDF* [11]), J. Pavičić (конкретизовано переваги та виклики, пов'язані з виробництвом і використанням біогазу в Європі [3]), С.С. Psomopoulos (досліджено питання виробництва та утилізації твердого палива з відходів [12]) та ін.

Результати, викладені у публікаціях наведених авторів, розкривають окремі аспекти досліджуваних питань, містять ідеї та положення, що спонукають до продовження наукового пошуку в перспективних для суспільства і держави напрямках. Один із таких напрямів становить економіко-правова проблематика освоєння біоенергетичного потенціалу побутових відходів, що набуває особливої значущості в контексті післявоєнного відновлення України.

Мета статті — дослідження економічних і правових чинників ефективного освоєння біоенергетичного потенціалу побутових відходів у контексті післявоєнного відновлення України, виявлення окремих проблем та обґрунтування пропозиції щодо їхнього розв'язання.

Результати дослідження. Потужним поштовхом для розвитку біоенергетичного напрямку використання побутових відходів є закріплення

на законодавчому рівні ієрархії управління відходами. Створення правових та економічних підстав для запровадження цієї ієрархії є ціллю Стратегії екологічної безпеки та адаптації до зміни клімату на період до 2030 року, схваленої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 20.10.2021 № 1363-р. Її досягнення разом з іншими цілями уможливує «зелену» трансформацію енергетичного сектору та економіки загалом. Новий рамковий Закон України від 20.06.2022 № 2320-IX «Про управління відходами», який набере чинності 09.07.2023, зобов'язує центральні та місцеві органи виконавчої влади, органи місцевого самоврядування, а також підприємства, установи й організації впроваджувати ієрархію управління відходами, яка розташовує операції у порядку від найвищого пріоритету до найнижчого: 1) запобігання утворенню відходів; 2) підготовки відходів до повторного використання; 3) рециклінг; 4) інше відновлення відходів, зокрема виробництво енергії; 5) видалення відходів. Для правильного розуміння ієрархії в рамках цього дослідження не буде зайвим уточнити значення таких нових для вітчизняного законодавства термінів, як «рециклінг» і «відновлення відходів».

Так, рециклінг означає операцію, унаслідок якої відходи переробляються у продукцію, матеріали або речовини для їхнього використання за первинною або іншою метою. У циркулярній моделі економіки рециклінг має на меті максимальне збереження та якомога триваліше використання матеріалів, тому він не охоплює виробництво енергії чи перетворення відходів у паливо. Під відновленням відходів розуміються операції, унаслідок яких відходи використовуються для певних цілей і замінюють матеріали, які мали бути використані для таких цілей у господарській діяльності. Зі ст. 4 Закону України «Про управління відходами» випливає, що поняттям «відновлення відходів» охоплюються одразу три позиції (сходинки) ієрархії: підготовки відходів до повторного використання, рециклінг та інші операції з відновлення, зокрема виробництво енергії.

Для біоенергетики, яка розраховує на біоорганічну складову ТПВ, мають значення лише три з п'яти позицій ієрархії.

Першою і найпріоритетнішою позицією є рециклінг. За загальним правилом, енер-

гетичні операції не належать до рециклінгу, оскільки передбачають разове використання сировини без можливості її подальшого відновлення. Однак винятком із цього правила є анаеробне зброджування (розкладання) біоорганічної складової побутових відходів. У процесі анаеробного зброджування біоорганічний матеріал перетворюється шляхом мікробної ферментації за браком кисню. Наведений метод дає змогу отримувати подвійний корисний ефект — біогаз для енергетики та органічне добриво для сільського господарства (відоме як «дигестат»). Анаеробне зброджування відбувається у багатьох природних екосистемах та утворює вуглецево нейтральний цикл [13]. Право ЄС містить спеціальні норми для визначення місця цього методу управління відходами у відповідній ієрархії. Згідно з Директивою 2008/98/ЄС про відходи аеробне й анаеробне оброблення муніципальних відходів біогенного походження може класифікуватися як рециклінг, якщо завдяки цьому виробляється компост, дигестат чи інша речовина, що є корисною для сільського господарства або покращує екологічну ситуацію. Україні варто врахувати це положення за подальшого вдосконалення власного законодавства про відходи.

Друга позиція об'єднує різні енергетичні операції, що не можуть вважатися рециклінгом. Як роз'яснює Єврокомісія, сюди входять спалювання та сумісне спалювання відходів з високою енергетичною ефективністю та виготовлення з них твердого, рідкого і газоподібного палива [14, с. 4]. Проблема полягає в тому, що на цій «сходинці» ієрархії опиняються альтернативи енергетичного використання побутових відходів, які справляють відмінний вплив на «зелену» енергетичну трансформацію та декарбонізацію економіки. Так, перероблення роздільно зібраної деревини на тверде біопаливо забезпечує функціонування біоенергетичних об'єктів як важливої складової відновлюваної енергетики. Водночас ті ж самі відходи побутової деревини можуть використовуватися у виробництві з відходів таких багатоконпонентних палив, як *RDF (Refuse Derived Fuel)* і *SRF (Solid Recovered Fuel)*. Ці види палива не є ВДЕ у розумінні енергетичного законодавства, потребують особливої уваги внаслідок потенційного забруднення атмосферного повітря, викидів парникових газів і стримування

рециклінгу (детальніше ці питання розглядати- муться далі). У зв'язку із цим існує необхідність додаткового ранжування енергетичних операцій з відходами в межах відповідної позиції ієрархії залежно від їхніх екологічних, економічних характеристик та інших значимих критеріїв.

Третьою і останньою позицією є видалення, яке охоплює операції з відходами, відмінні від їхнього відновлення. Перелік операцій з видалення відходів визначається у Додатку 1 до Закону України «Про управління відходами». Під кодом «D10» до цього Переліку додано спалювання на суші. В Україні ще немає практики застосування цих положень, тому доцільно звернутися до тих підходів, що застосовуються в ЄС.

По-перше, у комюніке Європейської Комісії від 26.01.2017 «Роль використання відходів з енергетичною метою в циркулярній економіці» вказується, що найнижчій «сходинці» ієрархії відповідає спалювання і сумісне спалювання відходів з обмеженою енергетичною ефективністю. Для визначення показника енергетичної ефективності установок із термічного оброблення побутових відходів у законодавстві ЄС існує спеціальна формула, яка в рамках адаптації національного законодавства до Директиви 2008/98/ЄС про відходи була закріплена у Додатку 2 до Закону України «Про управління відходами».

По-друге, в ЄС видаленням вважається *утилізація* газу, вилученого зі звалищ і полігонів відходів [14, с. 4]. Із цим доволі важко погодитися, адже скупчений у товщі звалищ біогаз є не самими відходами, а продуктом їхньої деструкції в анаеробному середовищі. Утилізація вже зібраного біогазу означає його використання як палива з енергетичною метою, і вона не повинна обмежуватися рамками найнижчої позиції в ієрархії управління відходами. Водночас невід'ємною складовою процесу захоронення недиференційованого потоку побутових відходів, у якому наявні біогенні фракції, є не утилізація, а *утворення* біогазу. Однак необхідно пам'ятати, що складування відходів на звалищах — це не спеціальна технологія отримання біогазу, а вимушений захід, продиктований техніко-технологічними, економічними та іншими обмеженнями для вибору ефективніших операцій.

Для виходу з енергетичної кризи, зміцнення енергетичної незалежності України та одночасного пришвидшення переходу до сталіших

(екологічно безпечніших, низьковуглецевих) технологій генерації енергії в умовах повоєнної відбудови необхідно прискорити освоєння потенціалу сталої біомаси. ТПВ хоча й не є ключовим джерелом палива для біоенергетики, проте все ж можуть відігравати помітну роль у цій галузі, доповнюючи відходи сільського, лісового господарств та енергетичні культури.

Успішність післявоєнного відновлення економіки України багато в чому залежатиме від можливостей задоволення енергетичних потреб за рахунок біогазу, зокрема доведеного до параметрів якості біометану. Закон України від 14.01.2000 № 1391-XIV «Про альтернативні види палива» визначає біометан як біогаз, що за своїми фізико-хімічними характеристиками відповідає вимогам нормативно-правових актів до природного газу для подачі до газотранспортної або газорозподільної системи чи для використання як моторного палива. Біометан отримується шляхом очищення біогазу, а саме видалення з нього вуглекислого газу та слідів інших газів [15]. Виробництво біогазу та біометану за допомогою анаеробного зброджування є найкращою з доступних альтернатив управління побутовими відходами біоорганічного походження. Зарубіжні та вітчизняні дослідники зазначають, що анаеробний метод генерації біогазу сприяє розв'язанню багатьох проблем у сферах відновлюваної енергетики, рециклінгу, декарбонізації й охорони навколишнього середовища [10, с. 931; 13; 16, с. 63]. До того ж як відзначає Біоенергетична асоціація України, аеробні й анаеробні методи перероблення відходів є технологічно простішими та здебільшого менш витратними за термічну утилізацію попередньо підготовлених (*RDF, SRF*) і непідготовлених ТПВ. Водночас теоретичний потенціал виробництва біогазу з цих відходів (без урахування обсягів його збирання на полігонах і звалищах) становить орієнтовно 600 млн м³ на рік [17, с. 20, 42].

Визначення на рівні закону цільових показників щодо підготовки до повторного використання та рециклінгу побутових відходів (ст. 37 Закону України «Про управління відходами») також сприятиме піднесенню значення анаеробних методів перероблення цих відходів з отриманням біогазу порівняно з іншими методами енергетичної утилізації. Анаеробне зброджування може зробити вагомий внесок у досягнення зазначених показ-

ників, що є його істотною перевагою. Однак для цього необхідно встановити спеціальні критерії визнання біовідходів такими, що пройшли рециклінг, у майбутній Методиці розрахунку цільових показників щодо підготовки до повторного використання та рециклінгу побутових відходів (відповідна Методика повинна бути затверджена Міністерством розвитку громад та територій України). За основу доцільно взяти кількісний та якісний критерії, сформульовані в ст. 11а Директиви 2008/98/ЄС про відходи. Кількісний критерій виконується, якщо внаслідок аеробного та анаеробного перероблення муніципальних біовідходів виробляється компост, дигестат чи інша речовина у кількості, аналогічній первинному матеріалу. Якісний критерій вимагає, щоб отримана органічна речовина, яка використовується на землі, була корисною для сільського господарства та навколишнього середовища.

Виробництво біогазу та умовно чистого товарного добрива за допомогою методу анаеробного зброджування потребує роздільного збирання біоорганічних компонентів ТПВ. Окремі прогресивні норми в цій сфері встановлює Закон України «Про управління відходами», який передбачає: забезпечення роздільного збирання біовідходів у складі побутових відходів (ст. 6); заборону спалювання чи іншого видалення роздільно зібраних відходів, призначених для підготовки до повторного використання та рециклінгу (ст. 6); ухвалення Національної програми зменшення захоронення біовідходів (ст. 40). Безумовно, реалізація цих норм на практиці справить позитивний вплив на біоенергетичну галузь. Водночас ТПВ біогенного походження, передусім із низькою вологістю, придатні не лише для генерування біогазу, але й для спалювання у складі твердого палива (*RDF* і *SRF*). Як наслідок, від компонентного складу та масштабів виробництва цих видів палива може залежати кількість відходів, доступних для анаеробного розкладання з отриманням біогазу. Розвиток в Україні діяльності з виробництва та споживання *RDF* і *SRF*, що здатна певною мірою конкурувати з біогазовим сектором, підтримується на рівні державних стратегій і планів, а також доволі активно дискутується у рамках внесених на розгляд Верховної Ради України законопроектів.

Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року, що була схвалена розпо-

рядженням Кабінету Міністрів України від 08.11.2017 № 820-р (далі НСУВ), охоплює створення інфраструктури для виробництва палива з побутових відходів на базі об'єктів механіко-біологічного оброблення (далі МБО) за умови їхнього наближеного розташування до цементних заводів. Варто зауважити, що МБО є загальним поняттям, яке об'єднує усі підходи до оброблення відходів шляхом поєднання механічних і біологічних методів. Результатом МБО може бути як біогаз, компост або дигестат, так і тверде паливо (*RDF* і *SRF*) [17, с. 19–20; 18; 19, с. 69]. У Стратегії також ідеться про необхідність встановлення вимог до складу і властивостей зазначеного палива. Окрім цього, у Національному плані управління відходами до 2030 року, який готувався на базі НСУВ і був затверджений розпорядженням Кабінету Міністрів України від 20.02.2019 № 117-р, згадуються такі заходи:

- розроблення національного стандарту, гармонізованого з *EN 15359:2011* «Тверді відновлювані палива (*SRF*). Специфікація та класифікація». Цей захід можна вважати виконаним достроково, оскільки з 01.01.2019 в Україні діє ДСТУ *EN 15359:2018* «Тверде відновлювальне паливо (*SRF*). Технічні характеристики та класи» (*EN 15359:2011, IDT*), який визначає економічний, технологічний та екологічний параметри якості *SRF*;

- підготовка і затвердження рекомендацій щодо використання палива, отриманого з відходів (*RDF*).

Розробити механізми стимулювання виробництва та використання альтернативних видів палива з ТПВ у вигляді *SRF* (*RDF*) пропонує робоча група «Енергетична безпека» Національної ради з відновлення України від наслідків війни в межах проекту Плану відновлення України. Очікується, що це допоможе виконати євроінтеграційні зобов'язання України щодо запровадження економіки замкнутого циклу і замістити викопне паливо в системах тепlopостачання та будівельній галузі [5, с. 134–135].

Комплекс заходів державної підтримки виробництва та використання «відновлюваного палива з відходів (*SRF, RDF*)» пропонує проект Закону України реєстр. № 5611 від 03.06.2021 «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо енергетичної утилізації відходів» (далі проект Закону про енергетичну

утилізацію). На теперішній час цей проєкт Закону включено до порядку денного Верховної Ради України, триває його обговорення в експертних колах.

Перше, що викликає доволі закономірні питання, це термінологія. Зокрема, під відновлюваним паливом з відходів (*SRF*, *RDF*) розуміється тверде паливо, виготовлене з відходів, із яких вилучено небезпечні відходи, що відповідає вимогам технічних регламентів, а також гранули та брикети, вироблені з відходів [20]. Представлена дефініція не відображає відмінностей між *RDF* і *SRF*, хоча насправді вони істотно відмінні.

Обидва види палива продукуються шляхом подрібнення та зневоднення твердих відходів, зокрема у рамках МБО. Особливістю *SRF* є те, що воно завжди виготовляється за детальною специфікацією та повинно відповідати певним стандартам якості, охоплюючи теплотворну здатність, вологість, щільність і розмір частинок [19, с. 14, 70]. На відміну від нього, *RDF* є нестандартизованим низькоякісним паливом, що містить змішані горючі компоненти ТПВ [11, с. 39]. Загалом і *RDF*, і *SRF* притаманна певна варіативність властивостей і складу [12, с. 176], однак відсутність мінімальної специфікації для *RDF* іноді призводить до розмиття межі між тим, що є справжнім паливом, і тим, що є просто змішаними ТПВ [19, с. 62]. Отже, різниця між охарактеризованими видами палива є значною і повинна враховуватися у законодавстві.

Наступний момент, який власне і зумовлює тісний зв'язок піднятої проблематики із метою цього дослідження, стосується компонентного складу *RDF* і *SRF*. Біогенні фракції ТПВ (дерева, харчові відходи тощо) є невід'ємним компонентом цих видів палива поряд із пластиком та іншими складовими. Ресурсною основою для виробництва *SRF* виступають передусім сухі відходи, тому мінімізація вмісту вологи в сировині має велике значення для забезпечення належної якості вказаного палива [11, с. 40]. Для цього вологий біоорганічний матеріал може попередньо відбиратися і далі піддаватися компостуванню або анаеробному зброджуванню з виходом на біогаз і дигестат. У такому випадку відбувається рециклінг значної частини побутових біовідходів з реалізацією їхнього біогазового потенціалу. Однак процес виготовлення *SRF* і *RDF* може охоплю-

вати висушування і стабілізацію вологих фракцій, що зберігаються у складі залишкової маси з високою теплотворною здатністю [12, с. 173—174]. Коли обирається такий шлях, то біоорганічний матеріал просто спалюється, а ефективність його використання за шкалою ієрархії управління відходами опускається на нижчу позицію. Конкуренція між біогазом і твердим багатоконцентним паливом виявляється ще серйознішою, якщо прийняти той факт, що анаеробне зброджування може бути як вологим (для матеріалів з вологістю понад 85 %), так і сухим процесом, призначеним для сировини з вологістю менше 80 % [13]. Тобто з одних і тих же біогенних фракцій ТПВ можливо отримати біогаз (продукт рециклінгу) або тверде паливо (продукт операції з відновлення нижчого рівня).

Ієрархія управління відходами встановлює пріоритет рециклінгу перед іншими операціями з відновлення відходів, що в ідеальному варіанті означає і пріоритет виробництва біогазу за допомогою анаеробного методу перед спалюванням ТПВ у формі *RDF* і *SRF*. Однак досвід європейських країн переконує, що в умовах співіснування цих напрямів енергетичного використання відходів витримування бажаної стратегічної лінії стає складним завданням і супроводжується певними поступками, а часто й прямим відхиленням від ієрархії через комерційні інтереси виробників і споживачів твердого палива з відходів.

Департамент навколишнього середовища, продовольства та сільських справ Великої Британії (*DEFRA*) відзначає, що для спалювання з енергетичною метою мають застосовуватися *залишкові* відходи (змішані відходи, які не можуть бути використані повторно чи піддані рециклінгу), а саме спалювання повинне підтримувати, а не конкурувати із ефективним рециклінгом. У розвиток цієї думки Департамент вказує, що біогенний уміст у твердом паливі не повинен забезпечуватися за рахунок потенційного рециклінгу. Проте далі *DEFRA* дещо пом'якшує свою позицію і посилається на необхідність врахування комерційних реалій та вироблення гнучкого підходу, адже інфраструктура зі спалювання відходів має тривалий строк експлуатації і для підтримання її життєздатності потрібен гарантований обсяг палива. Уведення схем роздільного збирання харчових відходів призведе до зменшення вмісту біогенних компонентів у залишкових відходах.

Насамперед це потягне необхідність пропорційного скорочення вмісту пластику й інших складових для виконання критеріїв якості палива та зменшить загальний обсяг залишкових відходів [19, с. 10, 14, 15, 26]. Теоретична привабливість «гнучкого підходу», який може передбачати пошук інших джерел постачання паливних ресурсів і встановлення реалістичних вимог до потужності установок зі спалювання відходів, стикається з численними проблемами на практиці. У багатьох випадках це закінчується ухваленням рішень не на користь рециклінгу.

Наприклад, у Ноттінгемширі (Велика Британія) рада графства відмовилася від роздільного збирання харчових відходів для того, щоб уникнути штрафів за невиконання показників постачання відходів для спалювання. За інших умов ці відходи могли бути залучені в біогазове виробництво та юридично вважатися такими, що пройшли рециклінг. Подібні ситуації є поширеними й у інших країнах ЄС, де сукупно функціонує орієнтовно 450 установок зі спалювання відходів. Між постачальниками відходів та підприємствами, що здійснюють їхню енергетичну утилізацію, укладаються довгострокові контракти (так звані *deliver or pay contracts*), відповідно до яких перші повинні постачати мінімальну кількість відходів протягом 20—30 років або компенсувати упущену вигоду. Як наслідок, виконання зобов'язань за такими контрактами може уповільнювати прогрес у рециклінгу відходів [21].

Порівнюючи *RDF* і *SRF* із біогазовими проектами, що узгоджуються з цілями у сферах рециклінгу та ВДЕ, варто також зупинитися на інших характеристиках відповідного палива. У пояснювальній записці до проекту Закону про енергетичну утилізацію наголошується на тому, що використання *RDF* і *SRF* позитивно впливає на довкілля, зокрема сприяє захисту повітря та скороченню викидів вуглецю [22]. З огляду на екологічні проблеми та ризики, зумовлені захороненням ТПВ, перехід до спалювання попередньо підготовлених відходів безсумнівно має певні екологічні переваги. Водночас відносні переваги не дають підстав відкидати негативні екологічні прояви цієї діяльності, що стають все очевиднішими на фоні досконаліших методів управління відходами.

Так, спалювання *RDF* і *SRF* пов'язано з ризиками для здоров'я людей і навколишнього середовища через викиди забруднювальних ре-

човин в атмосферне повітря. Для попередження небезпечних екологічних наслідків ця діяльність повинна неухильно відповідати законодавству про відходи та про охорону атмосферного повітря. Не випадково Європейська цементна асоціація (*The European Cement Association*), Конфедерація європейських заводів — виробників енергії з відходів (*Confederation of European Waste-to-Energy Plants*) та інші профільні асоціації застерігають країни-члени ЄС від визнання *RDF* і *SRF* матеріалами, які перестали бути відходами та вже не обмежуються рамками їхнього правового режиму (відомі як *end-of-waste materials*). Використання *RDF* і *SRF* має підпадати під дію Директиви 2008/98/ЄС про відходи для охорони здоров'я людей і навколишнього середовища та Директиви 2010/75/ЄС про промислові викиди (інтегроване запобігання та контроль забруднення) з метою запобігання забрудненню повітря і застосування найкращих доступних методів спалювання палива [23].

Для досягнення цілей Паризької угоди та Європейського зеленого курсу не менш важливим є кліматичний аспект впливу. Як відзначає J. Vähk, автор стратегічного аналізу «Вплив спалювання відходів на клімат», вуглецемісткість енергії, виробленої шляхом спалювання відходів, орієнтовно в два рази більша за середню вуглецемісткість енергії в мережі ЄС. Тому спалювання відходів справляє значно гірший вплив на клімат, аніж генерування електроенергії з викопного палива. Більша частина відходів, які продовжують спалюватися, натомість може бути перероблена або компостована, що забезпечить скорочення викидів вуглецю та інші екологічні переваги. У зв'язку з цим спалювання відходів не може розглядатися як низьковуглецеве джерело енергії, а стратегії його підтримки здатні серйозно підірвати зусилля ЄС щодо досягнення нульових викидів парникових газів до 2050 року [24].

Ключову роль у «зеленій» енергетичній трансформації відіграють стала біомаса та інші ВДЕ, тоді як спалювання відходів загалом стає все менш конкурентоспроможним, а його подальші перспективи — все сумнівнішими. Посилюється економічний і правовий «тиск» на цю діяльність, вводяться нові обмеження [25, с. 86].

Така тенденція впливає передусім із політичних документів та законодавства ЄС. Так, Регламент (ЄС) 2020/852 щодо створення ос-

нови для сприяння сталому інвестуванню розглядає діяльність, яка має наслідком істотне збільшення спалювання відходів, як таку, що може завдати значної шкоди циркулярній економіці. Новий план дій щодо циркулярної економіки «Для чистішої та більш конкурентоспроможної Європи», представлений у комюніке Єврокомісії від 11.03.2020, заохочує введення податків за спалювання відходів. Швеція ще 2019 р. запровадила податок на енергію, вироблену з *RDF*, для посилення рециклінгу ресурсоцінних відходів [26].

Показовою є також позиція Європейського фонду регіонального розвитку (*European Regional Development Fund*), Фонду гуртування (*Cohesion Fund*), Фонду справедливого переходу (*Just Transition Fund*), Європейського інвестиційного банку (*European Investment Bank*) та інших європейських фінансових установ, які віддають перевагу альтернативам із меншою вуглецевою інтенсивністю та вищим місцем в ієрархії управління відходами. Спалювання відходів вилучається із напрямів фінансової підтримки [27].

У розрізі окресленим європейським тенденціям і підходам іде проєкт Закону про енергетичну утилізацію, який пропонує надати всебічну державну підтримку виробництву та використанню в Україні «відновлюваного» палива з відходів (*SRF*, *RDF*). Пакет підтримки охоплює викуп у повному обсязі теплової енергії, виробленої з цього палива, органами державної влади та місцевого самоврядування, укладання договорів на закупівлю відповідної теплової енергії у позаконкурсному порядку, особливий порядок розрахунків за цю енергію та інші заходи [20]. За своїм масштабом такі заходи не дорівнюють (як це декларують розробники проєкту Закону [22]), а навіть перевищують наявну державну підтримку галузі відновлюваної енергетики, що є абсурдним і неприпустимим.

Відсутність в Україні розвиненої інфраструктури з виробництва та використання *RDF* і *SRF* у нинішніх умовах не стільки створює проблеми, скільки відкриває можливості побудови оптимальної системи управління ТПВ практично «з нуля», не вдаючись до пролонгації «життя» технологій енергетичної утилізації, які більшою мірою вичерпали свій ресурс сталості. Несприятлива на перший погляд ситуація дає змогу зосередитися на варіантах, які є сталими

за багатьма критеріями і через це залишатимуться затребуваними у віддаленій перспективі. До того ж цей підхід загалом схвалює Єврокомісія і рекомендує країнам, у яких інфраструктури зі спалювання відходів немає або вона має незначну потужність, орієнтуватися на підтримку схем роздільного збирання та рециклінгу. Під час вирішення питання про управління залишковими відходами доцільно розглянути можливість їхнього експорту до найближчих країн із надлишковою потужністю інфраструктури зі спалювання відходів [14, с. 2, 6—7].

Дотримання цього курсу допоможе розширити застосування анаеробного зброджування біогенних складових ТПВ на рівні рециклінгу та максимізувати корисні ефекти, а саме: екологічний ефект (усунення небезпеки відходів для здоров'я людей і навколишнього середовища, охоплюючи викиди парникових газів, забруднення атмосферного повітря, ґрунту, води тощо); енергетичний ефект (використання біогазу та біометану в електричній, тепловій генерації, на транспорті, у побуті тощо); агротехнічний ефект (поліпшення структури і родючості ґрунту за рахунок внесення органічного добрива [8, с. 164]). Виділення біогенного потоку із загальної маси ТПВ для спрямування його у виробництво біогазу має істотне значення як для першочергового подолання енергетичної кризи в Україні, так і декарбонізації енергетичного сектору.

Ще одним важливим напрямом реалізації біоенергетичного потенціалу ТПВ є видобування біогазу в місцях їхнього захоронення. Звісно, такий напрям поступається спеціально організованому анаеробному розкладанню попередньо відібраних фракцій. Як наголошують В.Ю. Приходько та інші дослідники, у штучних умовах з органічних речовин можна отримати у 2,7 рази більше метану і за значно коротший проміжок часу (з тіла полігону можливо відібрати до 70 % біогазу) [7, с. 499]. Полігонний спосіб видобування біогазу має й недоліки. Наприклад, наявні додаткові витрати під час будівництва системи збору біогазу, пов'язані зі складною геометрією об'єкта захоронення [17, с. 36]. Незважаючи на це, фахівці стверджують, що облаштування на полігонах і звалищах систем збирання та утилізації біогазу є технічно можливим, економічно доцільним і екологічно необхідним рішенням [9, с. 381].

Біогаз, що неконтрольовано утворюється на полігонах і звалищах, необхідно розглядати у двох аспектах — негативному (екологічно шкідлива речовина) та позитивному (відновлюване паливо). Основними компонентами біогазу є метан (50—60 %) і вуглекислий газ (30—40 %), що перетворює місця захоронення ТПВ на великі джерела емісії парникових газів [7, с. 495]. Цей же біогаз як відновлюване паливо допомагає вирішувати екологічні й енергетичні проблеми.

На сьогоднішній день в Україні функціонує 6 тис. звалищ і полігонів загальною площею майже 9 тис. га [1]. Лише на 19 полігонах влаштовано систему вилучення біогазу та експлуатуються когенераційні установки. На полігоні у м. Кременчук біогаз факельно спалюється [28]. Отже, біогазовий ресурс місць захоронення ТПВ майже не використовується або видаляється без будь-якої користі.

Прогнози вчених щодо поширення біогазових технологій на полігонах і звалищах також не є втішними. О.В. Березюк та В.О. Краєвський розрахували, що кількість біогазових установок на полігонах ТПВ в Україні збільшиться 2025 р. до 104, а 2030 р. — до 215 [6]. Ці розрахунки робилися до початку повномасштабного російського вторгнення в Україну, тому в умовах імовірного пошкодження інфраструктури, відсутності інвестицій та інших передбачуваних і непередбачуваних наслідків динаміка росту може бути ще повільнішою.

Водночас варто брати до уваги і позитивний сценарій розвитку ситуації, який передбачає відносно швидке й успішне для України завершення війни та вжиття адекватних заходів щодо покращення інвестиційного клімату. Якщо такий сценарій стане реальним, то за доволі короткий проміжок часу може відбутися «стрибок» у зростанні біоенергетичних потужностей, що охоплює й полігонний спосіб видобування біогазу.

Для розміщення біогазових установок велике значення має юридичний аспект створення і функціонування полігону чи звалища. Відкачування біогазу на несанкціонованих (стихійних) звалищах іноді є технологічно можливим та економічно доцільним, але існує високий ризик ліквідації таких звалищ за рішенням місцевих органів влади. Поводження із біогазом на спеціально відведених місцях розміщення ТПВ регулюється законодавством.

Згідно зі ст. 35-1 Закону України від 05.03.1998 № 187/98-ВР «Про відходи» забороняється

проектування, будівництво й експлуатація полігонів побутових відходів без оснащення системами захисту ґрунтових вод, вилучення та знешкодження біогазу та фільтрату. Правила експлуатації полігонів побутових відходів, затверджені наказом Міністерства з питань житлово-комунального господарства України від 01.12.2010 № 435, також вимагають, щоб полігон побутових відходів був оснащений системою вилучення та знешкодження біогазу. Це дозволяє запобігти його вибуху і пожежам, знизити емісію парникових газів і попередити забруднення повітря. Проте, як показують наведені дані щодо технічного стану полігонів і звалищ, ці положення законодавства виконуються у поодиноких випадках.

Враховуючи складну ситуацію, новий Закон України «Про управління відходами» встановлює перехідний період для того, щоб усі місця розміщення відходів (полігони, звалища) були оснащені системами вилучення і знешкодження біогазу, починаючи з 01.01.2030. Поняття «знешкодження», як і в попередньому Законі, має на увазі лише шкідливі властивості біогазу без належного врахування його енергетичної цінності. Під знешкодженням відходів Закон України «Про відходи» розуміє зменшення чи усунення їхньої небезпечності шляхом механічного, фізико-хімічного чи біологічного оброблення. Не вдаючись у з'ясування різниці між шляхами знешкодження відходів і біогазу, це визначення із певними уточненнями можна застосувати і щодо останнього.

На відміну від України, у ЄС регулювання поведінки із біогазом на полігонах є ресурсорієнтованим і розглядає відповідну речовину насамперед як таку, що має енергетичну цінність. Зокрема, Додаток 1 до Директиви 1999/31/ЄС про захоронення відходів установлює правила контролю за газом. Звалищний газ повинен збиратися з усіх полігонів, які приймають відходи, здатні до біологічного розкладу. Цей газ має оброблятися і використовуватися. Якщо зібраний газ не може бути використаний для виробництва енергії, він підлягає факельному спалюванню. За будь-яких обставин збирання, оброблення та використання звалищного газу в ЄС повинні здійснюватися у спосіб, що мінімізує шкоду чи погіршення стану навколишнього середовища і ризик для здоров'я людей. Аналогічні вимоги доцільно закріпити в українському законодавстві, що

стане додатковим чинником розвитку біогазових технологій на базі ТПВ.

Для збільшення обсягів виробництва і споживання біогазу юридичні заборони й обмеження мають розумно поєднуватися із державною підтримкою, покликаною стимулювати приплив інвестицій у цю галузь. В ідеалі на етапі повоєнного відновлення економіки варто вжити додаткових заходів підтримки збирання та утилізації біогазу на полігонах ТПВ для забезпечення екологічної та енергетичної безпеки окремих громад і територій.

Висновки. Біоорганічні компоненти ТПВ є цінним енергетичним ресурсом, раціональне поводження з яким сприяє зміцненню енергетичної незалежності й екологічної безпеки України, а також розв'язанню глобальних кліматичних проблем.

Упровадження в Україні ієрархії управління відходами формує умови для поступового переходу до найефективніших методів управління ТПВ, одним із яких є анаеробне зброджування роздільно зібраних біоорганічних складових. Правове регулювання у цій сфері тільки починає розвиватися, тому законодавцю варто подбати про встановлення спеціальних критеріїв визнання розкладених в анаеробному середовищі відходів такими, що пройшли рециклінг. Це гарантуватиме найвищу енергетичну, екологічну й агротехнічну ефективність анаеробного методу перероблення ТПВ. Окрім цього, потрібно усвідомлювати ризик перерозподілу потоку біоорганічних матеріалів на

користь спалювання відходів у формі *RDF* і *SRF*, яке посідає нижчу позицію в ієрархії управління відходами. Як показує європейський досвід, конкуренція між різними рівнями ієрархії може призводити до лімітування саме рециклінгу, отже, і стримування розвитку біогазових технологій. Проект Закону про енергетичну утилізацію, метою якого є створення вкрай сприятливих умов для масштабного виробництва і використання *RDF* і *SRF*, може значно уповільнити інтеграцію біоенергетики і сектору побутових відходів.

Видобування біогазу на полігонах і звалищах також є перспективним напрямом реалізації енергетичного потенціалу ТПВ. Однак у законодавстві України про відходи домінує ставлення до «звалищного» біогазу не як до цінного палива, а як до шкідливої речовини. Такий недолік потребує усунення в рамках адаптації до Директиви 1999/31/ЄС про захоронення відходів.

У подальших дослідженнях доцільно зупинитися на питаннях правового забезпечення сталого енергетичного використання аграрної та лісової біомаси.

Цю статтю підготовлено в межах програмно-цільової та конкурсної тематики НАН України «Науково-дослідні роботи молодих учених НАН України 2021—2022 рр.» за темою наукового проекту «Концепція правового забезпечення сталого розвитку біоенергетики» (Етап 2. Ефективність правового забезпечення сталого розвитку біоенергетики: можливості та шляхи підвищення) (№ 0121U111844).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Стан сфери поводження з побутовими відходами в Україні за 2021 рік. *Офіційний вебсайт Міністерства розвитку громад та територій України*. 19.05.2022. URL: <https://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/zhkh/terretory/stan-sfery-povodzhennya-z-pobutovymy-vidhodamy-v-ukrayini-za-2021-rik/> (дата звернення: 10.07.2022).
2. The European Green Deal: Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Brussels, 2019. URL: https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/european-green-deal-communication_en.pdf (дата звернення: 10.07.2022).
3. Pavičić J., Novak Mavar K., Brkić V. & Simon K. Biogas and Biomethane Production and Usage: Technology Development, Advantages and Challenges in Europe. *Energies*. 2022. Vol. 15. Iss. 8. <https://doi.org/10.3390/en15082940>
4. Трибой О., Радченко С., Зубенко В., Гайдай О. Сприяння енергетичній безпеці та сталому розвитку місцевих громад в Україні. ГО «Агентство з відновлюваної енергетики», 2021. 106 с. URL: <https://rea.org.ua/wp-content/uploads/2021/10/handbook-promoting-energy-security.pdf> (дата звернення: 10.07.2022).
5. Проект Плану відновлення України: матеріали робочої групи «Енергетична безпека». Національна рада з відновлення України від наслідків війни, 2022. 164 с. URL: <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/recoveryrada/ua/energy-security.pdf> (дата звернення: 10.08.2022).
6. Березюк О.В., Краєвський В.О. Світові тенденції збільшення кількості біогазових установок на полігонах твердих побутових відходів. *Наукові праці ВНТУ*. 2021. № 1. <https://doi.org/10.31649/2307-5376-2021-1-7-11>
7. Приходько В.Ю., Сафранов Т.А., Шаніна Т.П. Екологічні аспекти використання біогазового потенціалу твердих побутових відходів. В кн.: *Енергоефективність та енергозбереження: економічний, техніко-*

- технологічний та екологічний аспекти. За заг. ред. П.М. Макаренка, О.В. Калініченка, В.І. Аранчій. Полтава: Астроя, 2019. С. 494—499.
8. Сакун Л.М., Різніченко Л.В., Велькін Б.О. Перспективи розвитку ринку біогазу в Україні та за кордоном. *Економіка і організація управління*. 2020. № 1 (37). С. 160—170.
 9. Стратічук Н.В. Економічна оцінка використання побутових відходів як альтернативного відновлювального джерела енергії. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 118. С. 376—381. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.118.48>
 10. Gustafsson M., Anderberg S. Biogas policies and production development in Europe: a comparative analysis of eight countries. *Biofuels*. 2022. Vol. 13. Iss. 8. P. 931—944. <https://doi.org/10.1080/17597269.2022.2034380>
 11. Kalnacs J., Bendere R., Murasovs A., Arina D., Antipovs A., Kalnacs A. & Sprince L. The Effect of Fuel Quality on Carbon Dioxide and Nitrogen Oxide Emissions, While Burning Biomass and RDF. *Latvian Journal of Physics and Technical Sciences*. 2018. Vol. 55. Iss. 1. P. 35—43. <https://doi.org/10.2478/lpts-2018-0004>
 12. Psomopoulos C.S. Can Waste-to-Energy of as-Received or Preprocessed (RDF/SRF) Municipal Solid Wastes Support the Electricity Generation Sector? EU Experience and a Case Study with Two Different Scenarios for Greece. *Waste Management: Research Advances to Convert Waste to Wealth*. Editor: A. K. Haghi. New York: Nova Science Publishers, Inc., 2010. Chap. 6. P. 161—189.
 13. Zupančič M., Možic V., Može M., Cimerman F. & Golobič I. Current Status and Review of Waste-to-Biogas Conversion for Selected European Countries and Worldwide. *Sustainability*. 2022. № 14(3). <https://doi.org/10.3390/su14031823>
 14. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions «The role of waste-to-energy in the circular economy»: COM(2017) 34 final. Brussels, 2017. 11 p. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=CELEX%3A52017DC0034> (дата звернення: 10.08.2022).
 15. About biogas and biomethane. *European Biogas Association*. 2021. URL: <https://www.europeanbiogas.eu/about-biogas-and-biomethane/> (дата звернення: 10.08.2022).
 16. Шумило К.П., Белянська О.Р., Крюковська О.А. Дослідження енергоекологічного методу переробки промислово-побутових відходів. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки*. 2020. № 2. Ч. 2. Т. 31 (70). С. 62—67.
 17. Матвеев Ю.Б., Гелетуха Г.Г. Перспективи енергетичної утилізації твердих побутових відходів в Україні: аналітична записка БАУ № 22. 2019. 48 с. URL: <https://uabio.org/wp-content/uploads/2020/01/position-paper-uabio-22-ua.pdf> (дата звернення: 10.08.2022).
 18. Енергія з твердих побутових відходів. *Біоенергетична асоціація України (UABIO)*. URL: <https://uabio.org/energy-from-waste/> (дата звернення: 10.08.2022).
 19. Energy from waste: A guide to the debate. Department for Environment, Food & Rural Affairs. 2014. 70 p. URL: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/284612/pb14130-energy-waste-201402.pdf (дата звернення: 10.08.2022).
 20. Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо енергетичної утилізації відходів: проект Закону України реєстр. № 5611 від 03.06.2021. *Офіційний вебпортал парламенту України*. URL: <https://itd.rada.gov.ua/billInfo/Bills/Card/26830> (дата звернення: 10.08.2022).
 21. Muznik S. «Deliver or pay», or how waste incineration causes recycling to slow down. *Zero Waste Europe*. 31.10.2017. URL: <https://zerowasteurope.eu/2017/10/deliver-pay-waste-incineration-causes-recycling-slow/> (дата звернення: 10.08.2022).
 22. Пояснювальна записка до проекту Закону України реєстр. № 5611 від 03.06.2021 «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо енергетичної утилізації відходів». *Офіційний вебпортал парламенту України*. URL: <https://itd.rada.gov.ua/billInfo/Bills/pubFile/744164> (дата звернення: 10.08.2022).
 23. Waste Derived Fuels are not a candidate for End-of-Waste: press release. *Municipal Waste Europe*. 19.02.2014. URL: <https://www.municipalwasteurope.eu/sites/default/files/Positions/1.%20Press%20release%20waste%20derived%20fuels%2019.02.2014.pdf> (дата звернення: 10.08.2022).
 24. Vähk J. The impact of Waste-to-Energy incineration on climate. *Zero Waste Europe*. 2019. URL: <https://zerowasteurope.eu/library/the-impact-of-waste-to-energy-incineration-on-climate/> (дата звернення: 10.08.2022).
 25. Трегуб О.А. Вектори трансформації правового регулювання у сфері енергетичного використання відходів. *Економіка та право*. 2021. № 2 (61). С. 83—89. <https://doi.org/10.15407/econlaw.2021.02.083>
 26. Sweden introduces energy from waste tax on refuse derived fuel (RDF). VEOLIA. 11.12.2019. URL: <https://www.veolia.co.uk/insight/sweden-introduces-energy-waste-tax-refuse-derived-fuel-rdf> (дата звернення: 10.08.2022).
 27. Makavou K. The EU is clear: Waste-To-Energy incineration has no place in the sustainability agenda. *Zero Waste Europe*. 26.05.2021. URL: <https://zerowasteurope.eu/2021/05/wte-incineration-no-place-sustainability-agenda/> (дата звернення: 10.08.2022).
 28. Інформація щодо впровадження сучасних методів та технологій у сфері поводження з побутовими відходами. *Офіційний вебсайт Міністерства розвитку громад та територій України*. 05.08.2022. URL: <https://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/zkhk/terretory/informacziya-shhodo-vprovadzheniya-suchasnyh-metodiv-ta-tehnologij-u-sferi-povodzheniya-z-pobutovymu-vidhodamy-2/> (дата звернення: 10.08.2022).

Надійшла 10.08.2022

REFERENCES

1. Stan sfery povodzhennia z pobutovymy vidkhodamy v Ukraini za 2021 rik. Ofitsiinyi vebсайт Ministerstva rozvytku hromad ta terytorii Ukrainy. 19.05.2022. URL: <https://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/zhkh/terretoryi/stan-sfery-povodzhennia-z-pobutovymy-vidkhodamy-v-ukrayini-za-2021-rik/> [in Ukrainian].
2. The European Green Deal: Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Brussels, 2019. URL: https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/european-green-deal-communication_en.pdf
3. Pavičić J., Novak Mavar K., Brkić V. & Simon K. Biogas and Biomethane Production and Usage: Technology Development, Advantages and Challenges in Europe. *Energies*. 2022. Vol. 15. Iss. 8. <https://doi.org/10.3390/en15082940>
4. Tryboi O., Radchenko S., Zubenko V., Haidai O. Spriannia enerhetychnii bezpetsi ta stalomu rozvytku mistsevykh hromad v Ukraini. HO "Ahentstvo z vidnovliuvanoi enerhetyky", 2021. 106 p. URL: <https://rea.org.ua/wp-content/uploads/2021/10/handbook-promoting-energy-security.pdf> [in Ukrainian].
5. Proiekt Planu vidnovlennia Ukrainy: materialy robochoi hrupy "Enerhetychna bezpeka". *Natsionalna rada z vidnovlennia Ukrainy vid naslidkiv viiny*, 2022. 164 p. URL: <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/recoveryrada/ua/energy-security.pdf> [in Ukrainian].
6. Bereziuk O.V., Kraievskiy V.O. Svitovi tendentsii zbilshennia kilkosti biohazovykh ustanovok na polihonakh tverdykh pobutovykh vidkhodiv. *Naukovi pratsi VNTU*. 2021. No. 1. <https://doi.org/10.31649/2307-5376-2021-1-7-11> [in Ukrainian].
7. Prykhdokho V.Iu., Safranov T.A., Shanina T.P. Ekolohichni aspekty vykorystannia biohazovoho potentsialu tverdykh pobutovykh vidkhodiv. V kn.: Enerhoefektyvnist ta enerhozberezhennia: ekonomichni, tekhniko-tekhnolohichni ta ekolohichni aspekty. Za zah. red. P.M. Makarenka, O.V. Kalinichenka, V.I. Aranchii. Poltava: Astraia, 2019. P. 494-499 [in Ukrainian].
8. Sakun L.M., Riznichenko L.V., Vielkin B.O. Perspektyvy rozvytku rynku biohazu v Ukraini ta za kordonom. *Ekonomika i orhanizatsiia upravlinnia*. 2020. No. 1 (37). P. 160-170 [in Ukrainian].
9. Strachuk N.V. Ekonomichna otsinka vykorystannia pobutovykh vidkhodiv yak alternatyvnoho vidnovliuvalnoho dzherela enerhii. *Tavriiskiyi naukovyi visnyk*. 2021. No. 118. P. 376-381. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.118.48> [in Ukrainian].
10. Gustafsson M., Anderberg S. Biogas policies and production development in Europe: a comparative analysis of eight countries. *Biofuels*. 2022. Vol. 13. Iss. 8. P. 931-944. <https://doi.org/10.1080/17597269.2022.2034380>
11. Kalnacs J., Bendere R., Murasovs A., Arina D., Antipovs A., Kalnacs A. & Sprince L. The Effect of Fuel Quality on Carbon Dioxide and Nitrogen Oxide Emissions, While Burning Biomass and RDF. *Latvian Journal of Physics and Technical Sciences*. 2018. Vol. 55. Iss. 1. P. 35-43. <https://doi.org/10.2478/lpts-2018-0004>
12. Psomopoulos C.S. Can Waste-to-Energy of as-Received or Preprocessed (RDF/SRF) Municipal Solid Wastes Support the Electricity Generation Sector? EU Experience and a Case Study with Two Different Scenarios for Greece. *Waste Management: Research Advances to Convert Waste to Wealth*. Editor: A. K. Haghi. New York: Nova Science Publishers, Inc., 2010. Chap. 6. P. 161-189.
13. Zupančič M., Možic V., Može M., Cimerman F. & Golobič I. Current Status and Review of Waste-to-Biogas Conversion for Selected European Countries and Worldwide. *Sustainability*. 2022. No. 14(3). <https://doi.org/10.3390/su14031823>
14. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions "The role of waste-to-energy in the circular economy": COM(2017) 34 final. Brussels, 2017. 11 p. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=CELEX%3A52017DC0034>
15. About biogas and biomethane. *European Biogas Association*. 2021. URL: <https://www.europeanbiogas.eu/about-biogas-and-biomethane/>
16. Shumylo K.P., Bielianska O.R., Kriukovska O.A. Doslidzhennia enerhoekolohichnogo metodu pererobky promyslovo-pobutovykh vidkhodiv. *Vcheni zapysky TNU imeni V.I. Vernadskoho. Seriya: tekhnichni nauky*. 2020. No. 2. Ch. 2. Vol. 31 (70). P. 62-67 [in Ukrainian].
17. Matvieiev Yu.B., Heletukha H.H. Perspektyvy enerhetychnoi utylizatsii tverdykh pobutovykh vidkhodiv v Ukraini: analitychna zapyska BAU No. 22. 2019. 48 p. URL: <https://uabio.org/wp-content/uploads/2020/01/position-paper-uabio-22-ua.pdf> [in Ukrainian].
18. Enerhiia z tverdykh pobutovykh vidkhodiv. *Bioenerhetychna asotsiatsiia Ukrainy (UABIO)*. URL: <https://uabio.org/energy-from-waste/> [in Ukrainian].
19. Energy from waste: A guide to the debate. Department for Environment, Food & Rural Affairs. 2014. 70 p. URL: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/284612/pb14130-energy-waste-201402.pdf
20. Pro vnesennia zmin do deiakykh zakonodavchykh aktiv Ukrainy shchodo enerhetychnoi utylizatsii vidkhodiv: proiekt Zakonu Ukrainy reiestr. No. 5611 vid 03.06.2021. *Ofitsiinyi vebportal parlamentu Ukrainy*. URL: <https://itd.rada.gov.ua/billInfo/Bills/Card/26830> [in Ukrainian].
21. Muznik S. "Deliver or pay", or how waste incineration causes recycling to slow down. *Zero Waste Europe*. 31.10.2017. URL: <https://zerowasteurope.eu/2017/10/deliver-pay-waste-incineration-causes-recycling-slow/>

22. Poiasniuvana zapyska do proiektu Zakonu Ukrainy reiestr. No. 5611 vid 03.06.2021 "Pro vnesennia zmin do deiakykh zakonodavchykh aktiv Ukrainy shchodo enerhetychnoi utylizatsii vidkhodiv". *Ofitsiyni vebportal parlamentu Ukrainy*. URL: <https://itd.rada.gov.ua/billInfo/Bills/pubFile/744164> [in Ukrainian].
23. Waste Derived Fuels are not a candidate for End-of-Waste: press release. *Municipal Waste Europe*. 19.02.2014. URL: <https://www.municipalwasteurope.eu/sites/default/files/Positions/1.%20Press%20release%20waste%20derived%20fuels%2019.02.2014.pdf>
24. Vähk J. The impact of Waste-to-Energy incineration on climate. *Zero Waste Europe*. 2019. URL: <https://zerowasteurope.eu/library/the-impact-of-waste-to-energy-incineration-on-climate/>
25. Trehub O.A. Vektory transformatsii pravovoho rehuliuвання u sferi enerhetychnoho vykorystannia vidkhodiv. *Ekonomika ta pravo*. 2021. No. 2 (61). P. 83-89. <https://doi.org/10.15407/econlaw.2021.02.083> [in Ukrainian].
26. Sweden introduces energy from waste tax on refuse derived fuel (RDF). VEOLIA. 11.12.2019. URL: <https://www.veolia.co.uk/insight/sweden-introduces-energy-waste-tax-refuse-derived-fuel-rdf>
27. Makavou K. The EU is clear: Waste-To-Energy incineration has no place in the sustainability agenda. *Zero Waste Europe*. 26.05.2021. URL: <https://zerowasteurope.eu/2021/05/wte-incineration-no-place-sustainability-agenda/>
28. Informatsiia shchodo vprovadzhennia suchasnykh metodiv ta tekhnolohii u sferi povodzhennia z pobutovymy vidkhodamy. *Ofitsiyni veb-sait Ministerstva rozvytku hromad ta terytorii Ukrainy*. 05.08.2022. URL: <https://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/zhkh/terretory/informacziya-shhodo-vprovadzhennya-suchasnyh-metodiv-ta-tehnologij-u-sferi-povodzhennya-z-pobutovymy-vidhodamy-2/> [in Ukrainian].

Received 10.08.2022

O.A. Trehub

State Organization "V. Mamutov Institute of Economic and Legal Research of NAS of Ukraine", Kyiv, Ukraine
orcid.org/0000-0003-0660-5783

DEVELOPMENT OF BIOENERGY POTENTIAL OF HOUSEHOLD WASTE IN THE CONDITIONS OF POST-WAR RECOVERY: ECONOMIC AND LEGAL DIMENSION

The present article examines the economic and legal problems of development the bioenergy potential of household waste in the conditions of post-war recovery of Ukraine. The place of various operations on bioenergy use of household waste in the waste hierarchy is specified. There is a need for additional ranking of waste-to-energy operations within the position of the hierarchy denoting other recovery. It is noted that energy use of biogas removed from landfills should not be classified as waste disposal. This article clarifies the features and requirements to produce biogas based on the method of anaerobic digestion. It is proposed to establish special criteria for counting bio-waste as recycled after anaerobic digestion in the Methodology for calculating targets for preparing for reuse and recycling of household waste. The article concentrates on analyzing features of production and use of waste derived fuels (RDF and SRF). Biogenic fractions of household waste are an integral component of these types of fuel, so large-scale use of RDF and SRF can cause anaerobic digestion to slow down. Aspects of the impact of RDF and SRF on air quality and climate are considered. It is shown that the European Union has decided to follow the path of limiting the incineration of waste. Special attention is given to the draft Law of Ukraine of 3 June 2021 No. 5611 «On Amendments to Certain Legislative Acts of Ukraine on Energy Waste Recovery». Conclusions regarding the shortcomings of this draft Law are made. Offers to improve the legal framework for biogas collection from landfills are substantiated. At the legislative level, it is necessary to establish the priority of the energy use of biogas collected from landfills.

Keywords: household waste, waste hierarchy, recycling, biogas, anaerobic digestion, solid fuels.