

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ВИДІВ ПАЛИВА НА ПОЛТАВЩИНІ

Ю.С. Голік^{*}, канд. техн. наук, Г.І. Шарий^{**}, докт. екон. наук, О.П. Крот^{***}, докт. техн. наук, Ю.В. Чепурко^{****}, Т.М. Серга^{*****}

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»,
пр. Першотравневий, 24, Полтава, 36011, Україна
e-mail: golik38@i.ua; juliakorzh2003@gmail.com

Досліджено можливості використання енергоресурсних твердих побутових відходів, відходів аграрного сектору, лісогосподарств лісопромислових господарств, зелених відходів від благоустрою територій та вирощування енергетичних культур як альтернативних відновлюваних видів палива для забезпечення цілей малої теплоенергетики Полтавської області. Обґрунтовано залучення фахівців кафедр «Прикладної екології та природокористування» й «Теплогосподарства, вентиляції та теплоенергетики» Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» та відкрито нову спеціалізацію «Відновлювана теплоелектроенергетика, альтернативні види палива та захист довкілля» за спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього середовища». Проблема включено в стратегічний план розвитку Полтавської області та занесено в розробку плану Дій зі сталого енергетичного розвитку й клімату Полтавської міської територіальної громади до 2030 року відповідно до європейської ініціативи «Угоди мерів щодо клімату та енергії». Проведена оцінка біоенергетичного потенціалу надалі може стати суттєвим еколого-економічним підґрунтям для вдосконалення регіонального сектору біоенергетики в Полтавській області. Було застосовано комплекс методів системного аналізу та методу аналізу даних. Було проведено аналіз сучасних міжнародних літературних джерел, морфологічного складу муніципальних та зелених відходів, енергетичного потенціалу рослинної біомаси. Сформульовано і обґрунтовано науково-прикладну задачу використання місцевих енергетичних ресурсів на рівні кожної окремої громади Полтавського регіону з урахуванням екологічного, економічного і соціального розвитку. Бібл. 10, рисунок.

Ключові слова: енергетична безпека, екологічна безпека, альтернативні види палива, відновлювані джерела енергії, енергетичні культури, тверді побутові відходи, мала енергетика, вплив на довкілля.

Воєнні дії, що тривають зараз на території нашої країни, акцентували увагу на значній кількості завдань, що безпосередньо стосуються національної безпеки України, зокрема на питанні енергетичної та екологічної безпеки. У цих умовах наслідки військових дій здійснюють негативний вплив на об'єкти теплоенергетики, який виявляється в складності відновлення порушених будівель, споруд та теплових мереж, забезпечення енергоресурсів через нестачу викопних традиційних видів палива: газу, нафти, кам'яного вугілля. Все це вимагає пошуку альтернативних джерел енергії, видів палива, розроблення більш ефективних та автономних та незалежних систем житлово-комунальної сфери в умовах мінімізації негативно-го впливу на довкілля.

Визначено [1], що заміщення традиційних палив відновлюваними джерелами енергії (далі ВДЕ) є наразі актуальною задачею паливо-енергетичного комплексу України з огляду на високу залежність від природного газу і великий потенціал біомаси, доступний для виробництва енергії. Одним із найбільш перспективних видів ВДЕ є біомаса – вуглецевомісні органічні речовини рослинного та тваринного походження. Під енергією біомаси слід розуміти енергетичний потенціал твердої біомаси, біогазу, рідкого біопалива. Основними джерелами твердої біомаси для енергетики є різноманітні рослинні відходи, що виникають у процесі вирощування та переробки сільськогосподарських культур (зернові, бобові, соняшник, кукурудза та ріпак), продукти лісового господарства, окремі фракції побутових відходів природного характеру (папір, картон, відходи деревини (тирса, стружка, шматки дерева)), зелені відходи та енергетичні культури, що пропонується використовувати як енергоносії біологічного походження. Енергетичні культури – це окремі види дерев та рослин, що спеціально вирощуються для виробництва твердого біопалива – швидкорослі дерева, багаторічні трави (міскантус), однорічні трави (сорго, тритикале). Для виробництва енергії застосовують як саму тверду біомасу, так і отримані з неї рідкі та газоподібні палива.



Європейський союз прогнозує до 2050 року збільшити мінімальну частку біоенергетики від всієї енергії до 25 % [2]. Станом на 2018 рік у світі відновлювана енергетика склала 14 % від загального виробництва енергії. Темпи розвитку біоенергетики в Україні істотно відстають від європейських. На сьогодні частка біомаси в загальному постачанні первинної енергії в країні становить лише 1,2 % [3].

На підставі даних [4, табл. 5.2.1, с. 37] Полтавська область має значний техніко-досяжний енергетичний потенціал твердої біомаси, який складає 2240 тис. т. н. е/рік. Все це дає змогу сподіватись, що біоенергетика Полтавщини може стати одним із ключових напрямів розвитку сектору поновлюваних джерел енергії. Оцінка біоенергетичного потенціалу біомаси суттєво залежить від сільськогосподарських виробників, які можуть потенційно забезпечити своєю продукцією значну частину енергоресурсів. Для Полтавської області це питання стає особливо актуальним не тільки в післявоєнний час, а й в умовах наявної енергетичної кризи.

Дослідженням енергетичних культур з погляду вирощування на землях Полтавської області найбільше займалися фахівці агропромислового комплексу. За останні роки оцінку енергетичного потенціалу рослинних та тваринних відходів аграрного сектору (в одиницях умовного палива) була надано в межах Проекту «Tempus 2006» JEP_27168_2006 TACIS «Створення на Полтавщині агроекологічного центру». Оціночний енергетичний потенціал використання цих відходів склав до 10 % енергетичних витрат області [5].

Дослідження біоенергетичного потенціалу біомаси було проведено фахівцями Полтавського державного аграрного університету [6]. Біоенергетичний потенціал Полтавської області оцінювався за трьома показниками: біоенергетичний потенціал (МВт/рік), вихід біогазу (млн.м³/рік), заміщення органічного палива (тис. т. у. п./рік). Оцінку біоенергетичного потенціалу рослинництва проведено за такими видами культур: зернобобові, соняшник, овочеві культури; оцінку біоенергетичного потенціалу тваринництва – за такими видами відходів: ВРХ, свиней та птиці. Загальний показник енергетичного потенціалу склав близько 8,28 тис. МВт/рік. Енергетичний потенціал відходів тваринництва – 0,72 тис. МВт/рік. Загальний показник заміщення органічного палива в Полтавській області становив 3,31 тис. т. у. п./рік. Оцінка енергетичного потенціалу була здійснена на базі статистичних даних за 2015–2020 роки для 25 районів Полтавської області.

Улітку 2020 року в Україні відбулися значні територіально-адміністративні зміни. Верховна Рада України ухвалила Постанову №3650 «Про утворення та ліквідацію районів». У Полтавській області було ліквідовано 25 районів та утворено чотири нові, а саме: Кременчуцький, Лубенський, Миргородський та Полтавський. Території нових районів Полтавської області є більш укрупненими порівняно з попередніми межами. Хоча Кременчуцький, Лубенський та Миргородський райони й мають різну кількість територіальних громад у своєму складі (12, 7 та 17 відповідно), але їхня площа є майже ідентичною та складає 6,11 тис. км², 5,48 тис. км² та 6,29 тис. км² відповідно. Четвертий Полтавський район є найбільш гіпертрофованим, має у своєму складі 24 територіальні громади (далі ТГ) та складає площу 10,86 тис. км². Межі нових районів визначені за зовнішніми кордонами територій сільських, селищних та міських ТГ, що входять до того чи іншого району. Укрупнення районів пояснюється одним із кроків децентралізації в Україні. Але це призводить до необхідності переосмислення можливостей енергетичного потенціалу відносно 60 нових громад.

Поряд з визначеними вище проблемами важливими для України залишаються негативні наслідки зміни клімату: підвищення ризиків для здоров'я людини, пов'язаних практично з усіма проявами гідрометеорологічних явищ; значне зменшення врожаїв основних сільськогосподарських культур; загострення проблем з водопостачанням; посилення деградації земель та опустелювання; зменшення продуктивності, життєздатності та стійкості лісів; пришвидшення деградації екосистем, виникнення аварій і нестабільного функціонування електричних мереж та централізованих систем теплопостачання. Постали питання оновлення та розбудови зруйнованого й знешкоджене господарства та інфраструктури України в умовах суттєвого дефіциту енергетичних ресурсів та зневажливого ставлення до захисту навколишнього середовища. У цих умовах пріоритетність поставлених питань передбачає широке за-

провадження енергоощадних та енергоефективних матеріалів, техніки й технологій, реалізація яких дасть змогу скоротити обсяги споживання традиційних видів палива.

Суттєвою проблемою в досягненні поставлених цілей в Україні залишається питання дефіциту необхідної кількості фахівців в області використання відновлюваних й альтернативних джерел енергії в умовах раціонального ставлення до захисту навколишнього середовища. У Законі України «Про вищу освіту» визначено, що заклад вищої освіти в особливих випадках може додатково відкривати підготовку фахівців за актуальними вимогами часу або потребами регіонального замовлення у сфері вищої освіти в межах визначених спеціальностей окремими спеціалізаціями. У Національному університеті «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» робочою групою фахівців кафедр «Прикладної екології та природокористування» й «Теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики» за участю стейкхолдерів – представників Полтавського обласного комунального виробничого підприємства теплового господарства «Полтаватеплоенерго», комунального підприємства «Черкаситеплокомуненерго», комунального підприємства «Миргородтеплоенерго» Миргородської міської ради, «ТОВ «НКЦ-НЬЮФОЛК» – розроблено освітньо-професійну програму спеціалізації «Відновлювана теплоелектроенергетика, альтернативні види палива та захист довкілля» за спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього середовища». Спеціалізація орієнтована на підготовку фахівців для сфери відновлюваної енергетики з урахуванням використання альтернативних та відновлюваних видів палива, використання сонячної та вітрової енергії для потреб енергетики України в умовах раціонального ставлення до навколишнього середовища, особливо в післявоєнний час відбудови України.

Розроблена програма націлена на формування загальних та професійних компетентностей, необхідних для вирішення природоохоронних завдань у сфері відновлюваної енергетики, застосування альтернативних видів палива, інших практичних завдань в енергетичній та виробничих сферах задля забезпечення захисту довкілля. Програма базується на сучасних технологіях захисту навколишнього середовища, забезпечення екологічної безпеки в умовах розвитку відновлюваної теплоелектроенергетики й застосування альтернативних видів палива. Характерною особливістю цієї програми є високий рівень підготовки фахівців, який забезпечується розвиненою міжнародною співпрацею в науковій і освітній сферах, застосуванням в освітньому процесі власних спеціалізованих лабораторій та використанням сучасних виробничих баз стейкхолдерів.

Сьогочасна аспірантура на кафедрі «Прикладної екології та природокористування» дала змогу зробити перші набори аспірантів, науковий напрямок досліджень яких націлений на вивчення, в межах Полтавської області, нових альтернативних регіональних видів палива, що будуть завдавати найменш негативний вплив на довкілля Полтавщини. Зараз на базі Полтавської політехніки створюється лабораторія щодо визначення теплотворної здатності альтернативних видів твердого палива з дослідженням якісного складу викидів та мінімізації впливу на довкілля. Отже, найближчим часом стає можливим дослідження теплоенергетичної та екологічної оцінки конкретних видів палива.

Відкриття цієї лабораторії занесено до «Стратегії регіонального розвитку Полтавської області на 2021-2027 роки», а саме в завдання 3.3.5 «Оптимізація систем централізованого тепlopостачання шляхом реконструкції джерел генерації теплової енергії з впровадженням новітнього технологічного обладнання та альтернативних видів палива», що передбачає створення лабораторії визначення теплотворної здатності різних видів палива (особливо альтернативних та відновлюваних), технічне завдання 3.24 [7]. Заплановано забезпечення зменшення використання традиційних видів палива на 20 % завдяки впровадженню альтернативних та відновлюваних видів палива. Нещодавно науковцям Полтавської політехніки було запропоновано взяти участь у розробці Плану дій зі сталого енергетичного розвитку й клімату Полтавської міської територіальної громади до 2030 року. Фахівцями університету в 2022 році для Полтавської області було розроблено Регіональний план управління відходами в Полтавській області до 2030 року, всі розрахунки якого проведено відносно створених нових ТГ [8].

За даними досліджень, проведених фахівцями університету [9, с. 83], основними компонентами, що визначають морфологічний склад ТПВ є: органічні відходи (14–29 %), папір і

картон (1,4–9 %), пластик різного хімічного складу (7–13 %), скло (15–24 %), метал (чорний та кольоровий) (0,8–3,8 %), текстиль (старий одяг, взуття, бавовна) (2,1–5,9 %), дерево (тирса, стружка, шматки дерева, солома) (0,4–1,9 %), небезпечні відходи (0,5–0,8 %), кісти, шкіра, гума (1,8–5 %), мінерали, невеликі частинки (27–37 %). Частка кожного компоненту залежить від категорії житла та чисельності громадян, які проживають в населених пунктах. Із компонентів ТПВ було виділено фракції, що мають енергетичний потенціал та можуть використовуватись як паливо для твердопаливних котлів на місцевому рівні, а саме для приватних домогосподарств, адміністративних будівель, закладів медичного обслуговування, освіти, громадського харчування. Такі компоненти, як папір та картон, текстиль та дерево мають природне походження (біорозкладні елементи) та після нескладної технологічної підготовки можуть бути використані для виробництва брикет. У середньому ці компоненти складають близько 11,5 % [10] від загальної маси ТПВ і є енергетичним потенціалом для автономних систем малої теплоенергетики. Слід враховувати, що зростання маси енергетичного потенціалу природного походження може бути збільшено завдяки зеленим відходам, що утворюються на територіях громад й здебільшого вивозяться на звалища та полігони. Вони зазвичай не враховуються в загальному обсязі побутових відходів. Можливість використання компонентів пластику та гуми, кісток, шкіри разом із компонентами природного походження повторює європейський досвід використання вищезазначених фракцій у вигляді складових RDF-палива з відходів.

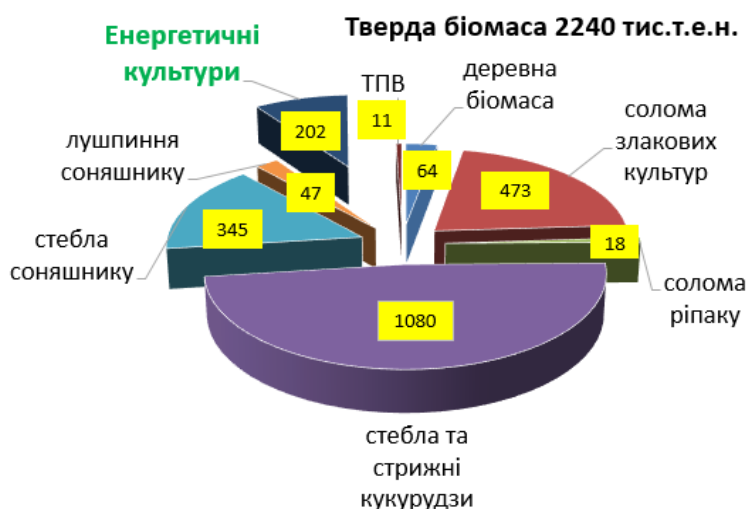
Запровадження в Полтавській області розширеного виробництва відновлюваного палива з відходів та створення системи його енергетичної утилізації, під якою розуміється спалювання такого палива з метою вироблення електричної й теплової енергії, сприятиме вирішенню проблеми невпинного «засмічення» території країни, спонукатиме до оснащення високоєфективними установками з очищення викидів димових газів об'єктів теплоенергетичної галузі.

Якщо повернутися до питання забезпечення відновлювальної енергетики Полтавської області в розрізі окремих 60 ТГ альтернативними та відновлюваними нетрадиційними видами палива, фахівцям університету поставлено окреме завдання оцінювання потенціалу таких енергетичних джерел: природні компоненти твердих побутових відходів (папір і картон, текстиль (старий одяг, взуття, бавовна)), дерево (тирса, стружки, шматки дерева, солома), які складають близько 11,5 % від загального об'єму ТПВ [10, с. 210]; відходи зеленого господарства (обрізані гілки та стовбури дерев під час проведення заходів щодо благоустрою територій громад у місцях загального користування), які кількісно представлені в таблиці 1, графа 9 [10, с. 209]; енергетичні культури: павловнія (Paulownia), енергетична тополя (Populus L.), енергетична верба (Salix L.), міскантус (Miscanthus); відходи лісозаготівлі, утворені в процесі господарської діяльності лісових господарств.

Щодо можливостей вирощування плантацій енергетичних культур слід зазначити, що Полтавщина має для цього достатньо сприятливі ґрунтово-кліматичні умови. Проведені дослідження науковців аграрної сфери щодо якісних характеристик ґрунтів під розведення біоенергетичних культур довели доцільність використання деградованих та вилучених для відновлення із сільськогосподарського призначення земель [1], яких, нажаль, багато в Полтавській області. Водночас істотним є також екологічний аспект вирощування енергетичних культур на деградованих землях: запобігання ерозії ґрунтів, відновлення родючого шару ґрунту, стимулювання поліпшення стану довкілля, зокрема в процесі вегетації продукування кисню та поглинання вуглекислого газу.

Наявність твердої біомаси відходів господарської діяльності лісових господарств обумовлює потенційну можливість їхнього використання як сировини для виробництва альтернативних видів палива для забезпечення потреб малої теплоенергетики. Необхідно зазначити, що за інформацією, наданою Полтавським обласним управлінням лісового та мисливського господарства Полтавській обласній державній адміністрації станом на 1.09.2019 року, на балансі підприємства знаходилось близько 20 тис. га площ лісового фонду, не вкритих лісовою рослинністю.

До потенційних земель також можуть бути віднесені території карт накопичення відходів та полів фільтрації колишніх цукрових заводів області. Згідно з технічною документацією із землеустрою щодо встановлення меж наявних земельних ділянок вони визначаються



як земельні ділянки, що підлягають можливій рекультивції, які втратили своє першочергове призначення, тобто можуть після рекультивції відповідати вимогам для приведення їх у можливе подальше використання для сільськогосподарського або лісового призначення. Земельні ділянки являють собою вільні від забудови площі з порожнинами (картами), що можуть бути корисними для ведення надалі товарного господарства. Ці площі в перспек-

тиві можуть бути використані під розведення та вирощування плантацій енергетичних культур за умови сприяння розвитку, заохочення, стимулювання та ефективного фінансування такого виду господарської діяльності органами всіх рівнів влади для забезпечення енергетичних потреб малої теплоенергетики в контексті реалізації завдань енергетичної безпеки кожної громади Полтавщини.

Проведений аналіз потенційних енергетичних ресурсів для теплоенергетичної галузі Полтавської області показав наявність достатньої кількості різноманітних джерел для виробництва альтернативних видів відновлюваного палива, кожний із яких може зробити свій внесок у становлення енергетичної незалежності громад. Технічно досяжний енергетичний потенціал твердої біомаси Полтавської області (тис. т.н.е/рік) зображено на рисунку.

Фахівцями кафедр теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики, прикладної екології та природокористування НУ «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» проводяться дослідження щодо вивчення теплотворної здатності палив із енергетичних культур із можливістю визначення кількісного та якісного складу забруднювальних речовин у димових газах, що утворюються в теплоенергетичному обладнанні під час їхнього спалювання в умовах мінімального забруднення атмосферного повітря.

Дослідження біоенергетичного потенціалу надалі можуть стати суттєвим еколого-економічним підґрунтям для вдосконалення регіонального сектору біоенергетики в Полтавській області.

1. Гелетука Г.Г., Железна Т.А., Жовмір М.М. Оцінка енергетичного потенціалу біомаси в Україні. Ч. 1. Відходи сільського господарства та деревна біомаса. *Промислова теплотехніка*. 2010. Т. 32. № 6. С. 56–65.
2. Global bioenergy statistics 2020. URL: <https://www.worldbioenergy.org/uploads/201210%20WBA%20GBS%202020.pdf>
3. Державна служба статистики України. Енергетичний баланс України за 2019. URL: https://ukrstat.org/uk/operativ/operativ/2012/energy/en.bal/arh_2012e.htm
4. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України. За заг. ред. С.О. Кудрі. Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАН України, 2020. 84 с.
5. Агроекологічний атлас Полтавщини. Лабораторний практикум. Полтава 2009. С. 61–69.
6. Тараненко А.О., Цюва Ю.А., Серeda М.С., Кузенко Л.Ю., Солодовник М.А. Потенціал біомаси відходів сільського господарства для виробництва біоенергетики в Полтавській області. *Вісник ПДАА*. 2021. № 4. С. 142–153.
7. Стратегія розвитку Полтавської області до 2027 року. URL: <https://www.adm-pl.gov.ua/page/strategiya-rozvitku-poltavskoyi-oblastido-2027-roku>
8. Регіональний план управління відходами у Полтавській області до 2030 року. URL: <https://www.adm-pl.gov.ua/advert/oprilyudnenniyadlya-obgovorennya-proektu-regionalniy-plan-upravlinnya-vidhodami-u-poltavskiy>
9. Управління твердими побутовими відходами в умовах реформування місцевого самоврядування та розвитку міжмуніципального співробітництва. Київ, 2018. 393 с.
10. Голік Ю.С., Ілляш О.Е., Монастирський О.М., Чепурко Ю.В., Серга Т.М. Оцінка енергоресурсного потенціалу територіальних громад Полтавської області як складової енергетичної безпеки. The 3rd

International scientific and practical conference "Scientific research in the modern world". Perfect Publishing, Toronto, Canada. 2023. Pp. 205–215.

RESEARCH ON THE USE ALTERNATIVE FUELS IN POLTAVA REGION

Yu.S. Holik, G.I. Shariy, O.P. Krot, Iu.V. Chepurko, T.M. Serha

National University Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic,

pr. Pershotravnevyi, 24, Poltava, 36011, Ukraine

e-mail: golik38@i.ua ; juliakorzh2003@gmail.com

The possibilities of using energy-resource solid household waste, agricultural waste, logging waste from forestry enterprises, green waste from landscaping and growing energy crops as alternative renewable fuels to meet the goals of small-scale heat and power generation in Poltava Oblast are investigated. To study this issue, the specialists from the Departments of Applied Ecology and Nature Management and Heat and Gas Supply, Ventilation and Heat Power Engineering of National University "Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic" were invited to join the project and a new specialization "Renewable Heat and Power Engineering, Alternative Fuels and Environmental Protection" was opened in the specialty 183 "Environmental Protection Technologies". The problem was included in the strategic development plan of Poltava region and included in the development of the Action Plan for Sustainable Energy Development and Climate of Poltava City Territorial Community until 2030 in accordance with the European initiative "Covenant of Mayors for Climate and Energy". The assessment of the bioenergy potential may become a significant environmental and economic basis for improving the regional bioenergy sector in Poltava Oblast in the future. A complex of methods of system analysis and the method of data analysis has been applied to achieve the goal of the research. An analysis of modern international literary sources, an analysis of the morphological composition of municipal and green waste, and an analysis of the energy potential of plant biomass were reviewed. As a result of research, the scientific and applied task of using local energy resources at the level of each individual community of the Poltava region, taking into account ecological, economic and social development, has been formulated and substantiated. Ref. 10, figure.

Keywords: energy security, environmental security, alternative fuels, renewable energy sources, energy crops, solid household waste, small-scale energy, environmental impact.

1. Heletukha H.H., Zheliezna T.A., Zhovmir M.M. Assessment of the energy potential of biomass in Ukraine. P. 1. Vidkhody silskoho hospodarstva ta derevna biomasa. *Promyslova teplotekhnika*. 2010. V. 32. No 6. Pp. 56–65. (Ukr)
2. Global bioenergy statistics 2020. URL: <http://www.worldbioenergy.org/uploads/201210%20WBA%20GBS%202020.pdf>
3. Derzhavna Sluzhba Statystyky Ukrainy. Energy balance of Ukraine for 2019. URL: https://ukrstat.org/uk/operativ/operativ/2012/energy/en.bal/arh_2012_e.htm (Ukr)
4. Atlas of energy potential of renewable energy sources in Ukraine. Ed. by S.O. Kudri. Kyiv: Instytut vidnovliuvanoi enerhetyky NAN Ukrainy, 2020. 82 p. (Ukr)
5. Agroecological atlas of Poltava region. Laboratornyi praktykum. Poltava 2009. Pp. 61–69. (Ukr)
6. Taranenko, A. O., Ts'ova, Yu. A., Sereda, M. S., Kuzenko, L. Yu., & Solodovnik, M. A. Potential of agricultural waste biomass for bioenergy production in Poltava region. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. No 4. Pp. 142–153. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.04.18> (Ukr)
7. Regional development strategy of Poltava region until 2027. URL: <https://www.adm-pl.gov.ua/page/strategiya-rozvitku-poltavskoyi-oblastido-2027-roku> (Ukr)
8. Regional waste management plan in Poltava region until 2030. URL: <https://www.adm-pl.gov.ua/advert/oprilyudnenniyadlya-obgovorenniya-proektu-regionalniy-plan-upravlinnya-vidhodami-u-poltavskiy> (Ukr)
9. Solid waste management in the context of local government reform and development of inter-municipal cooperation: Navchalno-praktychnyi posibnyk. Ed. by Tolkanova V. V. Kyiv. 2018. 393 p. (Ukr)
10. Holik Yu. S., Illiash O. E., Monastyrskiy O. M., Chepurko Yu. V., Serha T. M. Assessment of the energy resource potential of territorial communities of Poltava region as a component of energy security. The 3rd International scientific and practical conference Scientific research in the modern world. Perfect Publishing, Toronto, Canada. 2023. Pp. 205–215. (Ukr)

Надійшла: 07.06.2023

Прийнята: 18.09.2023

Submitted: 07.06.2023

Accepted: 18.09.2023