

DOI: 10.32347/2786-7269.2023.3.144-153

УДК 338.465.4:338.49:620.92

д.екон.н., професор **Предун К.М.**,

31172@ukr.net, ORCID: 0000-0002-2634-9310,

Кушнір О.К., kushnir_ok-2022@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0003-3982-0228,**Гулієв Дж.**, semil@ukr.net, ORCID: 0000-0002-3442-0906,

Київський національний університет будівництва і архітектури

МОЖЛИВІ ШЛЯХИ ТРАНСФОРМАЦІЇ В ЕНЕРГЕТИЦІ УКРАЇНИ НА ГРУНТІ БІОСФЕРОСУМІСНОСТІ

Проаналізовано шляхи подальшої трансформації існуючого в Україні енергоринку на умовах біосферної сумісності. Використання відновлюваних джерел енергії є одним із найбільш важливих напрямів сучасної енергетичної політики, спрямованої як на поліпшення стану навколишнього природного середовища, так і на заощадження традиційних паливно-енергетичних ресурсів. Прийняті законодавчі, нормативно-правові акти сприяли стрімкому зростанню «зеленої» енергетики в Україні. Наразі неконтрольоване будівництво та введення в експлуатацію виключно сонячних електростанцій темпами, які випереджають планові показники, спричинили загрозу енергетичній безпеці нашої держави. Водночас інші види відновлюваних джерел, які у переважній більшості можна використовувати для балансування енергоринку, розвиваються недостатньо. Відходи сільськогосподарського виробництва, полігони твердих побутових відходів при певних умовах можна перетворити з джерел забруднення довкілля на поновлювані джерела енергії з генерацією біогазу. Його основними компонентами є метан і вуглекислий газ. Одним із перспективних способів підвищення ефективності використання палива може бути синтез метану з водню, який отриманий із використанням електроенергії з альтернативних джерел, і вуглекислого газу, який утворюється при виробництві біометану. Таким чином вирішується комплексна проблема – одночасне завантаження блоків атомних електростанцій, використання надлишків електроенергії вітрових і сонячних електростанцій зі зменшенням балансувальних потужностей теплової генерації.

Ключові слова: біосферна сумісність; відновлювані джерела енергії; біометан; водень; екологія; ринок електроенергії.

Метою даної публікації є обґрунтування можливих варіантів трансформації енергетики України, заснованої на використанні викопних палив, з урахуванням принципів сталого розвитку.

Постановка проблеми. Теорія сталого розвитку [1] справедливо вважається найперспективнішою ідеологією розвитку людства у ХХІ столітті. Одними із орієнтирів, затверджених на Саміті ООН зі сталого розвитку, який відбувся в рамках 70-ї сесії ООН у Нью-Йорку у 2015 р. [2], є Глобальні цілі: 7 – «Доступна та чиста енергія» та 13 – «Пом'якшення наслідків зміни клімату». Вони визначили стратегію доступу людства до прийнятних за ціною, надійних, сталих і сучасних, безпечних для довкілля джерел енергії та розробку заходів щодо боротьби зі зміною клімату на Землі та її наслідками. Розширення інфраструктури та технологічна модернізація систем енергопостачання задля отримання екологічно чистої енергії в усіх країнах є найважливішими завданнями, які можуть як стимулювати зростання, так і сприяти збереженню навколишнього середовища. Національна доповідь «Цілі Сталого Розвитку: Україна» [3] надає власне бачення державою орієнтирів досягнення Цілей Сталого Розвитку (ЦСР). Після підписання Угоди про асоціацію з Європейським Союзом [4], приєднанням нашої держави до Договору про заснування Енергетичного Співтовариства [5] пріоритетом державної політики стають підвищення енергоефективності та використання енергії з альтернативних джерел для потреб економіки країни та захисту навколишнього середовища. У 2035 р. частка відновлюваної енергетики повинна становити не менше 25 % у первинному енергопостачанні держави [6].

Аналіз досліджень та публікацій. За рішеннями Паризької кліматичної угоди [7] країни-підписанти у т.ч. і Україна повинні забезпечити недопущення підвищення глобальної середньої температури довкілля більш, чим на 2 °С (по можливості – не більше 1,5 °С) відносно показників до індустріальної епохи. Моделювання ситуації показало, що якщо органічні палива видобуватимуть з тією ж швидкістю протягом наступних 28 років, як це було протягом 1988-2017 років, то глобальні середні температури повітря зростуть на 4 °С до кінця століття. Друга мета Угоди полягає у зменшенні викидів парникових газів у атмосферу до нульового рівня впродовж другої половини ХХІ століття. Україна за період 1988-2015 років увійшла в топ-100 країн і компаній за величиною викидів парникових газів і займає 40 місце з 0,49 % від загального обсягу викидів у атмосферне повітря [8].

Аналіз рішень з практичної реалізації заходів, які показали свою дієвість у світі, засвідчує, що деякі з них потребують коректив в українських умовах, так як не враховують вітчизняних реалій законотворчого процесу, існуючого стану енергетичної галузі та її впливу на довкілля, механізмів ціноутворення, платоспроможності громадян держави тощо [9]. Сьогодні зростаючий рівень забруднення навколишнього середовища, глобальне потепління і необхідність економного використання традиційних органічних палив стали головними

чинниками для розвитку альтернативної енергетики. З іншої сторони, цінова політика у державі стосовно вартості паливно-енергетичних ресурсів ставлять під сумнів їх доступність для широких верств населення, а окрім того несуть загрозу енергетичній та економічній безпеці України. Наприклад, у 2020 р. борг Компанії «Укренерго» перед Гарантованим покупцем досяг 16 млрд. грн. [10]. Аналогічна ситуація є характерною для підприємств відновлюваної енергетики і сьогодні.

Основна частина. Прийняті у державі законодавчі, нормативно-правові акти [4-6,11,12] сприяли залучення інвестицій у сектор відновлюваної енергетики в той час, коли ця галузь тільки зароджувалася. У період з 2017 по 2020 роки український сектор відновлюваної енергетики зріс у 5,6 раз за встановленою потужністю та в 4,8 рази – за обсягом генерації. І у 2020 р. виробники «зеленої» енергії поставили споживачам майже 7,6 % від усієї виробленої в країні електроенергії, що в 1,4 рази перевищило планові показники [13,14]. Таким чином, запроваджені у державі заходи на цьому початковому етапі виконали своє завдання.

Детальний аналіз структури генерації електроенергії ВДЕ демонструє гіперболізоване збільшення частки сонячних електростанцій (СЕС) серед інших альтернативних джерел і палив, особливо у порівнянні з існуючим станом у країнах ЄС [15]. Встановлена потужність СЕС перевищила планові показники у 2,4 рази, у той час як вітрових електростанцій (ВЕС) було введено в експлуатацію лише 52,9 %, теплових електростанцій, які працюють на біомасі – 13,8 %, біогазі – 29,7 % від планованих завдань згідно з Національним планом дій з відновлюваної енергетики [14, 16].

Серед вище вказаних альтернативних джерел енергії лише СЕС властива яскраво виражена добова нерівномірність генерації електроенергії, що в умовах чинного законодавства, існуючого в Україні енергоринку [11] викликала необхідність у його балансуванні. Останнє відбувається за рахунок зменшення виробництва найбільш дешевої електроенергії АЕС (котрі працюють у сталому режимі протягом тривалого періоду та не допускають добового регулювання потужності). Водночас збільшується генерація тепловими електростанціями на традиційному паливі (як правило – вугіллі), значна частина яких і забезпечує «згладжування» нерівномірності споживання електроенергії. Подібне маневрування потужностями ТЕС аж ніяк не сприяє покращенню забруднення довкілля, а окрім того збільшує відпускну ціну електроенергії для кінцевих споживачів за рахунок збільшення частки такої генерації в загальнодержавному балансі.

Одним із перспективних і можливих способів регулювання нерівномірності електроспоживання може стати виробництво водню за рахунок

надлишків електроенергії з відновлюваних джерел, що водночас також дозволить зменшити потребу в накопиченні й зберіганні. Відновлюваний водень є важливою частиною рішення для досягнення кліматичної нейтральності до 2050 р. в рамках Європейського зеленого курсу і може сприяти досягненню цільових показників зі

скорочення викидів парникових газів на 55 % вже до 2030 р. [15]. Завдяки технічному прогресу протягом останніх років очікується, що, починаючи з 2030 р. й надалі, «зелений» водень зможе стати конкурентоспроможним у порівнянні з воднем, виробленим у традиційний спосіб на основі викопного палива. Ціль ЄС щодо його виробництва – 6 ГВт на основі відновлюваного електролізу до 2024 р. та 40 ГВт – до 2030 р.

У промисловості водень виробляють шляхом перетворення пари (паровий реформінг) з використанням викопних видів палива, наприклад, природного газу, нафти чи вугілля (не менше 75 % від загальних обсягів). Незначну частину водню (не більше 5 %) отримують шляхом електролізу води. Для отримання кілограму водню (об'ємом приблизно 12 м³ при стандартних умовах – 20 °С і тиску 760 мм рт. ст. і енергоємністю 35 кВт-год.) таким шляхом необхідно витратити приблизно 50 кВт-год. електроенергії, витративши для цього не менше 15 м³ найбільш екологічного палива – природного газу, яке містить приблизно 150 кВт-год. енергії, або 30 кг вугілля марки ГР енергоємністю 167 кВт-год. Таким чином, з точки зору енерговитрат виробництво водню такими способами є збитковим. Окрім того, відбувається значне забруднення атмосферного повітря викидами при згорянні палив.

На сучасному етапі розвитку агропромислового комплексу України актуальним стає перехід на інноваційну модель його функціонування. Наразі інноваційна діяльність є основою стабільного й ефективного зростання як окремої галузі економіки, так і країни загалом. Будучи впливовим виробником сільськогосподарської продукції та її постачальником на світові ринки Україна стикається з проблемою утилізації відходів. Останні можна розглядати не лише як джерела забруднення довкілля, але й як поновлювані джерела енергоносіїв, наприклад, біогазів.

Якщо порівняти фізико-хімічні властивості біогазу з вимогами до якості природних газів, встановлених, наприклад, Кодексом газотранспортної системи [18], то без додаткового очищення біогазу непридатні як до транспортування існуючими мережами, так і використання традиційним газовим обладнанням. У світовій практиці відомі різні способи застосування таких біогазів, починаючи від елементарного факельного спалювання безпосередньо на місці генерації без утилізації теплоти продуктів спалювання до суттєвого очищення з

доведенням вмісту метану до 90-95 % (т.зв. біометан) або виробництва товарної вуглекислоти [19].

Потенціал виробництва біогазу в Україні становить близько 10 млрд. м³/рік, що дозволить скоротити викиди вуглекислого газу приблизно на 20 млн. т/рік [20]. Біометановий завод, який може виробляти близько 10 млн. м³ біометану на рік коштує близько EUR15 млн. Якщо купувати сировину за EUR40/т (тюки соломи або стебел кукурудзи), які становитимуть додатковий заробіток для аграріїв, та продавати біометан за EUR900/1000 м³, то окупність таких проектів стає цікавою інвесторам – на рівні 25 % рентабельності [20].

Ще одним перспективним джерелом біогазів можуть стати полігони твердих побутових відходів (ТПВ). При складуванні таких відходів на полігонах в товщі звалищ відбувається їх біоконверсія за участю мікроорганізмів. В результаті утворюється біогаз, основними компонентами якого є метан і діоксид вуглецю. Кожна тонна побутових відходів в процесі анаеробної переробки органічної маси виділяє до 200 м³ біогазу. А сумарно в державі можна отримувати до 1 млрд. м³ біометану на рік.

І якщо з утилізацією біометану проблем практично не існує [19], то значна додаткова кількість вуглекислого газу – а це основний компонент парникових газів – призводить до збільшення «теплого» забруднення довкілля.

Таким чином, поєднавши процеси генерації електроенергії з альтернативних джерел – вітрових (ВЕС) і сонячних (СЕС) з підприємствами з виробництва біометану з окремим виділенням діоксиду вуглецю можливо шляхом метанації CO₂ за допомогою зеленого водню, можна вирішити наступні проблеми:

- 1) значно зменшити забруднення довкілля відходами сільськогосподарського виробництва, твердими побутовими відходами тощо шляхом їх утилізації з наступним корисним використанням вивільнених площ;
- 2) регулювання нерівномірності споживання електроенергії шляхом зменшення частки теплової генерації як основного способу в Україні і, відповідно, скорочення викидів забруднювальних речовин і парникових газів в атмосферне повітря при спалюванні вугілля – основного палива для теплових електростанцій;
- 3) відмінити виведення в резерв блоків атомних електростанцій, які генерують найдешевшу електроенергію;
- 4) суттєво зменшити споживання традиційних органічних палив, а також відмовитись від їх закупівлі закордоном, наприклад, природного газу.

На рис. 1 наведена принципова схема синтезу метану із використанням електроенергії з альтернативних джерел і вуглекислого газу, який утворюється при виробництві біометану.

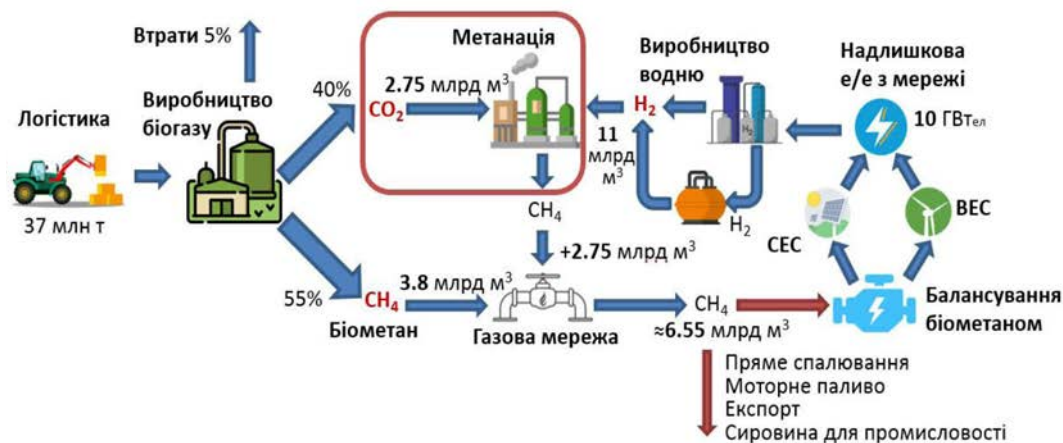


Рис. 1. Принципова схема метанації вуглекислого газу [17]

Використання такої схеми дозволить додатково до потенційних 10 млрд. м³ біометану в Україні щорічно долучати до 7 млрд. м³ синтетичного CH₄, який може бути отриманий з CO₂ біометанових заводів і зеленого H₂ за допомогою електроенергії з альтернативних джерел. Окрім того, іншою складовою виробництва біометану є відферментована фракція, яка містить азот, фосфор і калій, а також і інші мікроелементи, що сприяє збільшенню родючості наших ґрунтів.

Висновки

Задекларувавши відданість принципам сталого розвитку Україна визнала, що освоєння відновлюваних джерел енергії є важливим фактором підвищення рівня енергетичної безпеки та зниження антропогенного впливу енергетики на навколишнє природне середовище. Масштабне використання потенціалу ВДЕ у державі має не тільки внутрішнє, а і міжнародне значення як вагомий чинник протидії глобальним змінам клімату та покращення загального стану енергетичної безпеки Європи. Наша країна потребує виправлення деформацій, існуючих в енергетичному секторі, у напрямку зниження енерго- та екологічності генерації електроенергії шляхом удосконалення чинного законодавства, включаючи утвердження верховенства права, впровадження незалежного та суворого нагляду у сфері конкуренції та рішучого просування в бік ринкового ціноутворення, запровадження сучасних технологій тощо. Існуючі моделі енергоринків не дозволяють сформуванню надійних джерел фінансового забезпечення навіть нагальних потреб енергетичного сектору у підтриманні функціонування галузі на поточному рівні. Субсидування

виробників, перехресне субсидування між групами споживачів, пільгові закупівлі енергоресурсів не тільки знижують мотивацію до енергозбереження, але й позбавляють стимулів інвестування у розвиток енергетичного сектору України.

Використані джерела

1. Сталий розвиток. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/ Сталий розвиток](https://uk.wikipedia.org/wiki/Сталий_розвиток) (дата звернення: 3.05.2023).
2. Програма дій «Порядок денний на XXI століття»: Ухвалена конференцією ООН з навколишнього середовища і розвитку в Ріо-де-Жанейро (Саміт «Планета Земля», 1992 р.): Пер. з англ. 2-ге вид. Київ : Інтелсфера, 2000. 360 с.
3. Національна доповідь «Цілі Сталого Розвитку: Україна». URL: http://un.org.ua/images/SDGs_NationalReportUA_Web_1.pdf (дата звернення: 28.04. 2023).
4. Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони. URL: http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_011 (дата звернення: 23.04.2023).
5. Про ратифікацію Протоколу про приєднання України до договору про заснування Енергетичного Співтовариства: закон України: станом 1.01.2019 р. – № 2787-VI (2787-17) від 15.12.2010. – К.: ВВР, 2011, №24, ст.170.
6. Енергетична стратегія України на період до 2035 р. «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність». – Схвал. розпорядженням КМУ від 18.08.2017 р. №605-р. URL: http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/publish/article?art_id=245234085 (дата звернення: 10.05.2023).
7. Паризька угода 2015. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Паризька_угода_2015 (дата звернення: 28.04.2023).
8. Україна попала в ТОП-100 стран по вибросу парникових газів: названо место. URL: https://economy.apostrophe.ua/news/finansy-i-banki/2018-10-09/ukrai_na_popala-v-top-100-stran-po-vyibrosu-parnikoviyh-gazov-nazvano-mesto-/142923 (дата звернення: 28.04.2023).
9. Предун К.М. Актуальність парадигми сталого розвитку щодо трансформації енергетики в Україні / К.М.Предун // *Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія: Економічні науки.* – Вип. 38. – Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2020. – С. 57-61. – DOI: 10.32999/ksu 2307-8030/2020-38-10.
10. Білявський М. Орієнтири розвитку альтернативної енергетики України до 2030р. URL: <https://finance.obozrevatel.com/ukr/riven-rozrahunkiv-pered-virobnikami-zelenoi-energetiki-skladae-40-50-evtushenko.htm> (дата звернення 5.05. 2023).
11. Про ринок електричної енергії: Закон України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2019-19#Text> (дата звернення: 25.04.2023).
12. Про альтернативні джерела енергії: закон України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15#Text> (дата звернення 25.04.2023).
13. Предун К.М. Екологізація діяльності стейкхолдерів енергопостачання на ґрунті біосфери сумісності/ К.М.Предун // *Інтернаука. Серія: Економічні науки. Міжнародний науковий журнал.* – №6 (38). – 2020. – С. 6-19. DOI: 10.25313/2520-2294-2020-6-6138.
14. Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року. Затв. розпорядженням Кабінету Міністрів України від 1 жовтня 2014 р. № 902-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/902-2014-%D1%80#Text> (дата звернення: 26.04.2023).
15. ЄС зацікавлений в інтеграції України до європейського водневого ринку. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3367973-matti-maasikas-posol-es-v-ukraini.html> (дата звернення 25.04.2023).

16. Виробництво електроенергії в Україні. URL: https://www.google.com/search?sa=X&sxsrf=ALeKk00jA95c9YDyKX_6fvdVDtqLU51tCw:1591786867500&source=univ&tbm=isch&q=%D0%92%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%82%D0%B2%D0%BE+%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%97+%D0%B2+%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D1%96+2019&ved=2ahUKEwifjq6WjPfpAhUci8MKHS0QCRMQsAR6BAgKEAE&biw=1366&bih=620 (дата звернення: 25.04.2023).
17. Біометан і зелений водень: порівняємо основні відновлювані гази. URL: <https://interfax.com.ua/news/greendead/794706.html> (дата звернення: 25.04. 2023).
18. Кодекс газотранспортної системи: затвердж. Постановою НКРЕКП №2493 від 30.09.2015. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/go/z1378-15> (дата звернення: 25.04. 2023).
19. П'ятничко О.І., Жук Г.В., Гриценко А.В. та інші. Досвід утилізації звалищного газу в енергетичних установках в Україні: монографія. – К.: Аграр Медіа Груп, 2015. – 126 с.
20. Україна може стати лідером із виробництва біометану в Європі. URL: <https://interfax.com.ua/news/greendead/800605.html> (дата звернення: 25.04.2023).

Doctor of Economics, Professor **Predun Kostiantyn**,
PhD student **Kushnir Oleksii**, PhD student **Guliyev Jamil**,
Kyiv National University of Construction and Architecture

POSSIBLE WAYS OF TRANSFORMATION IN ENERGY UKRAINE ON THE GROUNDS OF BIOSPHERE COMPATIBILITY

The ways of further transformation of the existing energy market in Ukraine under the conditions of biosphere compatibility are analyzed. The use of renewable energy sources is one of the most important directions of modern energy policy, aimed both at improving the state of the environment and at saving traditional fuel and energy resources. Adopted legislative and regulatory acts contributed to the rapid growth of "green" energy in Ukraine. Currently, the uncontrolled construction and commissioning of exclusively solar power plants at rates that are ahead of planned indicators have caused a threat to the energy security of our state. At the same time, other types of renewable sources, which in the vast majority can be used to balance the energy market, are underdeveloped. Waste from agricultural production, solid household waste landfills under certain conditions can be transformed from sources of environmental pollution into renewable energy sources with biogas generation. Its main components are methane and carbon dioxide. One of the promising ways to increase the efficiency of fuel use can be the synthesis of methane from hydrogen, which is obtained with the use of electricity from alternative sources, and carbon dioxide, which is formed during the production of biomethane. In this way, a complex problem is solved - the simultaneous loading of nuclear power plant units, the use of excess electricity from wind and solar power plants with a decrease in the

balancing capacities of thermal generation. The meaning of the ecological and energy optimization process is not to replace one energy source with another, but economic and industrial transformation, decarbonization and decentralization. To solve these problems, measures are proposed to improve the requirements of the regulatory and legislative acts in force in Ukraine on the regulation of the state's energy sector by introducing greater competition, European technical standards and transparent regulatory rules, a better investment climate in the domestic market.

Key words: biosphere compatibility; renewable energy sources; biomethane; hydrogen; ecology; electricity market.

REFERENCES

1. Stalyy rozvytok. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Stalyy_rozvytok (data zvernennya: 3.05.2023). {in Ukrainian}
2. Prohrama diy «Poryadok dennyy na XXI stolittya»: Ukhvalena konferentsiyeyu OON z navkolyshn'oho seredovyscha i rozvytku v Rio-de-Zhaneyro (Samit «Planeta Zemlya», 1992 r.): Per. z anhl. 2-he vyd. Kyiv: Intelsfera, 2000. 360 s. {in Ukrainian}
3. Natsional'na dopovid' «Tsili Staloho Rozvytku: Ukrayina». URL: http://un.org.ua/images/SDGs_NationalReportUA_Web_1.pdf (data zvernennya: 28.04.2023). {in Ukrainian}
4. Uhoda pro asotsiatsiyu mizh Ukrayinoyu, z odniyeyi storony, ta Yevropeys'kym Soyuzom, Yevropeys'kym spivtovarystvom z atomnoyi enerhiyi i yikhnimy derzhavamy-chlenamy, z inshoyi storony. URL: http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_011 (data zvernennya: 23.04.2023). {in Ukrainian}
5. Pro ratyfikatsiyu Protokolu pro pryednannya Ukrayiny do dohovoru pro zasnuvannya Enerhetychnoho Spivtovarystva: zakon Ukrayiny: stanom 1.01.2019 r. – № 2787-VI (2787-17) vid 15.12.2010. – K.: VVR, 2011, №24, st.170. {in Ukrainian}
6. Enerhetychna stratehiya Ukrayiny na period do 2035 r. «Bezpeka, enerhoefektyvnist', konkurentospromozhnist'». – Skhval. rozporядzhennyam KМУ vid 18.08.2017 r. №605-r. URL: http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/publish/article?art_id=245234085 (data zvernennya: 10.05.2023). {in Ukrainian}
7. Paryz'ka uhoda 2015. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Paryz'ka_uhoda_2015 (data zvernennya: 28.04.2023). {in Russian}
8. Ukrayna popala v TOP-100 stran po vybrosu parnykovykh hazov: nazvano mesto. URL: <https://economy.apostrophe.ua/news/finansy-i-banki/2018-10-09/ukrai-na-popala-v-top-100-stran-po-vyibrosu-parnykovyih-gazov-nazvano-mesto-142923> (data zvernennya: 28.04.2023). {in Ukrainian}
9. Predun K.M. Aktual'nist' paradyhmy staloho rozvytku shchodo transformatsiyi enerhetyky v Ukrayini / K.M.Predun // Naukovyy visnyk Khersons'koho derzhavnoho universytetu. Seriya: Ekonomichni nauky. – Vyp. 38. –

Kherson: Vydavnychyy dim «Hel'vetyka», 2020. – s.57-61. – DOI: 10.32999/ksu 2307-8030/2020-38-10. {in Ukrainian}

10. Bilyavs'kyy M. Oriyentyry rozvytku al'terhatyvnoyi enerhetyky Ukrayiny do 2030r. URL: <https://finance.obozrevatel.com/ukr/riven-rozrahunkiv-pered-virobnikami-zelenoi-energetiki-skladae-40-50-evtushenko.htm> (data zvernennya 5.05. 2023). {in Ukrainian}

11. Pro rynek elektrychnoyi enerhiyi: Zakon Ukrayiny. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2019-19#Text> (data zvernennya: 25.04.2023). {in Ukrainian}

12. Pro al'ternatyvni dzherela enerhiyi: zakon Ukrayiny. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15#Text> (data zvernennya 25.04.2023). {in Ukrainian}

13. Predun K.M. Ekolohizatsiya diyal'nosti steykholderiv enerhopostachannya na hrunti biosfero sumisnosti/ K.M.Predun // Internauka. Seriya: Ekonomichni nauky. Mizhnarodnyy naukovyy zhurnal. – №6 (38). – 2020. – s.6-19. DOI: 10.25313/2520-2294-2020-6-6138. {in Ukrainian}

14. Natsional'nyy plan diy z vidnovlyuvanoyi enerhetyky na period do 2020 roku. Zatv. rozporyadzhennyam Kabinetu Ministriv Ukrayiny vid 1 zhovtnya 2014 r. № 902-r. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/902-2014-%D1%80#Text> (data zvernennya: 26.04.2023). {in Ukrainian}

15. YES zatsikavlenyy v intehratsiyi Ukrayiny do yevropeys'koho vodnevoho rynku. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3367973-matti-maasikas-posol-es-v-ukraini.html> (data zvernennya 25.04.2023). {in Ukrainian}

16. Vyrobnystvo elektroenerhiyi v Ukrayini. URL: https://www.google.com/search?sa=X&sxsrf=ALeKk00jA95c9YDyKX_6fvdVDtqLU51tCw:1591786867500&source=univ&tbm=isch&q=%D0%92%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%82%D0%B2%D0%BE+%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%97+%D0%B2+%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D1%96+2019&ved=2ahUKEwifjq6WjPfpAhUci8MKHS0QCRMQsAR6BAGKEAE&biw=1366&bih=620 (data zvernennya: 25.04.2023). {in Ukrainian}

17. Biometan i zelenyy voden': porivnyayemo osnovni vidnovlyuvani hazy. URL: <https://interfax.com.ua/news/greendeal/794706.html> (data zvernennya: 25.04.2023). {in Ukrainian}

18. Kodeks hazotransportnoyi systemy: zatverdzh. Postanovoyu NKREKP №2493 vid 30.09.2015. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/go/z1378-15> (data zvernennya: 25.04.2023). {in Ukrainian}

19. P'yatnychko O.I., Zhuk H.V., Hrytsenko A.V. ta insh. Dosvid utylizatsiyi zvalyshchnoho hazu v enerhetychnykh ustanovkakh v Ukrayini: monohrafiya. – K.: Ahrar Media Hrup, 2015. – 126 s. {in Ukrainian}

20. Ukrayina mozhe staty liderom iz vyrobnystva biometanu v Yevropi. URL: <https://interfax.com.ua/news/greendeal/800605.html> (data zvernennya: 25.04.2023). {in Ukrainian}