УДК: 620.92

ДОРОЖНЯ КАРТА РОЗВИТКУ БІОЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ ДО 2050 РОКУ

Гелету́ха Г.Г., канд. техн. наук, Желі́зна Т.А., канд. техн. наук, Баштовий А.І., канд. техн. наук

Інститут технічної теплофізики НАН України, вул. Марії Канніст, 2а, Київ, 03057, Україна

<https://doi.org/10.31472/ttpe.2.2020.6>

Представлено концепцію Дорожньої карти розвитку біоенергетики в Україні до 2050 року. Запропоновано структуру споживання біопалив за їх видами та за видами отриманого з них енергоносія. Розроблено рекомендації для подолання бар'єрів, існуючих в секторі біоенергетики України.

Представлена концепция Дорожной карты развития биоэнергетики в Украине до 2050 года. Предложена структура потребления биотоплива по их видам и по видам полученного из них энергоносителя. Разработаны рекомендации для преодоления барьеров, существующих в секторе биоэнергетики Украины

Concept Roadmap for bioenergy development in Ukraine until 2050 is presented. The structure of biofuel consumption by their types and by the types of energy carriers produced is suggested. Recommendations for overcoming barriers in the bioenergy sector of Ukraine are elaborated.

Бібл. 13, табл. 1, рис. 2.

Ключові слова: біомаса, біопаливо, біогаз, біометан, моторне біопаливо, біопаливо другого покоління.

АДЕ – альтернативні джерела енергії;

ВДЕ – відновлювані джерела енергії;

ЗППЕ – загальне постачання первинної енергії;

ЗТ – зелений тариф;

КГУ – когенераційна установка;

НПДВЕ – Національні плани дій з відновлюваної енергетики;

РКЗК ООН – Рамкова конвенція ООН зі зміни клімату;

ТЕС – теплова електростанція;

ТЕЦ – теплоелектроцентрально;

ТПВ – тверді побутові відходи;

е/е – електроенергія;

н.е. – нафтовий еквівалент;

с/г – сільське господарство.

Нижній індекс:

т – тепловий;

е – електричний.

Актуальність роботи обумовлена необхідністю декарбонізації енергетики України, одним з ефективних шляхів досягнення якої є перехід на відновлювані джерела енергії, у тому числі розвиток і широке впровадження біоенергетичних технологій. Це є важливим з точки зору виконання Україною міжнародних зобов'язань по скороченню викидів парникових газів згідно Паризької кліматичної угоди 2015 року. **Метою** роботи є розробка концепції Дорожньої карти розвитку біоенергетики України, яка окреслить цілі та перспективи біоенергетичного сектору до 2050 року. **Завдання** роботи полягає у визначенні найбільш доцільних напрямків розвитку сектору, законодавчих та інших умов, необхідних для досягнення поставлених цілей, а також у підготовці рекомендацій по створенню цих умов. **Методи дослідження** включають аналіз нормативно-правових актів, вивчення статистичних та інших даних, проведення оцінок та розрахунків.

Обґрунтування необхідності Дорожньої карти та її зв'язок з іншими стратегічними документами

У січні 2020 року Міністерство енергетики та захисту довкілля України презентувало Концепцію «зе-

леного» енергетичного переходу України до 2050 року [1]. Концепція спрямована на досягнення кліматично нейтральної економіки країни до 2070 року. Серед основних напрямків декарбонізації економіки, включаючи енергетику як її важливу складову, визначені, зокрема, наступні:

- розвиток використання ВДЕ у поєднанні з підвищенням енергоефективності;

- скорочення до нуля споживання вуглецевих енергоресурсів і максимізація використання ВДЕ, щоб сектор сільського та лісового господарства перейшов на повне самозабезпечення енергетичними ресурсами;

- збільшення сталого виробництва біомаси, біопалива та інших ВДЕ для підтримки реалізації «зеленого» переходу в інших секторах економіки;

- повне заміщення вугільних ТЕС до 2050 року за рахунок розвитку сонячної та вітрової генерації, електростанцій на біомасі у поєднанні з новими високотехнологічними генеруючими потужностями на газі (в більш віддаленій перспективі – на синтетичному газі, виробленому завдяки ВДЕ);

- орієнтація нових КГУ для централізованого опалення передусім на використання біомаси та біогазу;

- інтенсифікація широкомасштабного використання ВДЕ (біопалива та відходів, електричної та теплової енергії з ВДЕ) у промислових процесах для заміщення вуглецеємних ресурсів.

Загальний курс на декарбонізацію енергетики України, передбачений Концепцією «зеленого» енергетичного переходу, вважаємо правильним, хоча даний документ ще потребує подальшого доопрацювання. Наприклад, у Концепції нічого не сказано про розвиток таких важливих напрямів як виробництво та використання біометану, а також рідких моторних біопалив I-го і II-го покоління (біоетанол, біодизель). Базові підходи, закладені в Дорожню карту розвитку біоенергетики України до 2050 року, відповідають основним принципам Концепції «зеленого» енергетичного переходу України до 2050 року і враховують два зазначених вище перспективних сегмента біоенергетичного сектору.

Дорожня карта є необхідним для країни документом з огляду на декілька факторів. По-перше, вона визначає внесок біоенергетики у виконання міжнародних зобов'язань України по скороченню викидів парникових газів згідно Паризької кліматичної угоди 2015 року. Ця Угода, підписана 195 країнами світу і Євросоюзом, набула чинності у 2016 році. Головна ціль Паризької угоди – не допустити зростання глобальної середньої температури більше 2 °C (по можливості, не більше 1,5 °C) відносно показників доіндустріальної епохи. Україна підписала і ратифікувала Паризьку кліматичну угоду, в результаті чого разом з іншими країнами-підписантами, що ратифікували Угоду, зобов'язалася робити внески для досягнення цілей Угоди – так звані «національно визначені внески». Кожні п'ять років держави мають звітувати про зроблені внески у Секретаріат РКЗК ООН і ставити нові цілі. Останній звіт ООН свідчить про те, що поставлені державами цілі становлять лише 1/3 від необхідної кількості скорочення викидів до 2030 року. Це означає, що після першого перегляду внесків кожна держава має встановити набагато вищу планку на наступні п'ять років. Запропонована концепція Дорожньої карти розвитку біоенергетики України враховує цю ситуацію.

По-друге, Дорожня карта показує шляхи досягнення існуючих цілей з розвитку біоенергетики до 2035 року. Енергетична Стратегія України ставить амбітну мету досягти 11 млн т н.е. з біомаси, біопалива та відходів у загальному постачанні первинної енергії у 2035 році [2]. Але Енергостратегія не була супроводжена документом (дорожньою картою або планом дій), який показував би, за рахунок яких видів біомаси/біопалив, з використанням яких технологій і в яких секторах буде практично

досягнуто 11 млн т н.е. у ЗППЕ. Натомість, необхідне розуміння того, які види обладнання (котельні, ТЕЦ, ТЕС), яких потужностей і в яких секторах (виробництво теплової енергії, електроенергії, когенерація, сектор транспорту) повинні бути впроваджені для найбільш ефективного досягнення поставлених цілей.

По-третє, матеріали Дорожньої карти можуть бути використані при розробці НПДВЕ до 2030 року (дія поточного НПДВЕ закінчується у 2020 р. [3]) і Концепції державної політики у сфері енергетики та захисту довкілля, а також для перегляду діючої Енергетичної стратегії України з розширенням охоплюваного періоду до 2050 року. Стосовно останнього, треба зазначити, що Радою національної безпеки і оборони України прийнято рішення щодо необхідності забезпечити перегляд Енергетичної стратегії України на період до 2035 року «Безпека, ефективність, конкурентоспроможність», у зв'язку з чим Урядом України розпочато розробку Концепції «зеленого» енергетичного переходу України до 2050 року [1].

Базові підходи та характеристики Дорожньої карти

Дорожня карта охоплює період з 2020 р. по 2050 р. з кількома реперними точками, одна з яких – 2035 рік, що відповідає цілям по розвитку біоенергетики, поставленими Енергетичною Стратегією України на період до 2035 року. Дорожня карта відповідає сценарію досягнення не менше 60% ВДЕ в енергобалансі України у 2050 р. за умови зменшення ЗППЕ у 2050 р. порівняно з 2018 р. на 33% (до ~63 млн т н.е. у 2050 р.) при збільшенні кінцевого споживання енергії на 8% (до ~55 млн т н.е. у 2050 р.). Передбачається, що загальна встановлена потужність біоенергетичного обладнання у 2050 р. складатиме 34 ГВтт та 5,3 ГВте. Загальне споживання біопалив становитиме 23 млн т н.е./рік, що фактично відповідає повному використанню поточного потенціалу біомаси в Україні [4].

Експерні оцінки фахівців Інституту технічної теплофізики НАН України показують, що у 2050 році енергетичний потенціал біомаси в Україні може збільшитися до ~45 млн т н.е./рік, отже рівень споживання біопалив, закладений в концепцію Дорожньої карти (23 млн т н.е. у 2050 р.), становитиме лише близько 50% цього потенціалу. Основні фактори росту енергетичного потенціалу біомаси у період до 2050 р. включають підвищення врожайності сільськогосподарських культур, збільшення економічного потенціалу біогазу з різних видів сировини, розширення площ під енергокультурами та ріст їх врожайності, ріст частки рубки річного приросту деревини в лісах та деякі інші фактори.

Дорожня карта враховує ключові тенденції, які за прогнозами експертів матимуть місце у секторі біоенергетики України у період 2020-2050 рр. (рис. 1, 2):

- ріст частки сільськогосподарських залишків та енергокультур в структурі споживання твердих біопалив – до 60% та 20% загального обсягу, відповідно, у 2050 р.;

- мінімальний ріст обсягу використання деревних біопалив – в 1,2 рази у 2050 р. (проти 8 разів для сільськогосподарських залишків протягом 2020-2050 рр.);

- значне збільшення обсягів виробництва біогазу і рідких біопалив – до 4,7 млн т н.е./рік та 3,4 млн т н.е./рік, відповідно, у 2050 р.;

- започаткування та ріст виробництва біометану і моторних біопалив II покоління – до 2,4 млн т н.е./рік та, відповідно, 0,34 млн т н.е./рік у 2050 р.

Передбачається, що у 2050 році близько половини загального обсягу споживання біопалив припадатиме на тверді біопалива, що використовуються для виробництва теплової енергії (11,7 млн т н.е.) (рис. 2). Решта у співставних пропорціях розділятиметься між твердими біопаливами для виробництва електроенергії, біогазом, біометаном та рідкими біопаливами I покоління. Найменша частка загального обсягу споживання біопалива відповідає рідким біопаливам II покоління (340 тис. т н.е. у 2050 р.).

Попередні експертні оцінки фахівців Інституту технічної теплофізики НАН України свідчать про те, що реалізація Дорожньої карти потребує інвестицій обсягом 36...39 млрд євро в залежності від вартості обладнання, яке буде впроваджуватися. Розподіл інвестицій за видами біоенергетичного обладнання/технологій може бути наступним:

- котли на біомасі: 5,9...7,1 млрд євро;
- ТЕЦ на біомасі: 6,4...9,7 млрд євро;
- ТЕЦ на біогазі (біогаз з с/г залишків та з ТПВ): 6,3...10,0 млрд євро;
- виробництво біометану: 3,3...5,3 млрд євро;
- виробництво рідких біопалив I покоління: 2,6...5,1 млрд євро;
- Виробництво рідких біопалив II покоління: 0,8...1,5 млрд євро.

Очікувані джерела фінансування включають приватні інвестиції, кредити/гранти українських та міжнародних фінансових установ і програм (Укргазбанк, EBRD, GEF, IFC, USAID, GIZ, NEFCO, UNDP тощо), а також державні кошти в рамках відповідних програм підтримки.

Рис. 1. Запропонована в Дорожній карті структура використання біопалив в Україні до 2050 р. за їх видами, млн т н.е.

Рис. 2. Запропонована в Дорожній карті структура використання біопалив в Україні до 2050 р. за видами отриманого енергоносія, млн т н.е

Вдосконалення законодавчої бази, необхідне для реалізації Дорожньої карти

Законодавчу основу розвитку сектору біоенергетики України складають Закони України «Про альтернативні джерела енергії» [5], «Про альтернативні види палива» [6], «Про теплопостачання» [7] та деякі інші законодавчі та підзаконні нормативно-правові акти.

Закон України «Про альтернативні джерела енергії» дає визначення базових понять сектору відновлюваної енергетики, містить правила встановлення та застосування «зеленого» тарифу на електроенергію, вироблену з альтернативних джерел енергії, а також правила проведення аукціонів з розподілу квоти підтримки у виробництві електроенергії з АДЕ відповідним суб'єктам господарювання. Згідно цього Закону, енергія біомаси та біогазу належить до відновлюваних джерел енергії, які, в свою чергу, є складовою альтернативних джерел енергії. Іншим механізмом підтримки розвитку сектору біоенергетики в Україні є стимулюючий тариф на теплову енергію з АДЕ, уведений у 2017 році [8] і передбачений у Законі України «Про теплопостачання».

Свого часу зазначені інструменти стимулювання зіграли значну роль, але наразі вони вимагають певного вдосконалення. Наприклад, існуючі величини «зеле-

ного» тарифу на електроенергію з біомаси/біогазу та стимулюючого тарифу на теплову енергію з біомаси є недостатніми для забезпечення рентабельності відповідних установок малої потужності. Крім того, взагалі відсутні механізми державної підтримки таких важливих напрямків розвитку біоенергетики як виробництво/споживання біометану та вирощування енергетичних культур.

Серед інших бар'єрів сектору можна зазначити нерозвиненість ринку біопалива та ринку органічних добрив, ускладнений доступ приватних компаній до порубкових решток, низьку інвестиційну привабливість та проблеми практичної реалізації біоенергетичних проєктів. Рекомендації по подоланню основних бар'єрів сектору біоенергетики представлено у табл. 1. Майже всі рекомендації підкріплені розробленими проєктами нормативно-правових актів, деякі з яких вже внесені до планів розгляду Урядом України.

Реалізація запропонованих законодавчих змін допоможе створенню сприятливого середовища для значного росту обсягів виробництва енергії та біопалив з біомаси, що забезпечить виконання цілей і задач Дорожньої карти розвитку біоенергетики України до 2050 року.

Табл. 1. Бар'єри в секторі біоенергетики України та рекомендації для їх подолання [9-13].

Основні бар'єри сектору біоенергетики	Рекомендації для подолання бар'єрів з урахуванням європейського досвіду
1. Нерозвинений ринок біопалива.	<ul style="list-style-type: none"> Впровадження системи електронної торгівлі біопаливом за прикладом литовської біопаливної біржі Baltpool.
2. Низька інвестиційна привабливість біоенергетичних проєктів.	<ul style="list-style-type: none"> Подовження терміну дії ЗТ для електроенергії з біомаси/біогазу. Впровадження спеціального ЗТ для установок малої потужності з подовженим періодом його дії. Створення конкурентного ринку теплової енергії. Запровадження підтримки вирощування енергетичних культур. Відміна податку на викиди CO₂ для біоенергетичних установок.
3. Проблеми практичної реалізації біоенергетичних проєктів, зокрема, підключення до електромереж, доступ до теплових мереж.	<ul style="list-style-type: none"> Забезпечення прозорості, стислості та ефективності процесу підключення до електромереж, щоб ця процедура не «відлякувала» інвесторів від впровадження нових проєктів. Впровадження недискримінаційних критеріїв доступу до тепломереж для незалежних виробників тепла з біомаси.
4. Ускладнений доступ приватних компаній до порубкових решток.	<ul style="list-style-type: none"> Розробка, впровадження та оптимізація технологій збирання та заготівлі порубкових решток з використанням сучасного спеціалізованого обладнання. Покладення обов'язку на власників лісів та лісокористувачів здійснювати транспортування 80% порубкових решток до найближчих доріг з метою виробництва твердого біопалива.
5. Складнощі практичного використання агробіомаси як палива та сировини для виробництва біопалива.	<ul style="list-style-type: none"> Використання біопалива з агробіомаси тільки у спеціалізованому обладнанні. Дотримання вимог котельного обладнання до палива і забезпечення оптимальних режимів його роботи. По можливості застосування побічної продукції виробництва кукурудзи на зерно (замість соломи).
6. Нерозвинене органічне землеробство, відсутність використання збродженого залишку.	<ul style="list-style-type: none"> Розвиток ринку органічних добрив. Ефективне впровадження положень закону України «Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції» (№ 2496-VIII, 10.07.2018).
7. Відсутність державної підтримки для виробництва та споживання біометану.	<ul style="list-style-type: none"> Встановлення стратегічних цілей для виробництва біометану. Розвиток законодавчої бази для підтримки виробництва та споживання біометану: введення понять біометану, гарантії походження біометану, ЗТ для біометану; розробка та прийняття Порядку функціонування реєстру виробництва та споживання біометану; запровадження ЗТ на електроенергію з біометану.

Висновки

Дорожня карта розвитку біоенергетики України до 2050 року є необхідним документом, оскільки вона визначає внесок біоенергетики у виконання міжнародних зобов'язань України по скороченню викидів парникових газів згідно Паризької кліматичної угоди 2015 року,

дає план дій по досягненню існуючих цілей з розвитку біоенергетики до 2035 року, окреслює цілі та перспективи сектору до 2050 року. Матеріали Дорожньої карти можуть бути використані при розробці НПДВЕ до 2030 року і Концепції державної політики у сфері енергетики та захисту довкілля, а також для перегляду Енергетичної

стратегії України з розширенням охоплюваного періоду до 2050 року. В подальшому Дорожня карта потребує деталізації, уточнення і розширення до рівня стратегії розвитку біоенергетики України до 2050 року.

Для досягнення цілей і задач Дорожньої карти розвитку біоенергетики України до 2050 року розроблено рекомендації по подоланню основних бар'єрів сектору біоенергетики. Майже всі із запропонованих рекомендацій підкріплені проєктами нормативно-правових актів, деякі з яких вже внесені до планів розгляду Урядом України.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Концепція «зеленого» енергетичного переходу України до 2050 року*, Мінекоенерго, 2020
<https://bit.ly/2tR0P7n>
2. *Розпорядження КМУ Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність»* (№ 605-р від 18.08.2017)
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80>
3. *Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року*
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/902-2014-%D1%80>
4. *Желєзна Т.А.* Агробіомаса для енергетики. Проєкт AgroBioHeat програми Горизонт 2020. Презентація на 15-й Міжнародній конференції «Енергія з біомаси», 24-25.09.2019, Київ <https://bit.ly/3bCpduD>
5. *Закон України «Про альтернативні джерела енергії»* (№ 555-IV від 20.02.2003, із змінами)
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15>
6. *Закон України «Про альтернативні види палива»* (№ 1391-XIV від 14.01.2000, із змінами)
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1391-14>
7. *Закон України «Про теплопостачання»* (№ 2633-IV від 02.06.2005, із змінами)
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2633-15>
8. *Закон України Про внесення змін до Закону України «Про теплопостачання» щодо стимулювання виробництва теплової енергії з альтернативних джерел енергії»* (№ 1959-VIII від 21.03.2017)
<https://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/1959-19>
9. *Гелету́ха Г.Г., Желє́зна Т.А., Баи́товий А.І.* Створення конкурентного ринку біопалив в Україні. Частина 2 // *Промислова теплотехніка*. – 2017, т. 39, № 4, с. 76-80. DOI <https://doi.org/10.31472/ihe.4.2017.11>
10. *Гелету́ха Г.Г., Желє́зна Т.А., Баи́товий А.І.* Аналіз моделей функціонування сектору централізованого теплопостачання країн Європейського Союзу. Частина 2 // *Промислова теплотехніка*. – 2016, т. 38, № 5, с. 78-85. DOI <https://doi.org/10.31472/ihe.5.2016.09>
11. *Гелету́ха Г.Г., Желє́зна Т.А., Драгнєв С.В., Баи́товий А.І.* Аналіз можливостей заготівлі деревного палива в лісах України // *Промислова теплотехніка*. – 2018, т. 40, № 1, с. 61-67. DOI <https://doi.org/10.31472/ihe.1.2018.09>
12. *Драгнєв С.В., Желє́зна Т. А., Гелету́ха Г.Г.* Можливості заготівлі побічної продукції кукурудзи на зерно для енергетичного використання в Україні. Частина 1 // *Біоенергетика/Bioenergy*. – 2016, №1 (7), с. 18-22.
13. *Драгнєв С.В., Желє́зна Т. А., Гелету́ха Г.Г.* Можливості заготівлі побічної продукції кукурудзи на зерно для енергетичного використання в Україні. Частина 2 // *Біоенергетика/Bioenergy*. – 2016, №2 (8), с. 11-15.

ROADMAP FOR BIOENERGY DEVELOPMENT IN UKRAINE UNTIL 2050

Geletukha G.G., Zheliezna T.A., Bashtovyi A.I.

Institute of Engineering Thermophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine, 2a Marii Kapnist Str., Kyiv, 03057, Ukraine

<https://doi.org/10.31472/tpe.2.2020.6>

The purpose of the work is to elaborate a concept of Roadmap for bioenergy development of Ukraine, which outlines the goals and prospects of the bioenergy sector until 2050. The proposed Roadmap is an essential document for the country for several factors. First, it determines the contribution of bioenergy to meeting Ukraine's international commitments to reduce greenhouse gas emissions under the Paris Climate Agreement of 2015. Second, the Roadmap shows ways to achieve existing bioenergy development goals until 2035. Third, the Roadmap can be used to elaborate the National Renewable Energy Action Plan until 2030 and the Concept of state policy on energy and environment, as well as to revise the Ukraine's current Energy Strategy with an extension until 2050. The baseline approaches of Roadmap for bioenergy development of Ukraine until 2050 are in line with the basic principles of the Ukrainian Green Deal until 2050 and additionally take into account two promising segments of the bioenergy sector such as the development of production and consumption of first- and second-generation biofuels and biomethane. The structure of consumption of biofuels by their types and by types of produced energy carriers is proposed. It is estimated that in 2050, about half of the total biofuels consumption will come from solid biofuels used for heat production. The rest in comparable proportions will be split between solid biofuels for power production, biogas, biomethane, and liquid biofuels. Further, the Roadmap needs to be detailed, refined and expanded to the level of the Strategy for bioenergy development in Ukraine until 2050. References 13, table 1, figures 2.

Key words: biomass, biofuels, biogas, biomethane, transport biofuels, second-generation biofuels.

1. *Kontseptsiia «zelenoho» enerhetychnoho perekhodu Ukrainy do 2050 roku*, Minekoenerho [Green Energy Transition of Ukraine until 2050, Ministry of Energy and Environmental Protection of Ukraine], 2020 (Ukr.) <https://bit.ly/2tR0P7n>

2. *Rozporiadzhennia KMU Pro skhvalennia Enerhetychnoi stratehii Ukrainy na period do 2035 roku "Bezpeka, enerhoefektyvnist, konkurentospromozhnist"* (№ 605-r vid 18.08.2017) [Energy Strategy of Ukraine until 2035 "Safety, energy efficiency, competitiveness".

Approved by the Cabinet of Ministers of Ukraine Executive Order No. 605-r of 18.08.2017] (Ukr.) <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80>

3. *Natsionalnyi plan dii z vidnovliuvanoi enerhetyky na period do 2020 roku* [National renewable energy action plan up to 2020] (Ukr.)

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/902-2014-%D1%80>

4. *Zheliezna T.A. Ahrobiomasa dlia enerhetyky. Proekt AgroBioHeat prohramy Horyzont 2020* [Agribiomass for Energy. Horizon 2020 AgroBioHeat Project] Presentation at the 15th International Conference "Biomass for Energy", September 24-25, 2019, Kyiv (Ukr.) <https://bit.ly/3bCpduD>

5. *Zakon Ukrainy "Pro alternatyvni dzherela enerhii"* (№ 555-IV vid 20.02.2003) [Law of Ukraine "On Alternative energy sources" No. 555-IV of 20.02.2003 (as amended)] (Ukr.)

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15>

6. *Zakon Ukrainy "Pro alternatyvni vydy palyva"* № 1391-XIV vid 14.01.2000 (iz zminamy) [Law of Ukraine "On Alternative Fuels" No. 1391-XIV of 14.01.2000 (as amended)]. (Ukr.)

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1391-14>

7. *Zakon Ukrainy "Pro teplopostachannia"* (2633-IV vid 02.06.2005, iz zminamy) [The Law of Ukraine "On Heat Supply" No. 2633-IV of 02.06.2005 (as amended)] (Ukr.)

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2633-15>

8. *Zakon Ukrainy "Pro vnesennia zmin do Zakonu Ukrainy "Pro teplopostachannia" shchodo stymuliuvannia vyrobnytstva teplovoi enerhii z alternatyvnykh dzherel enerhii"* (No. 1959-VIII vid 21.03.2017) [The Law of Ukraine "On Amendments to the Law of Ukraine "On Heat Supply" on Stimulation of the Production of Heat Energy from Alternative Energy Sources" (No. 1959-VIII of March 21, 2017)] (Ukr.)

<https://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/1959-19>

9. *Geletukha G.G., Zheliezna T.A., Bashtovyi A.I. Stvorennia konkurentnoho rynku biopalyv v Ukraini. Chastyna 2* [Creation of the competitive biofuel market in Ukraine. Part 2], Industrial Heat Engineering, Vol. 39, No. 4 (2017). P. 76-80. (Ukr.) DOI <https://doi.org/10.31472/tpe.2.2019.12>

10. *Geletukha G.G., Zheliezna T.A., Bashtovyi A.I. Analiz modelei funktsionuvannia sektoru tsentralizovanoho teplopostachannia krain Yevropeiskoho Soiuzu. Chastyna 2* [Analysis of operation models in the district heating sector of EU countries. Part 2] Industrial Heat Engineering, Vol. 38, No. 5 (2016). P. 78-85. (Ukr.) DOI <https://doi.org/10.31472/ihe.5.2016.09>

11. *Geletukha G.G., Zheliezna T.A., Drahniiev S.V., Bashtovyi A.I. Analiz mozhlyvostei zahativli derevnoho*

palyva v lisakh Ukrainy [Analysis of opportunities for harvesting wood fuel in the forests of Ukraine] Industrial Heat Engineering, Vol. 40, No. 1 (2018). P. 61-67. (Ukr.) DOI <https://doi.org/10.31472/ihe.1.2018.09>

12. *Drahniev S.V., Zheliezna T.A., Geletukha G.G.* *Mozhlyvosti zahotivli pobichnoi produktsii kukurudzy na zerno dlia enerhetychnoho vykorystannia v Ukraini. Chastyna 1* [Possibilities for harvesting by-products of grain corn for energy use in Ukraine. Part 1] Bioenergy, No. 1 (7), 2016. P. 18-22. (Ukr.)

13. *Drahniev S.V., Zheliezna T.A., Geletukha G.G.* *Mozhlyvosti zahotivli pobichnoi produktsii kukurudzy na zerno dlia enerhetychnoho vykorystannia v Ukraini. Chastyna 2* [Possibilities for harvesting by-products of grain corn for energy use in Ukraine. Part 2] Bioenergy, No. 2 (8), 2016. P. 11-15. (Ukr.)

Отримано 08.04.2020

Received 08.04.2020