

АНАЛІТИЧНА ЗАПИСКА

# UABIO

№ 26 | 2020



Г.Г. Гелетуха, Т.А. Железна, Ю.Б. Матвеев, П.П. Кучерук, В.Г. Крамар

## **ДОРОЖНЯ КАРТА РОЗВИТКУ БІОЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ ДО 2050 РОКУ**

Аналітична записка № 26 Біоенергетичної асоціації України є черговою в запланованій серії публікацій з основних питань розвитку біоенергетики в Україні.

В *Аналітичній записці* представлено Дорожню карту розвитку біоенергетики України до 2050 року. Необхідність такого документу обґрунтовується відсутністю плану дій по досягненню цілей з розвитку сектору біоенергетики до 2035 року, поставлених діючою Енергетичною стратегією України; відсутністю довгострокових цілей та орієнтирів для розвитку біоенергетичного сектору, а також можливістю використання матеріалів, напрацьованих при підготовці Дорожньої карти, для розробки інших стратегічних документів в сфері енергетики. Наступним кроком вбачається необхідність деталізації і розширення Дорожньої карти до рівня Стратегії розвитку біоенергетики України до 2050 року.

#### **ДОРОЖНЯ КАРТА РОЗВИТКУ БІОЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ ДО 2050 РОКУ**

**Аналітична записка UABIO № 26**

**Гелетуха Г.Г., Железна Т.А., Матвеев Ю.Б., Кучерук П.П., Крамар В.Г.**

**26 листопада 2020 р.**

© Біоенергетична асоціація України, 2020

Жодна частина цієї публікації не має бути відтворена, розповсюджена або передана в будь-якій формі або будь-якими способами, включаючи фотокопіювання, запис чи інші електронні або механічні методи, без прямого індексованого посилання на першоджерело чи письмової згоди. Письмову згоду можна отримати за контактами наведеними нижче.

Публікація доступна на: <https://uabio.org/materials/uabio-analytics/>

Для відгуків та коментарів: [geletukha@uabio.org](mailto:geletukha@uabio.org)

Біоенергетична асоціація України

вул. Марії Капніст, 2-А, оф. 116,

м. Київ, Україна, 03057

+38 (044) 453-28-56

[info@uabio.org](mailto:info@uabio.org)

[www.uabio.org](http://www.uabio.org)

**Зміст**

Зміст.....	3
ПОДЯКА.....	4
1. Поточний стан розвитку біоенергетики України та цілі до 2035 року.....	5
2. Обґрунтування необхідності Дорожньої карти як складової Стратегії розвитку біоенергетики до 2050 року. Зв'язок з іншими стратегічними документами.....	8
3. Аналіз існуючих сценаріїв розвитку енергетики України до 2050 року.....	10
3.1. Концепція «зеленого» енергетичного переходу України до 2050 року (Ukraine Green Deal) .	10
3.2. Пропозиції Біоенергетичної асоціації України по доопрацюванню Концепції «зеленого» енергетичного переходу України до 2050 року.....	11
3.3. Погляди Громадської спілки Global 100RE Ukraine .....	16
3.4. Моделювання енергосистеми України до 2050 року компанії Wärtsilä Energy.....	19
4. Європейський "Зелений Новий Курс" (European Green Deal) .....	22
5. Базові підходи та характеристики Дорожньої карти розвитку біоенергетики України до 2050 р.	24
5.1. Мета, часові межі та реперні точки Дорожньої карти .....	24
5.2. Потенціал біомаси в Україні та його оцінка до 2050 року .....	31
5.3. Запропоноване використання біоенергетичного потенціалу за видами біомаси та отриманого енергоносія до 2050 .....	34
5.4. Біопалива в секторах виробництва теплової енергії, електроенергії та на транспорті.....	37
5.5. Біоенергетичне обладнання, передбачене для впровадження до 2050 року.....	39
5.6. Оцінка інвестицій, необхідних для реалізації Дорожньої карти розвитку біоенергетики України до 2050 року .....	40
5.7. Економічний вплив від впровадження Дорожньої карти .....	40
5.8. Резюме Дорожньої карти розвитку біоенергетики.....	41
5.9. Виробництво біометану та воднева енергетика .....	44
6. Вдосконалення законодавчої бази, необхідне для реалізації Дорожньої карти.....	46
Висновки .....	48
Додаток 1. Що таке дорожня карта?.....	50
Умовні позначення та скорочення .....	51
Попередні публікації БАУ.....	52

## ПОДЯКА

Автори висловлюють щиру подяку *програмі ЄБРР та GEF «Україна: Сталі інновації у ланцюжку створення вартості в біоенергетиці» (менеджер програми – п. Кирило Томляк)* за підтримку розроблення даної Дорожньої карти. Також автори глибоко вдячні *Олексію Епіку* за використання його матеріалів по моделюванню розвитку ВДЕ в Україні і *Євгену Олійнику* – за коментарі, врахування яких суттєво покращило зміст Аналітичної записки.

## 1. Поточний стан розвитку біоенергетики України та цілі до 2035 року

Відновлювані джерела енергії відіграють все більшу роль в енергетиці України. За даними Енергетичного балансу 2018 року, обсяг енергії, виробленої з відновлюваних джерел, у кінцевому енергоспоживанні склав **3582** тис. т н.е., що еквівалентно **7,0%** загального кінцевого споживання енергії (**Рис. 1.1**). З них найбільший внесок робить біоенергетика – **77,3%**.



ДЕРЖЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

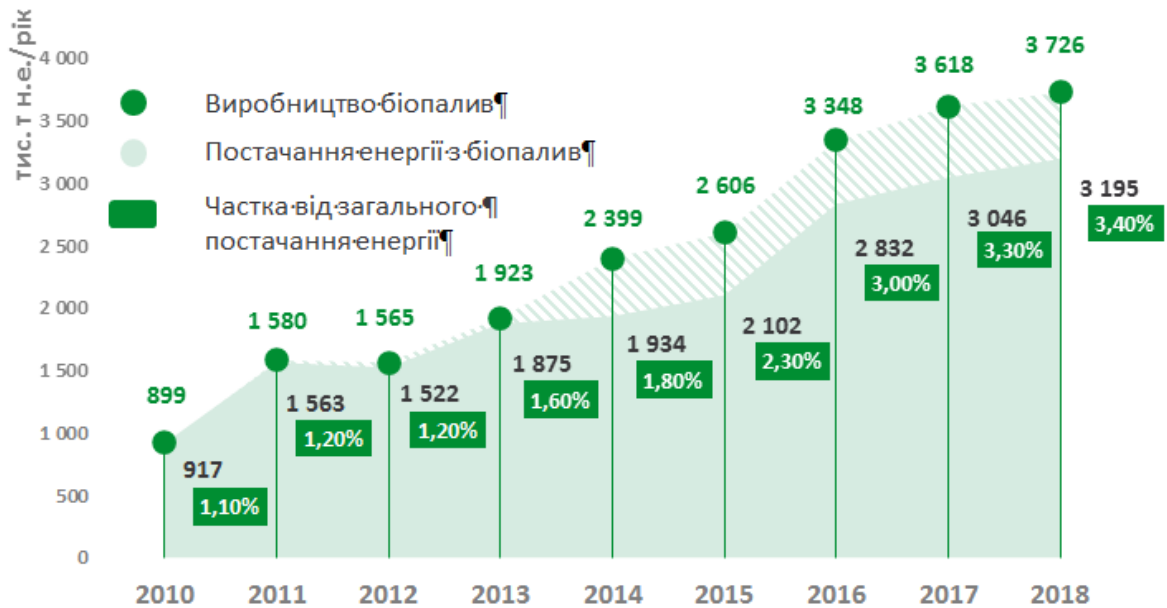
ЦІЛІ НПДВЕ



**Рис. 1.1. Частка ВДЕ в кінцевому енергоспоживанні України та її порівняння з цілями НПДВЕ<sup>1</sup> (дані Держенергоефективності)**

В Україні спостерігається стала тенденція збільшення обсягів виробництва енергії з альтернативних видів палива, зокрема, з біомаси. За даними енергетичного балансу України за 2018 рік, загальне постачання первинної енергії з біопалива та відходів становило **3195** тис. т н.е. (**Рис. 1.2**), що еквівалентно заміщенню **4 млрд м<sup>3</sup>/рік** природного газу. Частка біопалива у загальному постачанні первинної енергії складає **3,4%** (понад **70%** від загального постачання енергії з відновлюваних джерел). Зростання сектору за 2010-2018 рр. становить в середньому **31%** на рік.

<sup>1</sup> Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року. Затверджено постановою КМУ № 902-р від 01.10.2014 <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/902-2014-%D1%80>



**Рис. 1.2. Виробництво і споживання біопалив в Україні в 2010-2018 рр. згідно з даними Енергетичних балансів Державної служби статистики України**

Згідно з діючою Енергетичною стратегією України на період до 2035 року<sup>2</sup>, внесок біомаси, біопалива та відходів у загальне постачання первинної енергії у 2035 році має становити **11** млн т н.е., що складає **50%** внеску всіх відновлюваних джерел (Таблиця 1.1).

**Таблиця 1.1. Структура загального постачання первинної енергії України, млн т н.е.<sup>2</sup>**

Найменування джерел	2015 (факт)	2020 (прогноз)	2025 (прогноз)	2030 (прогноз)	2035 (прогноз)
Вугілля	27,3	18	14	13	12
Природний газ	26,1	24,3	27	28	29
Нафтопродукти	10,5	9,5	8	7,5	7
Атомна енергія	23	24	28	27	24
<b>Біомаса, біопаливо та відходи</b>	<b>2,1</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>11</b>
Сонячна та вітрова енергія	0,1	1	2	5	10
ГЕС	0,5	1	1	1	1
Термальна енергія	0,5	0,5	1	1,5	2
<b>ВСЬОГО, млн т н.е.</b>	<b>90,1</b>	<b>82,3</b>	<b>87</b>	<b>91</b>	<b>96</b>

Традиційно, біоенергетика відіграє найважливішу роль у виробництві теплової енергії та робить найбільший внесок серед усіх відновлюваних джерел енергії – до 80-90%. У 2018 році частка ВДЕ у системах опалення становила **8%** (Рис. 1.3), у тому числі **7%** від загального виробництва теплової енергії було отримано за рахунок біомаси. Тому важливою для розвитку

<sup>2</sup> 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>

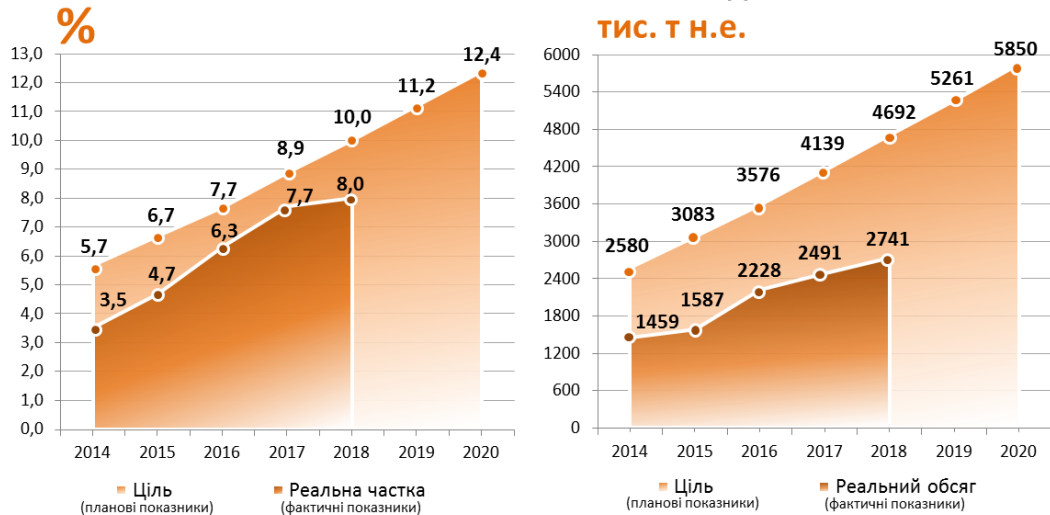
біоенергетики є мета, поставлена в Концепції реалізації державної політики у сфері теплопостачання<sup>3</sup> – збільшення частки використання альтернативних джерел енергії у виробництві теплової енергії до 40% у 2035 році.



## СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ТА ОХОЛОДЖЕННЯ



### Частка та обсяг споживання ВДЕ



- Частка розрахована відповідно до вимог Директиви 2009/28/ЄС (з урахуванням енергії теплових насосів)

**Рис. 1.3. Частка та обсяг споживання ВДЕ в системах опалення/охолодження у порівнянні з цілями НПДВЕ<sup>1</sup> (дані Держенергоєфективності)**

В Україні виробництво електроенергії з біомаси розвинене менше у порівнянні з енергією сонця та вітру. Тим не менше, працює до 20 ТЕЦ та ТЕС на деревній трісці та лушпинні соняшнику; проекти близько 30 електростанцій знаходяться на різних стадіях розробки (від ідеї проекту до проектування). Окрім цього, існує низка біогазових когенераційних установок, що працюють на гною, силосі кукурудзи, жомі цукрових буряків, а також електростанцій, що працюють на біогазі з полігонів ТПВ. Наразі кількість виробників біогазу в Україні сягає близько 50 з сумарною встановленою потужністю близько 100 МВт.

Виробництво моторних біопалив є найменш розвиненим сектором біоенергетики України. На даний момент виробництво біоетанолу розвинене слабо, а біодизель, очевидно, взагалі не виробляється. Відродження сектору можна очікувати після прийняття проекту Закону України про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо обов'язковості використання рідкого біопалива (біокомпонентів) у галузі транспорту<sup>4</sup>.

<sup>3</sup> Концепція реалізації державної політики у сфері теплопостачання. Схвалено розпорядженням КМУ від 18.08.2017 № 569-р <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/569-2017-%D1%80>

<sup>4</sup> Законопроект №3356 від 17.04.2020 [http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4\\_1?pf3511=68617](http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=68617)

**Вектори економічного розвитку до 2030 року**

Важливою подією для України стала презентація Урядом документу «Вектори економічного розвитку до 2030 року»<sup>5</sup>, яка відбулася 6 листопада 2020 року. Цей документ разом із також представленим «Економічним аудитом країни» стануть основою для розробки «Національної економічної стратегії 2030»<sup>6</sup>.

Вектори економічного розвитку до 2030 року, серед іншого, визначають візію, стратегічну мету, індикатори та пріоритетні кроки напрямку Енергетика. Проаналізувавши зміст зазначеного розділу документу, БАУ в цілому підтримує його. Особливо важливими для енергетичного сектору України і, зокрема, відновлюваної енергетики, видаються наступні заплановані в документі пункти:

- Зменшити вуглецевий слід паливно-енергетичного комплексу.
- Залучити 10 млрд дол. інвестиції у відновлювану енергетику.
- Скоротити частку вугільної генерації.
- **Забезпечити зростання частки біомаси у виробництві теплової енергії до 30%.**

*За даними 2018 р., частка біомаси у виробництві теплової енергії становить близько 7%, а у 2020 р. цей показник може зрости до 10%. Заплановані Урядом 30% у 2030 р. вважаємо достатньо амбітною ціллю, що відповідає потроєнню прогнозного показника 2020 р. і добре узгоджується з планами розвитку сектору, зазначеними у Концепції реалізації державної політики у сфері теплопостачання<sup>7</sup> – 30% теплоти з альтернативних джерел енергії у 2025 р., 40% – у 2035 р.*

- Сформувати частку генерації з відновлюваних джерел енергії в загальному виробництві електроенергії на рівні 25%.

*За даними 2018 р., частка ВДЕ у виробництві електроенергії становить близько 9%, а у 2020 р. цей показник може зрости до 11%. Заплановані Урядом 25% у 2030 р. відповідають більш, ніж подвоєнню від очікуваного рівня 2020 р.*

- Розглянути можливість виробництва водню із використанням надлишкової «зеленої» електроенергії в системі, з метою подальшого експорту водню до ЄС.
- Створити конкурентні ринки газу, електроенергії, теплової енергії, вугілля, нафти та нафтопродуктів; забезпечити конкурентоспроможні умови їх транспортування територією України.

## **2. Обґрунтування необхідності Дорожньої карти як складової Стратегії розвитку біоенергетики до 2050 року. Зв'язок з іншими стратегічними документами**

Існує декілька важливих факторів, які обумовлюють необхідність розробки довгострокової стратегії розвитку біоенергетики України і Дорожньої карти<sup>8</sup> як її важливої складової.

<sup>5</sup> <https://assets.documentcloud.org/documents/20402477/doc-vector.pdf>

<sup>6</sup> <https://www.kmu.gov.ua/news/predstavleno-ekonomichnij-audit-krayini-ta-vektori-ekonomichnogo-rozvitku-do-2030-roku>

<sup>7</sup> <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/569-2017-%D1%80#Text>

<sup>8</sup> Визначення поняття «дорожня карта» надано в Додатку 1.



По-перше, 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. 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, необхідно 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-друге, Україна має міжнародні зобов'язання по скороченню викидів парникових газів (ПГ) згідно Паризької кліматичної угоди 2015 року – виконання так званих «національно визначених внесків». Наразі ці зобов'язання по зниженню складають 40% відносно рівня викидів ПГ 1990 р. до 2030 р., але протягом найближчих років можуть збільшитися до близько 70% відносно рівня викидів ПГ 1990 р. Для виконання цієї нової цілі Україна має переходити на низьковуглецеву економіку, суттєво скорочувати споживання викопних палив, активно розвивати енергоефективність і впроваджувати відновлювані джерела енергії. За попередніми оцінками, частка ВДЕ в енергетичному секторі України у 2050 році може досягти **60%**, з яких більше половини – внесок біоенергетики. Таким чином, біоенергетика відіграє значну роль у виконанні Україною міжнародних зобов'язань по скороченню викидів парникових газів, що також обумовлює необхідність розробки довгострокової стратегії розвитку для неї.

Третій фактор обумовлений тим, що вже зараз обладнання більшості потужностей вугільних ТЕС в Україні знаходиться на межі фізичного зносу, бо ці електростанції були введені в експлуатацію у 1960-х роках. Крім того, до 2050 року закінчатся всі можливі терміни продовження експлуатації АЕС країни. Стратегія розвитку біоенергетики на період до 2050 року покаже, яким чином біопалива, біоенергетичні установки і технології зроблять свій внесок у заміщення того обсягу потужностей на викопних паливах (вугіллі, природному газі) і потужностей АЕС, які будуть виведені з експлуатації до 2050 року.

Отже, необхідна довгострокова стратегія розвитку біоенергетики в Україні, яка:

- окреслить *перспективи* розвитку біоенергетичного сектору до 2050 року;
- надасть план дій по досягненню *існуючих цілей* з розвитку сектору до 2035 року;
- представить роль біоенергетики у виконанні міжнародних зобов'язань України по *скороченню викидів* парникових газів;
- покаже внесок біоенергетичних установок і технологій у *заміщення потужностей* на викопних паливах і потужностей АЕС, які будуть виведені з експлуатації до 2050 року.

Важливою складовою і першим кроком на шляху підготовки стратегії розвитку біоенергетики є **Дорожня карта**, опису якої присвячений даний документ.

Матеріали Дорожньої карти можуть бути використані при розробці НПДВЕ до 2030 року (дія поточного НПДВЕ<sup>1</sup> закінчується у 2020 р.), а також нової Енергетичної стратегії України з розширенням охоплюваного періоду до 2050 року. Стосовно останнього, треба зазначити, що Радою національної безпеки і оборони України було прийнято рішення щодо необхідності забезпечити перегляд Енергетичної стратегії України на період до 2035 року «Безпека,

ефективність, конкурентоспроможність»<sup>9</sup>. На виконання цього рішення Урядом України було розроблено *проект Концепції «зеленого» енергетичного переходу України до 2050 року*<sup>10</sup>.

### 3. Аналіз існуючих сценаріїв розвитку енергетики України до 2050 року

#### 3.1. Концепція «зеленого» енергетичного переходу України до 2050 року (Ukraine Green Deal)

У січні 2020 року Міністерство енергетики та захисту довкілля України презентувало проект *Концепції «зеленого» енергетичного переходу України до 2050 року (Ukraine Green Deal)*<sup>11</sup>. Документ розроблено з урахуванням цілей та завдань Європейського «Зеленого Нового Курсу» (*European Green Deal*<sup>12</sup>), опис якого представлено у наступному розділі.

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 в поєднанні з підвищенням енергоефективності;
- скорочення до нуля споживання вуглецеємних 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 ТЕЦ для централізованого опалення передусім на використання **біомаси та біогазу**;
- інтенсифікація широкомасштабного використання ВДЕ (**біопалива та відходів**, електричної та теплової енергії з ВДЕ) в промислових процесах для заміщення вуглецеємних ресурсів.

Окрім досягнення кліматично нейтральної економіки країни до 2070 року, Концепція «зеленого» енергетичного переходу також включає такі напрямки як підвищення енергоефективності, розвиток електротранспорту, циркуляційної економіки (зменшення обсягу відходів), розумних мереж, управління попитом, а також підтримка науково-дослідних робіт та інновацій (**Рис. 3.1**).

<sup>9</sup> Рішення Ради національної безпеки і оборони України від 2 грудня 2019 року. Введено в дію Указом Президента України від 2 грудня 2019 року № 874/2019 <https://www.president.gov.ua/documents/8742019-30769>

<sup>10</sup> Концепція «зеленого» енергетичного переходу України до 2050 року <https://menr.gov.ua/news/34424.html>

<sup>11</sup> Концепція «зеленого» енергетичного переходу України до 2050 року, Мінекоенерго, 2020: презентація <https://bit.ly/3edeS9u>; текст <https://bit.ly/2tR0P7n>; <https://bit.ly/2wtr8BM>

<sup>12</sup> European Green Deal [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_en](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en)

## ОСНОВНІ НАПРЯМИ «ЗЕЛЕНОГО» ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПЕРЕХОДУ

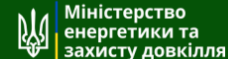


Рис. 3.1. Основні напрями «зеленого» енергетичного переходу України до 2050 року<sup>11</sup>

### 3.2. Пропозиції Біоенергетичної асоціації України по доопрацюванню Концепції «зеленого» енергетичного переходу України до 2050 року

Повністю підтримуємо загальний курс на декарбонізацію енергетики України, передбачений Концепцією «зеленого» енергетичного переходу. В цілому, вважаємо презентовану Концепцію цілісним документом, що вперше на офіційному рівні демонструє погляди уряду України щодо «зеленого» енергетичного переходу із розширеним горизонтом планування до 2070 р.

Аналіз окремих положень Концепції «зеленого» енергетичного переходу України до 2050 року показує, що вона потребує подальшого доопрацювання. Відповідні **пропозиції** Біоенергетичної асоціації України з їх обґрунтуванням представлено нижче<sup>13 14</sup>.

**1)** Концепцією передбачена повна відмова від вугільної електрогенерації до 2050 р. Це, безумовно, узгоджується із світовими тенденціями розвитку вугільної генерації: обсяги використання вугілля скоротилися з 2012 р. до 2017 р. (останній офіційно доступний звітний рік Міжнародного енергетичного агентства – МЕА) в середньому на 2,5% у світі і щонайменше на 20% у країнах ОЕСР<sup>15</sup>. Відповідно до Концепції, на заміну вугілля у 2050 р. у секторі електрогенерації передбачається використовувати 70% відновлюваних джерел і 20-25% нових АЕС на основі технології малих модульних ядерних реакторів. Станом на грудень 2019 р., технологія модульних ядерних

<sup>13</sup> Лист UABIO №480 від «7» лютого 2020 року щодо пропозицій до Концепції «зеленого» енергетичного переходу України до 2050 р. <https://uabio.org/news/7103/>

<sup>14</sup> Лист UABIO №482 від «24» лютого 2020 року щодо додаткових пропозицій до Концепції «зеленого» енергетичного переходу України до 2050 р. <https://uabio.org/news/7115/>

<sup>15</sup> Дані МЕА: <https://www.iea.org/sankey/#?c=OECD%20Total&s=Balance>

реакторів знаходиться на стадії випробування і доопрацювання (R&D) і не є комерційною. Приведена вартість електроенергії (англ. «Levelized cost of electricity» (LCOE), EUR/МВт×год) для нового будівництва малих модульних реакторів наразі дещо вища за вартість електроенергії від нового будівництва традиційних АЕС, і значно перевищує LCOE будь-яких відновлюваних джерел енергії<sup>16</sup>.

Тому вважаємо, що запропоноване Концепцією нове будівництво малих модульних реакторів у період 2035-2050 рр. і далі є **економічно невиправданим**, оскільки електроенергія від цієї технології значно дорожча за електроенергію від інших видів генерації, в тому числі відновлюваних. Для моделі прогнозування пропонуємо використовувати останні публічно доступні дані щодо LCOE різних технологій, що ґрунтуються на даних операційної діяльності конкретних впроваджених проектів у різних частинах світу<sup>17</sup>.

**2)** Концепція, принаймні з інформації презентацій, які її супроводжували, передбачає наступні технології балансування енергосистеми з високою часткою відновлюваних джерел енергії з 2050 р.: ТЕЦ на біомасі, біогазові установки, накопичувачі енергії на основі акумуляторів, електротранспорт. Станом на січень 2020 р., ці технології без комбінації із високоманевреними газовими потужностями не можуть повною мірою забезпечувати характерні темпи реагування (секунди-хвилини) на зміну навантаження в окремі періоди доби для енергосистеми з високою часткою ВДЕ. Технологія балансування високоманевреними газовими потужностями наразі є основною у таких енергосистемах і має найменшу собівартість балансувальної електрики саме тоді, коли працює у комбінації з технологіями, що зазначені у Концепції. Крім того, починаючи з 2012-2013 рр., природний газ для високоманеврених газових потужностей у ЄС-28 активно заміщується біометаном, що є відновлюваним газом.

Отже, вважаємо за необхідне **додати** високоманеврені газові потужності на природному газі та на **біометані** до переліку технологій балансування енергосистеми із високою часткою ВДЕ.

**3)** Концепція передбачає використання відновлюваного водню на транспорті і в промисловості. Це, безумовно, узгоджується із світовими тенденціями розвитку енергетики та транспортного сектору. Проте у Концепції взагалі не згадується про біометан, який є відновлюваним газом, як і водень. Наразі використання біометану стрімко зростає, особливо у країнах ОЕСР та ЄС-28<sup>18</sup>, більшість з яких має плани щодо «зеленого» переходу.

Вважаємо за необхідне **додати біометан** до переліку відновлювальних газів, на рівні з воднем, а також визначити, що обидва гази будуть використовуватися у всіх секторах енергетики – електрогенерації, теплогенерації та на транспорті.

**4)** У Концепції зазначено: *«В секторі теплозабезпечення доцільно розширити використання високоефективної когенерації та тригенерації. Нові когенераційні установки для централізованого опалення мають передусім орієнтуватися на використання біомаси та*

<sup>16</sup> <https://www.lazard.com/perspective/lcoe2019>

<sup>17</sup>: LAZARD'S LEVELIZED COST OF ENERGY ANALYSIS, v.13.0, November 2019:

<https://www.lazard.com/media/451086/lazards-levelized-cost-of-energy-version-130-vf.pdf>

Renewable Energy statistics by IRENA, 2019:

<https://www.irena.org/>

[/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Jul/IRENA\\_Renewable\\_energy\\_statistics\\_2019.pdf](/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Jul/IRENA_Renewable_energy_statistics_2019.pdf)

Power generation renewable energy cost by IRENA, 2018 (based on worldwide implemented projects pool):

[https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/May/IRENA\\_Renewable-Power-Generations-Costs-in-2018.pdf](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/May/IRENA_Renewable-Power-Generations-Costs-in-2018.pdf)

<sup>18</sup> Дані MEA: [https://webstore.iea.org/Content/Images/uploaded/Bioenergy\\_2017\\_Annex3.pdf](https://webstore.iea.org/Content/Images/uploaded/Bioenergy_2017_Annex3.pdf)

біогазу...». Із цим можна погодитись, адже когенерація і тригенерація на біомасі є прогресивною технологією для систем централізованого постачання 4-го (найвищого) покоління<sup>19</sup>. Проте не згадуються інші технології, наприклад, використання котлів на біомасі в системах централізованого тепlopостачання. В той же час використання котлів на біомасі згадується у локальних будинкових котельнях та приватних будівлях, що ми підтримуємо. Пропонуємо симетрично вказати використання котлів на біомасі також у системах централізованого тепlopостачання.

У Концепції сказано: «...на рівні міських систем тепlopостачання – перехід до децентралізованих систем з вільним доступом виробників до мереж та розглядати можливість електрифікації систем опалення,..., використання технологій геотермальної енергетики, теплових насосів». По перше, вважаємо, що у Концепції має бути чітко визначена тенденція на розширення систем централізованого тепlopостачання, підвищення їх ефективності та використання в них ВДЕ. Так, наприклад, у ЄС-28, основний внесок у декарбонізацію сектору тепlopостачання до 2050 р. передбачається саме за рахунок розвитку централізованих систем тепlopостачання<sup>20</sup>. Для цього Концепція має містити поняття переходу від «систем централізованого тепlopостачання» до «ефективних систем централізованого тепlopостачання» в розумінні Директиви ЄС 2012/27/EU<sup>21</sup>, а також введення принципу «зонування» – визначення обов'язкових зон саме для ЦТ в населених пунктах. По-друге, перехід від централізованих до децентралізованих систем тепlopостачання має відбуватись відповідно до визначених критеріїв, наприклад, при низькій щільності теплового навантаження населеного пункту або його окремого району. Щодо згаданого вільного доступу виробників теплової енергії до мереж тепlopостачання – це твердження ми підтримуємо – воно узгоджується із принципами Концепції щодо запровадження конкуренції та відкритості ринків, а також із принципами Директиви ЄС RED II<sup>22</sup>.

Крім того, на нашу думку, у Концепції переоцінена роль електрифікації в тепlopостачанні, адже використання електродкотлів для ЦТ вимагає будівництва додаткової інфраструктури, зокрема, нових мереж електропостачання до таких котельень. Пропонуємо більш широко поглянути на технології виробництва теплової енергії, а саме, додати до переліку ті, що вже використовуються в ефективних системах тепlopостачання: котли на біомасі, теплоутилізатори, скидне тепло, виробництво теплової та електричної енергії з твердих побутових відходів, сонячні колектори. Також пропонуємо зробити більш чіткий розподіл видів генерації окремо для трьох основних підсекторів споживання тепла: індивідуального опалення, централізованого опалення, промисловості.

5) У Концепції взагалі не згадуються рідкі біопалива, а саме, біоетанол I-го та II-го покоління і біодизель II-го покоління для використання на транспорті. Наразі ці біопалива вже застосовуються в транспортному секторі, в тому числі, в Україні (як домішки до бензину та дизелю). Крім того, в

<sup>19</sup> <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544214002369?via%3Dihub>

<sup>20</sup> Див., наприклад, детальну аналітику щодо обґрунтування домінуючої ролі розвитку саме систем централізованого тепlopостачання для декарбонізації енергетики Євросоюзу до 2050 р. – Towards a decarbonised heating and cooling sector in Europe by Aalborg University, Denmark in cooperation with Danfoss, Engie, et.all, November 2019:

[https://vbn.aau.dk/ws/portalfiles/portal/316535596/Towards\\_a\\_decarbonised\\_H\\_C\\_sector\\_in\\_EU\\_Final\\_Report.pdf](https://vbn.aau.dk/ws/portalfiles/portal/316535596/Towards_a_decarbonised_H_C_sector_in_EU_Final_Report.pdf)

<sup>21</sup> див. Директиву ЄС 2012/27/EU “On Energy Efficiency”:

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32012L0027>

<sup>22</sup> Директива ЄС RED-II (EU) 2018/2001, 11 Dec 2018:

[https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L\\_.2018.328.01.0082.01.ENG&toc=OJ:L:2018:328:TOC](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2018.328.01.0082.01.ENG&toc=OJ:L:2018:328:TOC)

Україні зареєстровано законопроект № 3356<sup>23</sup> від 17.04.2020 щодо обов'язковості використання рідкого біопалива (біокомпонентів) у галузі транспорту, який визначає зобов'язання щодо обов'язкової частки рідкого біопалива (біокомпонентів) в обсягах бензинів автомобільних<sup>24</sup> та критерії сталості виробництва рідкого біопалива:

з 01.07.2021 – не менш як 5% (об'ємних), за відносної похибки визначення  $\pm 0,5\%$ ;

з 01.07.2022 – не менш як 6% (об'ємних), за відносної похибки визначення  $\pm 0,5\%$ ;

з 01.07.2023 – не менш як 7% (об'ємних), за відносної похибки визначення  $\pm 0,5\%$ .

Пропонуємо **додати** у Концепцію використання **біоетанолу та біодизелю** на транспорті на весь горизонт планування до 2050 р.

**6)** Вважаємо, що загальний курс на декарбонізацію енергетики України, передбачений Концепцією, є правильним і має базуватися на двох основних **принципах**, які ми пропонуємо **включити** в текст Концепції:

- Відміна будь-яких субсидій на викопне паливо та енергію з нього.

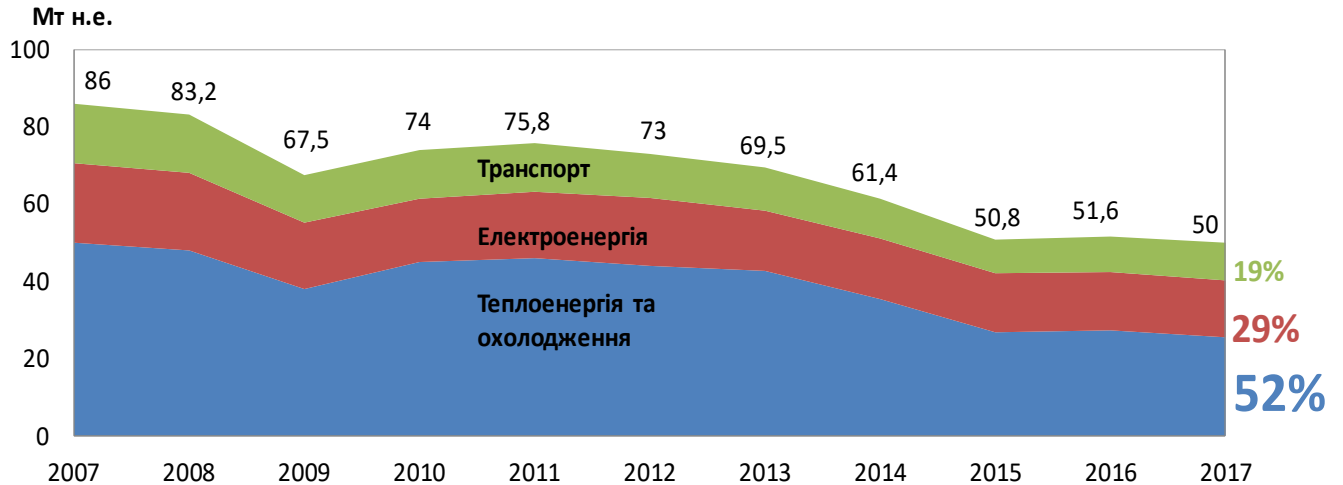
- Запровадження вуглецевого податку чи аналогічного енергетичного податку на викопні палива.

**7)** Концепцією передбачається використовувати 70% ВДЕ при виробництві електроенергії. Проте в презентації п. Олександра Д'ячука 21.02.2020 прозвучала також цифра 40-45% ВДЕ в ЗППЕ в 2050 р.

Так, сектор електроенергетики безперечно важливий, але не єдиний, в якому необхідні декарбонізація і перехід до ВДЕ. На **Рис. 3.2** представлена структура кінцевого енергоспоживання України у 2007-2017 рр., розділена по трьох категоріях: електроенергія, теплова енергія та охолодження, транспорт (розрахунки UABIO). Можна бачити, що сектор теплової енергії та охолодження споживає понад половини загального кінцевого енергоспоживання країни. Аналогічна картина в більшості країн ЄС. Очевидно, що без декарбонізації цього сектору, як і сектору транспорту, загальні плани країн по декарбонізації і переходу до ВДЕ виконати буде не можливо.

<sup>23</sup> Проект Закону про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо обов'язковості використання рідкого біопалива (біокомпонентів) у галузі транспорту (№ 3356 від 17.04.2020)  
[http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4\\_1?pf3511=68617](http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=68617)

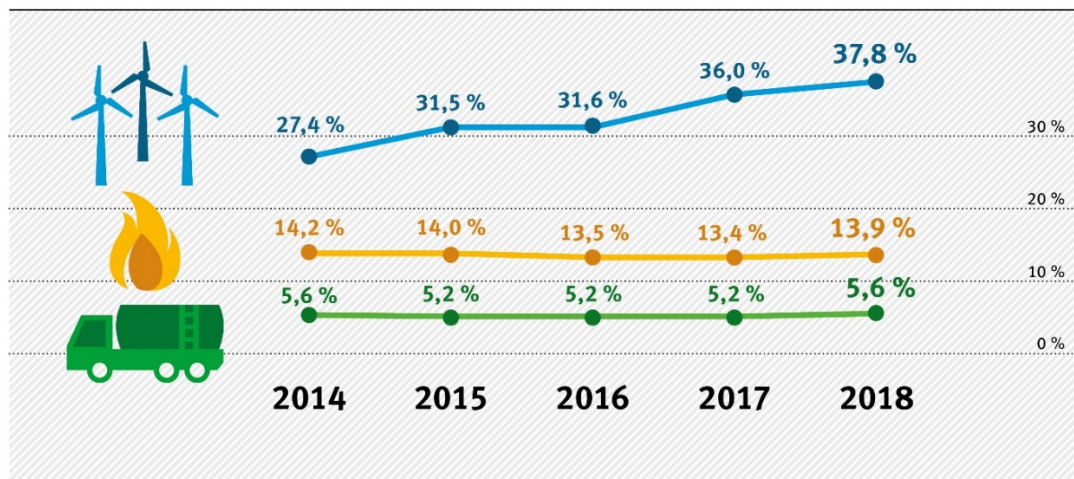
<sup>24</sup> Для цілей цього Закону під нормативно визначеною обов'язковою часткою вмісту рідкого біопалива (біокомпонентів) в обсягах бензинів автомобільних розуміється вміст рідкого біопалива (біокомпонентів) в усіх обсягах бензинів автомобільних, що відпускаються з місць виробництва пального, місць оптової торгівлі паливом та місць роздрібною торгівлі паливом, за виключенням бензинів з октановим числом 98 і вище та бензинів, що поставляються для потреб Міністерства оборони, Державного резерву та для створення мінімальних запасів нафти та нафтопродуктів.



**Рис. 3.2. Структура кінцевого енергоспоживання України, 2007-2017 рр.<sup>25</sup>**

Покажемо у цьому контексті є приклад Німеччини. Так, в 2018 році частка ВДЕ в кінцевому енергоспоживанні Німеччини досягла 16,6%. В тому числі: 37,8% ВДЕ – в спожитій електроенергії, 13,9% ВДЕ – в спожитому теплі і 5,6% ВДЕ – на транспорті (Рис. 3.3).

### Anteil erneuerbarer Energien in den Sektoren Strom, Wärme und Verkehr



Quelle: Umweltbundesamt auf Basis Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat)

Синя лінія – частка ВДЕ в електроенергетиці, жовта – в системах опалення і охолодження, зелена – на транспорті

**Рис. 3.3. Частка ВДЕ в кінцевому енергоспоживанні Німеччини, 2014-2018 рр.**

Очевидні тенденції швидкого розвитку відновлюваної електроенергетики при стагнації секторів відновлюваного тепла і транспорту. Як результат, ціль Німеччини у скороченні викидів парникових газів на 40% в 2020 р. (в порівнянні з рівнем 1990 р.), не буде досягнута. Цей показник

<sup>25</sup> Оцінено експертами БАУ за даними Енергетичних балансів України.

у 2018 р. склав лише 30,8%. Німецькі політики визнають необхідність виправлення ситуації і прискореного розвитку секторів відновлюваного тепла і транспорту.

На жаль, запланованих на 2050 р. часток ВДЕ при виробництві тепла і на транспорті в Концепції не приведено. Однак, виходячи з цифри 70% ВДЕ в електроенергії і 40-45% ВДЕ в ЗППЕ, можна спрогнозувати, що Концепція передбачає в Україні до 40% ВДЕ в виробництві тепла і до 10% ВДЕ на транспорті:

$$70\% (\text{ВДЕ в електриці}) \times 0,29 + 40\% (\text{ВДЕ в теплі}) \times 0,52 + 10\% (\text{ВДЕ на транспорті}) \times 0,19 = 46,9\% \text{ ВДЕ в ЗППЕ.}$$

Виходячи з цього, Біоенергетична асоціація України має ряд додаткових **пропозицій**:

- 70% ВДЕ в електроенергії вважаємо амбітним і правильним показником. Але 40-45% ВДЕ в ЗППЕ – зовсім ні. Україна матиме показник біля 10% ВДЕ в ЗППЕ в 2020 р., і тоді 40% ВДЕ в ЗППЕ в 2050 р. відповідає темпу зростання ВДЕ на рівні 1%/рік у період 2020-2050. Це значне нижче запланованого темпу зростання ВДЕ в ЄС, необхідного для досягнення CO<sub>2</sub> нейтральності в 2050 р. – понад 2%/рік. Вважаємо ріст на рівні 1%/рік для України явно недостатнім.

**Наше бачення – не менше 60% ВДЕ в ЗППЕ в 2050 р.**

- Ціль на рівні 40% ВДЕ в теплі у 2050 р., на нашу думку, є необґрунтовано низькою. Ця ціль вже зафіксована Урядом як офіційна для даного сектору на 2035 р.

**Наше бачення – не менше 65% ВДЕ в теплі у 2050 р.**

- Ціль на рівні 10% ВДЕ на транспорті, на нашу думку, явно недостатня.

**Наше бачення – не менше 35% ВДЕ на транспорті у 2050 р.**

- Виходячи з цифри 70% ВДЕ в електроенергії, 65% ВДЕ в теплі і 35% ВДЕ на транспорті, отримаємо **більше 60% ВДЕ в ЗППЕ у 2050 році**:

$$70\% (\text{ВДЕ в електриці}) \times 0,49 + 65\% (\text{ВДЕ в теплі}) \times 0,37 + 35\% (\text{ВДЕ на транспорті}) \times 0,14 = 63\% \text{ ВДЕ в ЗППЕ.}$$

- Вважаємо за необхідне вже на рівні Концепції включити для 2050 р. наступні показники:
  - частка ВДЕ в електриці;
  - частка ВДЕ в теплі;
  - частка ВДЕ на транспорті;
  - частка ВДЕ в ЗППЕ в цілому.

Біоенергетична асоціація України підтримує невідкладне затвердження Концепції з урахуванням вказаних зауважень. Бачимо необхідність до кінця 2020 року розробити та затвердити Нову «зелену» енергетичну стратегію України до 2050 року.

### 3.3. Погляди Громадської спілки Global 100RE Ukraine

З точки зору довгострокового стратегічного планування енергетики і, зокрема, відновлюваної енергетики України, представляє значний інтерес позиція **Громадської спілки Global 100RE Ukraine**<sup>26</sup>, серед засновників якої є Біоенергетична асоціація України.

<sup>26</sup> ГС Global 100RE Ukraine (100 RE UA) <https://100re.org.ua/about/>



Енергетична система України – одна з найменш гнучких у світі. У ній критично не вистачає маневрових потужностей та накопичувачів енергії. Їх потрібно терміново будувати. Отже, все одно є необхідність формувати нову генерацію і важливо обґрунтовано визначити яку саме. Енергетика – консервативна галузь. На зведення електростанції може знадобитися до десяти років. Щоб мати збалансовану енергетичну систему у 2050 році, її потрібно планувати вже зараз, а плани мусять починатися з чіткої стратегії<sup>27</sup>.

Паризька угода встановлює ціль щодо утримання росту глобальної температури на Землі в межах 2°C до 2100 року. Однак, відповідно до очікуваних національно-визначених внесків (NDC) країн-підписантів, викиди ПГ цих країн спричинять зростання глобальної температури на рівні 3,5°C до 2100 року. Це ставить перед сторонами Паризької угоди, у тому числі перед Україною, завдання щодо взяття більш амбітних зобов'язань із скорочення викидів парникових газів. Зокрема, Україна офіційно озвучила ціль щодо скорочення викидів ПГ на 40% до 2030 року відносно рівня викидів ПГ 1990 року. Однак, відповідно до глобальної цілі Паризької угоди (2°C), у разі припущення пропорційності викидів ПГ до зміни глобальної температури озвучена ціль повинна бути скорегована із 40% до 70% у 2030 році відносно 1990 року. На чергових кліматичних переговорах Україні, можливо, доведеться взяти на себе такі жорсткі зобов'язання. Вони не залишать місця вугіллю в енергосистемі країни.

Власне вугілля в Україні дороге і дотаційне. Ніхто в світі не видобуває вугілля у настільки глибоких шахтах – до 1 км. Паливо містить багато сірки, що потребує встановлення систем сіркоочищення. Таке вугілля стає надто дорогим.

У 2018 році Україна забезпечувала себе газом на 65% від потреби, нафтою – на 20%, вугіллям – на 61%. Загальний показник залежності від імпорту енергоресурсів, з урахуванням ядерного палива, у 2015 році становив 51%. Це значний ризик для енергетичної безпеки країни. На імпортовані енергоресурси витрачається понад 17 млрд дол. на рік, тоді як ці кошти можна витратити значно ефективніше.

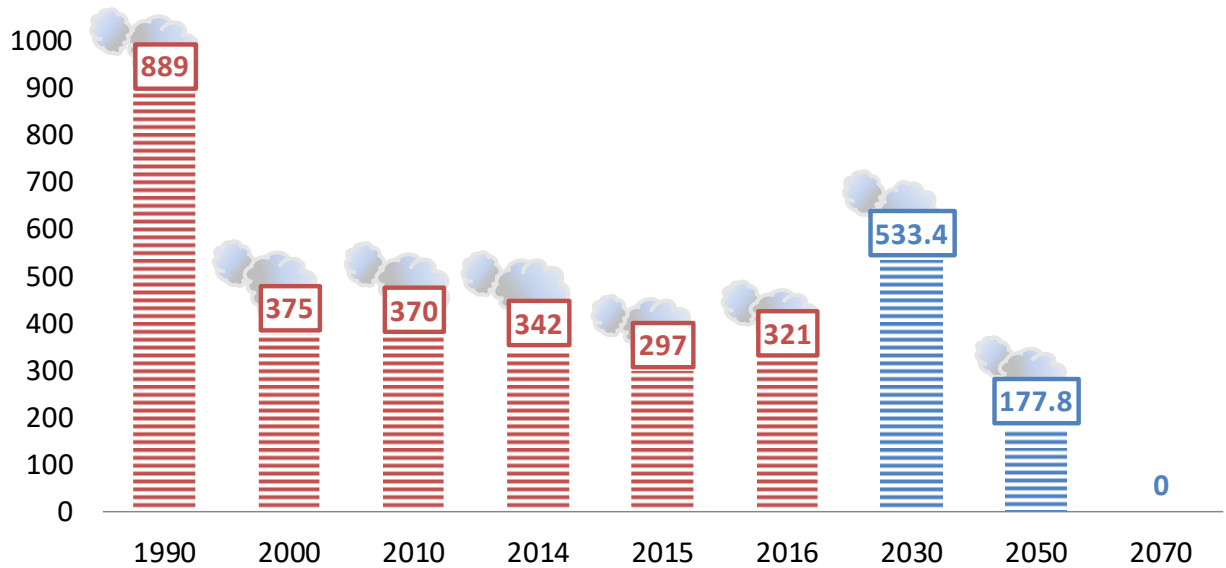
За даними Міжнародного енергетичного агентства, для запобігання підвищенню глобальної температури більш ніж на 2°C і досягнення відповідного скорочення викидів CO<sub>2</sub> до 2050 року найважливішу роль відіграватимуть енергоефективність (40%) та відновлювальні джерела енергії (30%). Тому нова "зелена" енергетична стратегія України до 2050 року повинна базуватися на розвитку двох основних напрямків. Перший – скорочення споживання енергетичних ресурсів завдяки підвищенню енергоефективності, другий – енергозбереження та використання ВДЕ.

Черговий звіт відомого аналітичного агентства Lazard<sup>28</sup> підтвердив очікування аналітиків: відновлювана енергетика продовжує дешевшати. Lazard розраховує вартість виробництва електроенергії. Вона включає видатки на будівництво і загальні витрати на експлуатацію за весь час роботи, розділені на обсяг енергії, що виробляється за весь час роботи електростанції. Найнижчу ціну вироблення МВт×год показує вітрова енергетика – 28-54 дол. На другому місці сонячна енергетика – 32-42 дол., тоді як вугільна МВт×год коштує 66-152 дол., атомна – 118-192 дол.

<sup>27</sup> О. Домбровський, Г. Гелетуха. Україні потрібна нова "зелена" енергетична стратегія <https://www.epravda.com.ua/columns/2020/01/3/655486/>

<sup>28</sup> Levelized Cost of Energy and Levelized Cost of Storage 2019 <https://www.lazard.com/perspective/lcoe2019>





2030 рік: 40% скорочення викидів від рівня 1990 року – ціль NDC України;  
 2050 рік: 80% скорочення викидів від рівня 1990 року – за сценарієм утримання температури в межах 2°C і пропорційного розподілу додаткових зобов'язань між країнами (потенційні зобов'язання України згідно з Паризькою угодою);  
 2070 рік: 100% скорочення викидів – бачення 100 RE UA

**Рис. 3.5. Викиди парникових газів в Україні у період 1990-2016 рр. (в млн т CO<sub>2</sub>-екв./рік) та бачення 100 RE UA до 2070 року**

Кілька країн вже близькі до досягнення показника 100% ВДЕ: Ісландія, Парагвай, Коста Ріка, Норвегія, Нікарагуа, Шотландія. Цілий ряд країн вже на цьому шляху. Всього 53 країни мають цілі переходу на 100% ВДЕ в окремих секторах (переважно, у виробництві електроенергії). Офіційні енергетичні стратегії переходу на 100% ВДЕ в усіх секторах до 2050 р. вже затвердили Швеція і Данія. Крім того, 247 міст і 33 окремих штатів і регіонів також встановили собі цілі переходу на 100% ВДЕ<sup>29</sup>.

Цікавим є приклад Німеччини, де з 2021 року мережами природного газу пропонують зобов'язати транспортувати 1% відновлюваних і декарбонізованих газів, включаючи біометан і зелений водень, а до 2030 року підвищити їх частку до 10%. Причому, ймовірно, що значну частину цих відновлюваних газів Німеччина буде імпортувати. Це відкриває нові можливості для України.

### 3.4. Моделювання енергосистеми України до 2050 року компанії Wärtsilä Energy

Компанія Wärtsilä, яка є світовим лідером у моделюванні сценаріїв розвитку енергетичних систем, у нещодавньому дослідженні розробила математичну модель Об'єднаної енергосистеми України за допомогою програмного комплексу PLEXOS® – спеціалізованого інструменту для

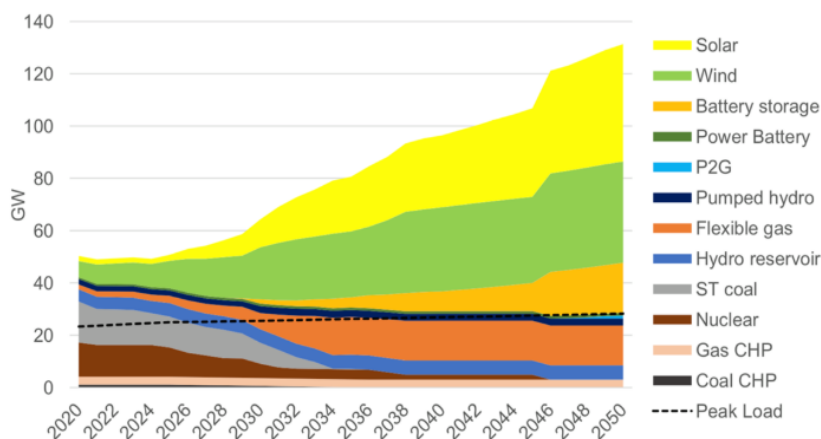
<sup>29</sup> Звіт IRENA «TOWARDS 100% RENEWABLE ENERGY» (2019 р.)

[https://coalition.irena.org/-/media/Files/IRENA/Coalition-for-Action/IRENA\\_Coalition\\_100percentRE\\_2019.pdf](https://coalition.irena.org/-/media/Files/IRENA/Coalition-for-Action/IRENA_Coalition_100percentRE_2019.pdf)

планування й оптимізації в електроенергетиці. Були проаналізовані **два сценарії** розвитку енергосистеми на наступні 30 років (Рис. 3.6)<sup>30</sup>.

## СЦЕНАРІЙ 1: ОПТИМІЗОВАНА СОБІВАРТІСТЬ

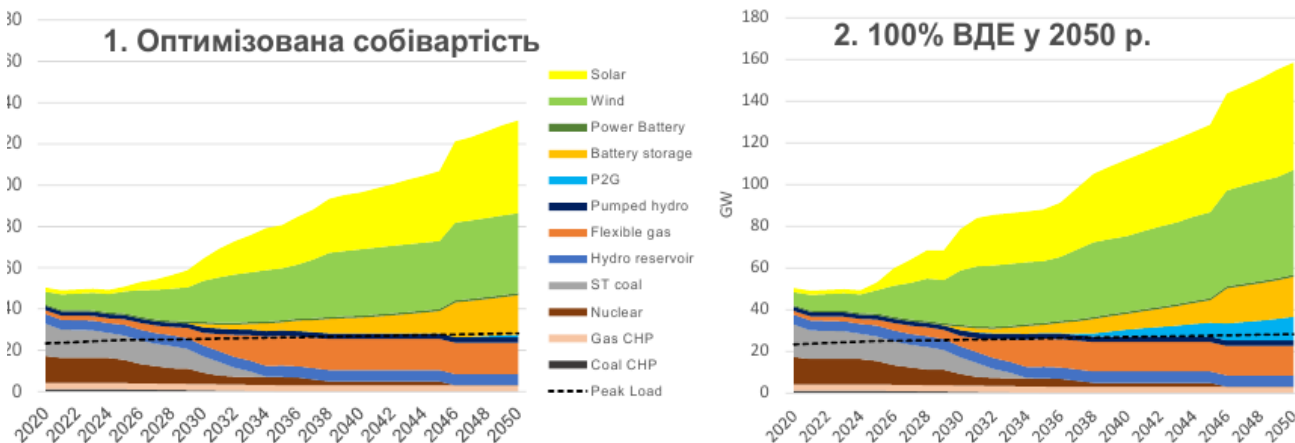
Розвиток потужностей ОЕС України до 2050 р.



Встановлена потужність, 2050	ГВт
СЕС	45
ВЕС	39
Маневрений газ	15
ГЕС	6
ТЕЦ газ	3
<b>Генерація загалом</b>	<b>107</b>
ГАЕС	3
P2G	1
Батареї ємності	19
Батареї потужності	1
<b>Перенос енергії загалом</b>	<b>24</b>
<b>Система загалом</b>	<b>131</b>

## СЦЕНАРІЙ 2: 100% ВДЕ

Розвиток потужностей ОЕС України до 2050 р.



Вуглецево-нейтральна система потребує:

- На 17 ГВт більше вітру і сонця
- Обсяг потужностей Power-to-gas достатній для виробництва палива для 100% безвуглецевої генерації

Рис. 3.6. Два сценарії розвитку енергосистеми України до 2050 року (модельовання Wärtsilä Energy)<sup>31</sup>

<sup>30</sup> ОНОВЛЕНО: Енергетичний перехід в Україні можливий. Результати моделювання енергосистеми до 2050 року [https://www.finnishenergyhub.com/post/energy-transition-is-possible-in-ukraine-modeling-of-power-system?fbclid=IwAR3ggj94WrjPOumEo\\_pNtJSPD4QbnbBNInm9W6PYwFVW6Uwzri7q5wnqF9M](https://www.finnishenergyhub.com/post/energy-transition-is-possible-in-ukraine-modeling-of-power-system?fbclid=IwAR3ggj94WrjPOumEo_pNtJSPD4QbnbBNInm9W6PYwFVW6Uwzri7q5wnqF9M)

Перший, **оптимальний** сценарій, передбачав пошук найменшої собівартості електроенергії. В основі дослідження – поточний стан енергосистеми України: необхідність заміни старих потужностей на нові та більш ефективні. З огляду на термін експлуатації вугільних та атомних станцій, побудували графік їх закриття. Математичний апарат моделі на основі економічних і технічних показників різних технологій генерації підібрав найоптимальніший склад нового обладнання, щоб досягти найменшої собівартості електроенергії. Враховувалися як існуючі, так і перспективні технології, всі варіанти альтернативних джерел, які можуть прийти на заміну з огляду на вартість обладнання і палива для нього.

Оптимальна енергосистема рухатиметься у напрямі збільшення частки відновлюваної енергії і досягне рівня **88%** ВДЕ в енергобалансі у 2050 році. Інші 12% – газові маневрені потужності, які балансуватимуть нестабільні сонце і вітер. Це доводить, що використання вугілля та атомної енергії є дорожчим.

Другий, **безвуглецевий** сценарій, передбачав заданий параметр – **100%** ВДЕ і відповідне примусове скорочення викидів CO<sub>2</sub> до нуля до 2050 року. В результаті був змодельований шлях розвитку з оптимізацією витрат. Система замінила 12% газових потужностей штучним газом – відновлюваним метаном, отриманим із «зеленого» водню. Цей сценарій збільшує витрати, порівняно з першим, на 9% – це вартість додаткових 17 ГВт ВДЕ та 11 ГВт відновлюваного газу.

Обидва сценарії, незважаючи на різну постановку задачі, пропонують схожі маршрути розвитку, а саме – інвестиції у ВДЕ, маневрену потужність та системи накопичення. Безвуглецевий сценарій відрізняється додатковою потребою у потужностях ВДЕ та систем перетворення відновлюваного газу. Жоден сценарій не пропонує будівництва традиційної теплової генерації.

Бачення Біоенергетичної асоціації України полягає в тому, що *біоенергетика буде відігравати значну роль в майбутній енергетиці України і з урахуванням результатів представлених сценаріїв розвитку енергосистеми України до 2050 року.*

Моделювання компанії Wärtsilä робилось *тільки для електроенергетики* і не торкалось секторів теплової енергії і транспорту, де біоенергетика традиційно займає сильні позиції. Зокрема, не розглядалися ТЕЦ на біомасі з одночасним виробництвом теплової і електричної енергії. Вважаємо, що навіть в електроенергетиці біоенергетика займатиме суттєве місце, зокрема, у вигляді ТЕЦ на біомасі і маневреної генерації на біометані.

Крім того, другий сценарій передбачає конвертацію «зеленого» водню в метан, ціна якого закладена на рівні \$650 за 1000 м<sup>3</sup>. Проте біометан, отриманий у процесі ферментації або термохімічної газифікації, є цілком конкурентним такому синтетичному метану. Так, ціна біометану варіюється від \$350 до \$700 за 1000 м<sup>3</sup>.

Автори моделювання в своїй презентації висловлюють думку, що на глобальному рівні біопалив недостатньо<sup>31</sup>. Вважаємо, що це не стосується України – в Україні їх достатньо, і ресурси біомаси можуть замінити, принаймні, весь імпортований газ та вугілля.

<sup>31</sup> Презентації Wärtsilä Energy <http://bit.ly/2VDIuWQ>, <http://bit.ly/39f82NU>

## 4. Європейський "Зелений Новий Курс" (European Green Deal)

Концепція Європейського "Зеленого Нового Курсу" (European Green Deal) була презентована Європейською Комісією у грудні 2019 року. European Green Deal – це дорожня карта досягнення сталості економіки ЄС, у тому числі – **скорочення до нуля викидів парникових газів до 2050 року**, а також «роз'єднання» економічного росту і споживання ресурсів. European Green Deal охоплює всі галузі економіки і в першу чергу стосується сектору транспорту, енергетики, сільського господарства, будівництва, а також металургії, цементної, текстильної та хімічної промисловості<sup>12 32 33</sup>.

Для забезпечення виконання цілі з кліматичної нейтральності у 2050 році, Європейська Комісія на початку березня 2020 р. подала на розгляд Європарламенту та інших відповідальних органів проєкт Європейського Кліматичного Закону<sup>34</sup>. Планується, що країни-члени ЄС будуть відслідковувати свою траєкторію досягнення нульових викидів парникових газів до 2050 року, кожні п'ять років аналізувати поточну ситуацію і в разі необхідності коригувати вживані заходи.

Досягнення кліматичної нейтральності потребує реалізації великої кількості заходів у всіх секторах економіки, у тому числі таких дій як:

- інвестування в екологічно чисті технології;
- підтримка інновацій у промисловості;
- розширення використання більш чистих, дешевих і менш шкідливих для здоров'я видів приватного і громадського транспорту;
- декарбонізація енергетики;
- підвищення енергетичної ефективності будинків;
- співпраця з міжнародними партнерами з метою підвищення світових екологічних стандартів.

Концепція Європейського «зеленого» переходу (European Green Deal) також ставить за мету розвиток економіки замкнутого циклу (циркуляційної економіки), зменшення викидів забруднюючих речовин, збереження біорізноманіття. З урахуванням цього, Концепція Європейського «зеленого» переходу включає розробку і затвердження Європейської стратегії розвитку промисловості (European Industrial Strategy), Плану дій з розвитку економіки замкнутого циклу (Circular Economy Action Plan), Стратегії збереження біорізноманіття до 2030 р. (EU Biodiversity Strategy for 2030).

Протягом наступного десятиріччя на реалізацію «зеленого» переходу планується залучити інвестиції в обсязі принаймні 1 трильйон євро (European Green Deal Investment Plan), головним чином із Європейського Інвестиційного Банку. Крім того, на період 2021-2027 рр. Євросоюз виділить щонайменше 100 млрд євро фінансової підтримки (Just Transition Mechanism) для тих

<sup>32</sup> The European Green Deal sets out how to make Europe the first climate-neutral continent by 2050  
[https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/e%20n/ip\\_19\\_6691](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/e%20n/ip_19_6691)

<sup>33</sup> Annex to the Communication on the European Green Deal Roadmap - Key actions  
[https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/european-green-deal-communication-annex-roadmap\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/european-green-deal-communication-annex-roadmap_en.pdf)

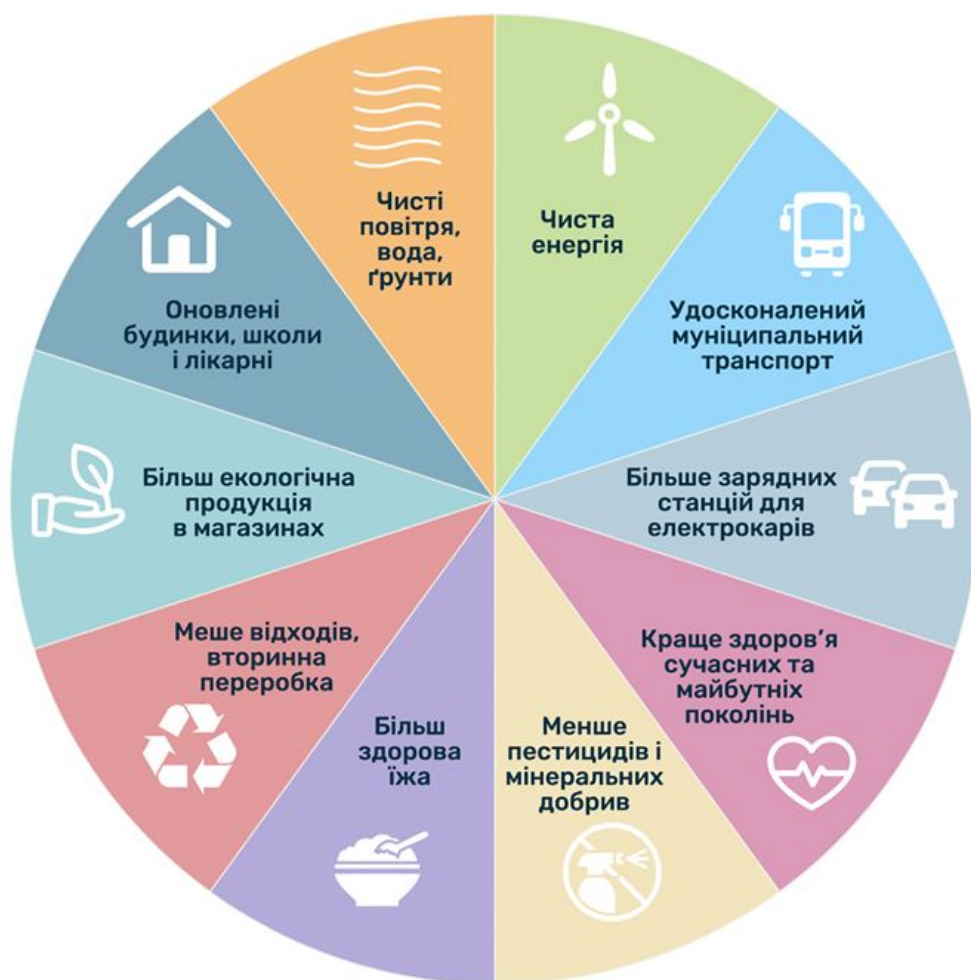
<sup>34</sup> Commission proposal for a regulation: European Climate Law  
[https://ec.europa.eu/info/files/commission-proposal-regulation-european-climate-law\\_en](https://ec.europa.eu/info/files/commission-proposal-regulation-european-climate-law_en)  
[https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/commission-proposal-regulation-european-climate-law-march-2020\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/commission-proposal-regulation-european-climate-law-march-2020_en.pdf)

секторів економіки та регіонів, на які більше всього вплине необхідність впровадження «зеленого» переходу<sup>35</sup>.

В сьогоденних умовах "Зелений Новий Курс" набуває ще більшої актуальності – Євросоюз вважає його **оптимальним шляхом виходу економіки ЄС з кризи** після закінчення пандемії COVID—19.

Десять головних факторів, як реалізація «зеленої» стратегії впливатиме на життя звичайних людей і, в результаті, на майбутні покоління представлено на **Рис. 4.1**.

## Європейський Green Deal



Джерело:  
Європейська Комісія (euronews.com)  
Переклад:  
**UABIO**

**Рис. 4.1. Десять головних факторів впливу Європейського «зеленого» переходу**

<sup>35</sup> Financing the green transition: The European Green Deal Investment Plan and Just Transition Mechanism [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip\\_20\\_17](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_20_17)

## 5. Базові підходи та характеристики Дорожньої карти розвитку біоенергетики України до 2050 року

### 5.1. Мета, часові межі та реперні точки Дорожньої карти

Метою Дорожньої карти є представлення реалістичного довгострокового сценарію розвитку біоенергетики, що відповідає переходу України на 100% ВДЕ у 2070 році. Запропонована Дорожня карта охоплює період з 2020 по 2050 роки і має кілька реперних точок. Одна з них – 2030 рік, оскільки новий НПДВЕ розробляється до 2030 року, в якому повинно споживатися не менше 8 млн т н.е. біомаси, біопалива та відходів (згідно діючої Енергостратегії). Друга реперна точка враховує ціль з розвитку біоенергетики, поставлену Енергетичною стратегією України на 2035 рік – 11 млн т н.е. біомаси, біопалива та відходів у загальному постачанні первинної енергії.

Дорожня карта відповідає сценарію досягнення більше 60% ВДЕ в енергобалансі України у 2050 р. (Рис. 5.1), у тому числі по окремих секторах:

- електроенергія – 70% ВДЕ (Рис. 5.2);
- теплова енергія – 65% ВДЕ (Рис. 5.3);
- транспорт – 35% ВДЕ (Рис. 5.4).

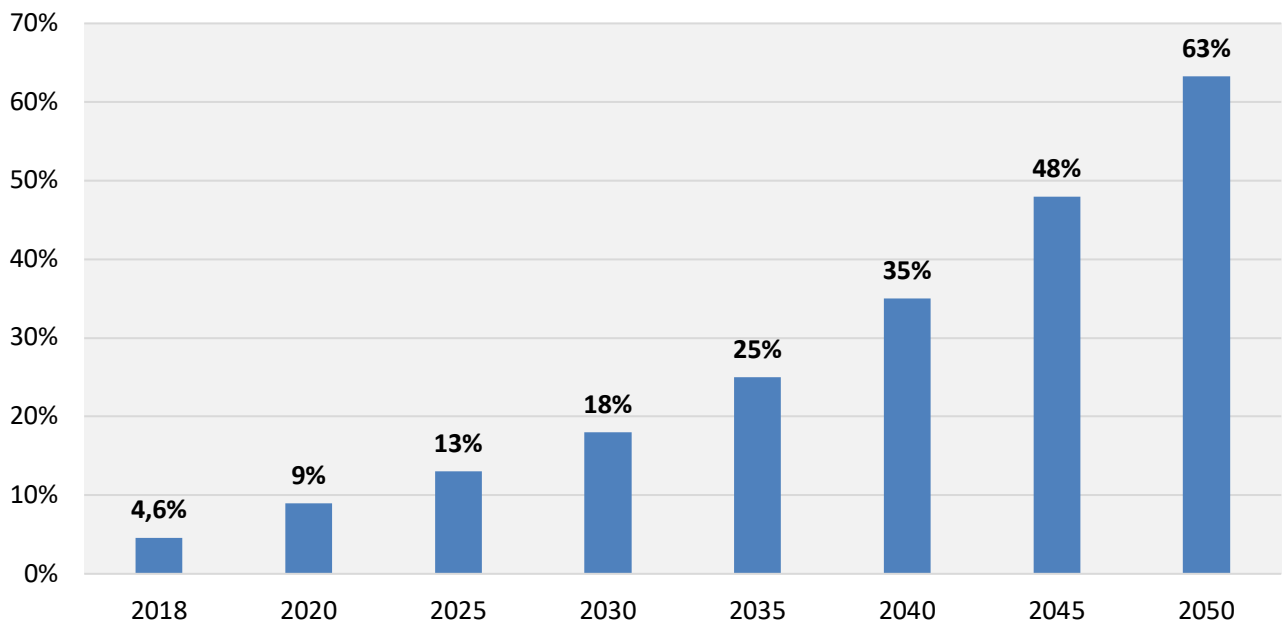


Рис. 5.1. Прогноз частки ВДЕ у загальному постачанні первинної енергії в Україні до 2050 року<sup>36</sup>

<sup>36</sup> Показник 2018 р. (4,6% ВДЕ у ЗППЕ) – дані Енергетичного балансу України за 2018 рік (Державна служба статистики України). Показник 2035 р. (25% ВДЕ у ЗППЕ) – дані Енергетичної стратегії України на період до 2035 року.



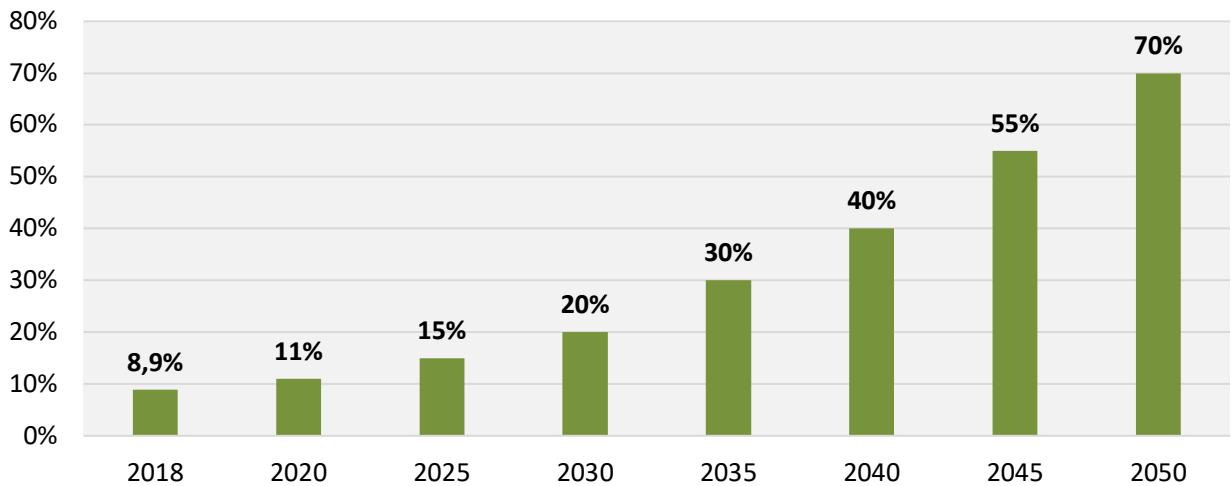


Рис. 5.2. Прогноз частки ВДЕ у виробництві електричної енергії до 2050 року<sup>37</sup>

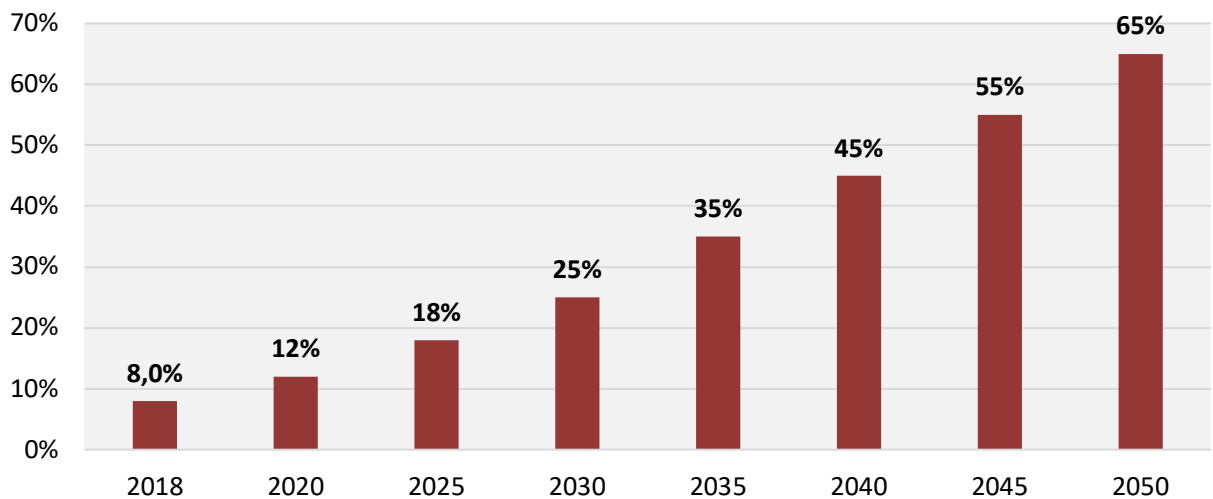


Рис. 5.3. Прогноз частки ВДЕ у виробництві теплової енергії до 2050 року<sup>37</sup>

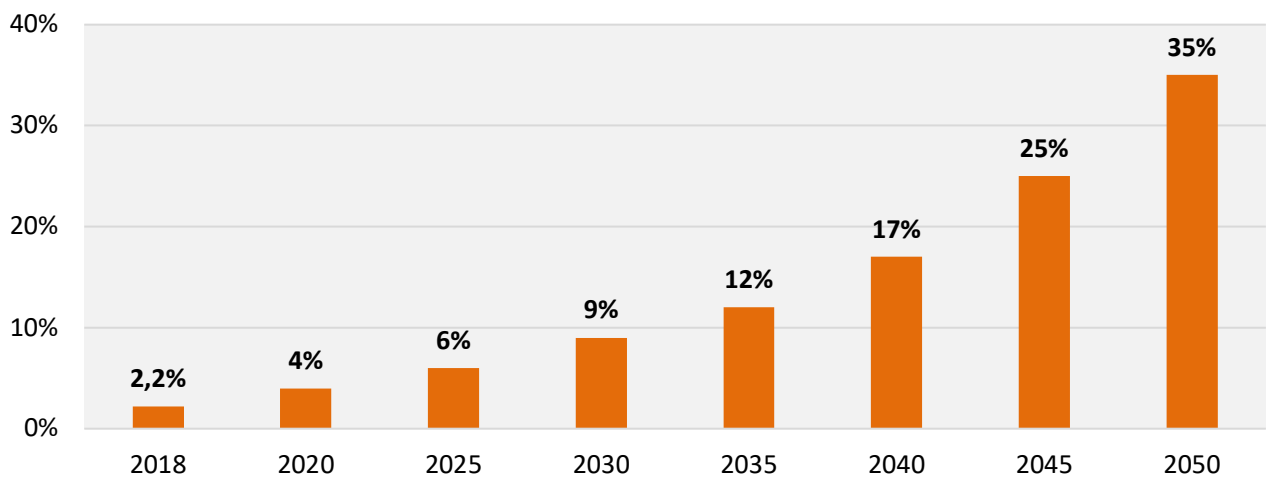


Рис. 5.4. Прогноз частки ВДЕ у транспортному секторі до 2050 року<sup>37</sup>

<sup>37</sup> 2018 рік – дані Держенергоефективності по частці ВДЕ у споживанні електроенергії, теплової енергії, а також енергії з ВДЕ у транспортному секторі.

Реалізація зазначених цілей можлива за умови зменшення ЗПРЕ у 2050 р. порівняно з 2018 р. (93,2 млн т н.е.) на 9% (до 85 млн т н.е.).

Стосовно виробництва теплової енергії з ВДЕ, треба зазначити, що наразі до 85-90% загального обсягу припадає на біомасу. Згідно прогнозу Біоенергетичної асоціації України, і в подальшому найбільша частка виробництва тепла з ВДЕ в країні буде припадати на біомасу. Цей підхід іде у розріз з деякими «радикальними» прогнозами, згідно яких у майбутньому Україна може повністю перейти на електрообігрів.

Видається показовим приклад Литви, де активно розвивається виробництво теплової енергії з біомаси з амбітними планами і на майбутнє. Згідно Національної стратегії енергетичної незалежності Литви (Lithuania's National Energy Independence Strategy<sup>38</sup>) до 2030 р. 90% теплової енергії будуть вироблятися з ВДЕ, в основному завдяки сучасним ТЕЦ на біомасі. До 2050 року вся тепла енергія, що споживатиметься у Литві, буде вироблятися з ВДЕ та інших чистих джерел. Литовська асоціація централізованого тепlopостачання (Lithuanian District Heating Association) зазначає, що у Литві достатньо ресурсів, щоб мати 100% опалення з використанням біопалива, не спричиняючи негативного впливу на навколишнє середовище<sup>39</sup>.

Беручи до уваги міркування вище, в Дорожній карті розвитку біоенергетики України до 2050 року передбачено високі частки біомаси від усіх ВДЕ у виробництві теплової енергії (Рис. 5.5). За прийнятої в Дорожній карті динаміки зміни ЗПРЕ і його структури, це відповідає частці біомаси у загальному виробництві тепла у 2050 році на рівні 44% (Рис. 5.6).

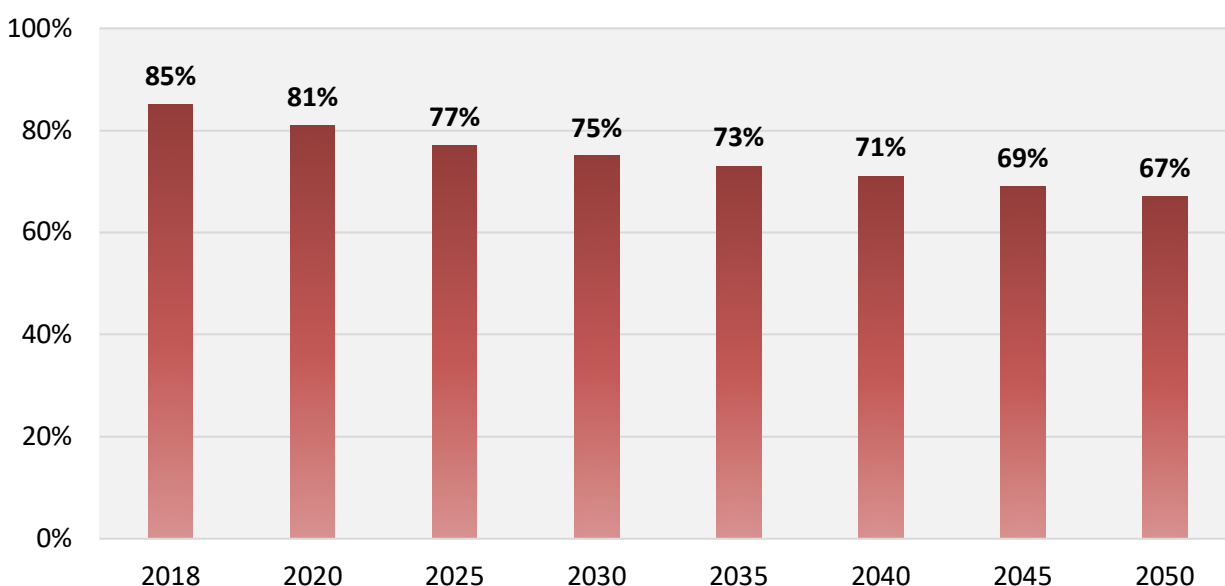


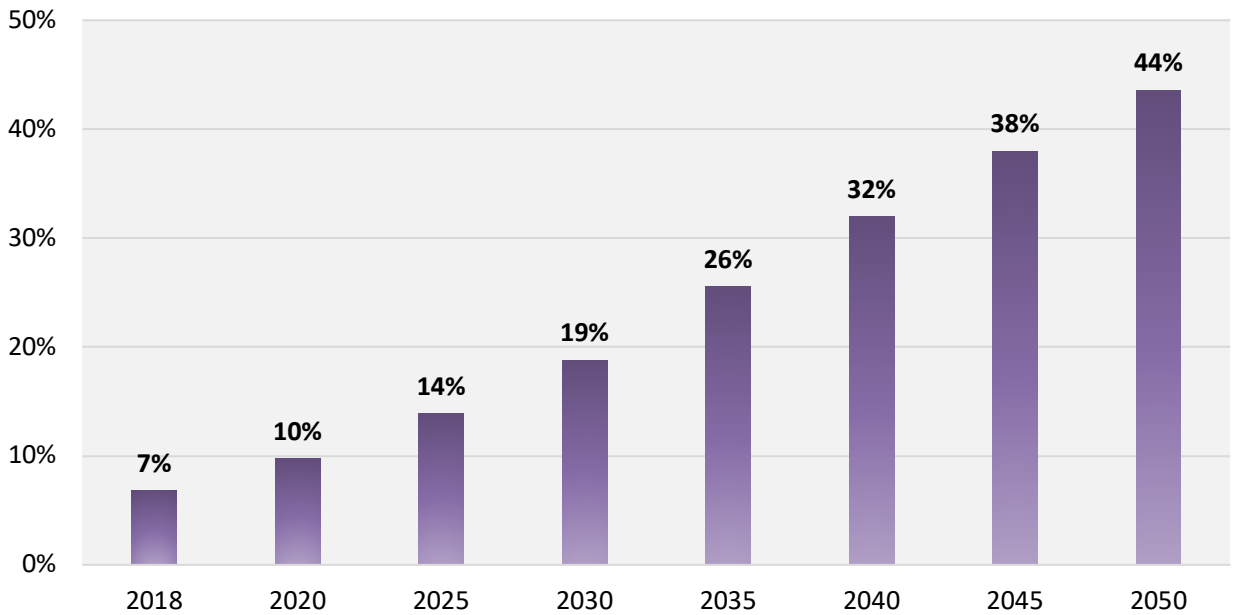
Рис. 5.5. Прогноз частки біомаси від усіх ВДЕ у виробництві теплової енергії<sup>40</sup>

<sup>38</sup> Lithuania's National Energy Independence Strategy

[http://enmin.lrv.lt/uploads/enmin/documents/files/National\\_energy\\_independence\\_strategy\\_2018.pdf](http://enmin.lrv.lt/uploads/enmin/documents/files/National_energy_independence_strategy_2018.pdf)

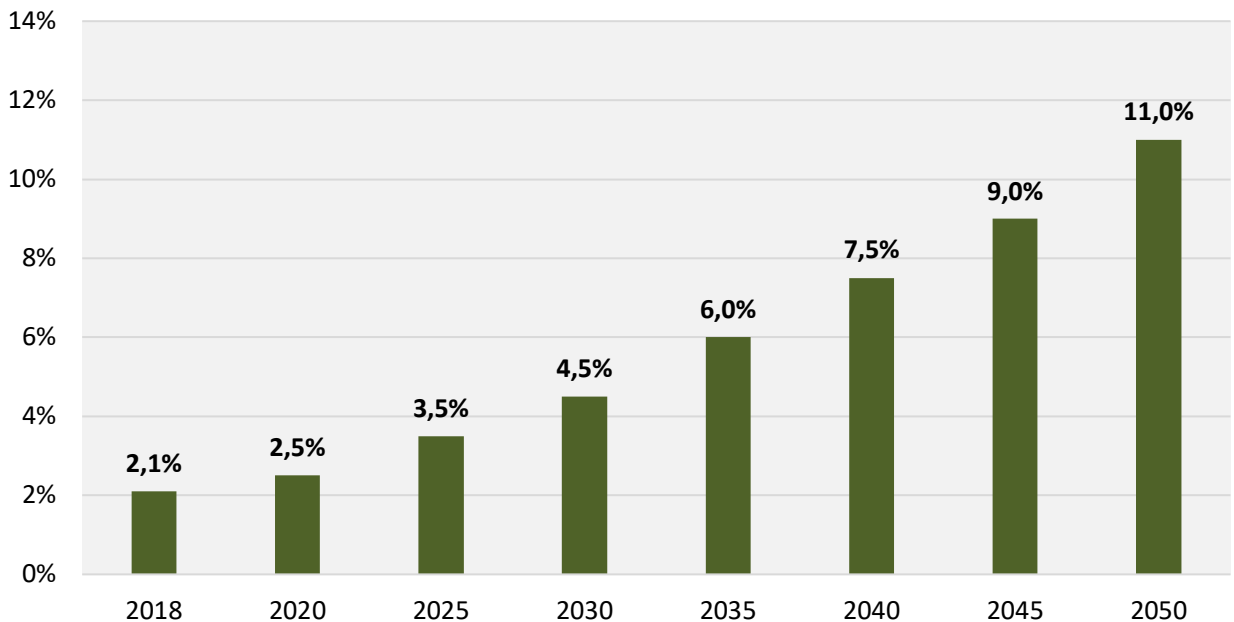
<sup>39</sup> ABOUT DH SECTOR <https://lsta.lt/en/about-dh-sector/>

<sup>40</sup> Показник 2018 р. – оцінка Біоенергетичної асоціації України.



**Рис. 5.6. Прогноз частки біомаси у виробництві теплової енергії<sup>40</sup>**

Прийняті в Дорожній карті частки біомаси від усіх ВДЕ у виробництві електроенергії та отриманий відповідний внесок біомаси до загального виробництва електроенергії до 2050 року представлені на **Рис. 5.7, 5.8.**



**Рис. 5.7. Прогноз частки біомаси від усіх ВДЕ у виробництві електроенергії<sup>41 42</sup>**

<sup>41</sup> Показник 2018 р. – згідно даних Енергетичного балансу України 2018 р.

<sup>42</sup> При прогнозуванні бралися до уваги дані GLOBAL ENERGY TRANSFORMATION. A Roadmap to 2050, IRENA, 2018 ([http://energytransition.in.ua/wp-content/uploads/2018/12/IRENA\\_Report\\_GET\\_2018.pdf](http://energytransition.in.ua/wp-content/uploads/2018/12/IRENA_Report_GET_2018.pdf)) з урахуванням умов України (поточний та перспективний енергетичний потенціал біомаси, поточний стан та перспективи розвитку інших ВДЕ і т.ін.).

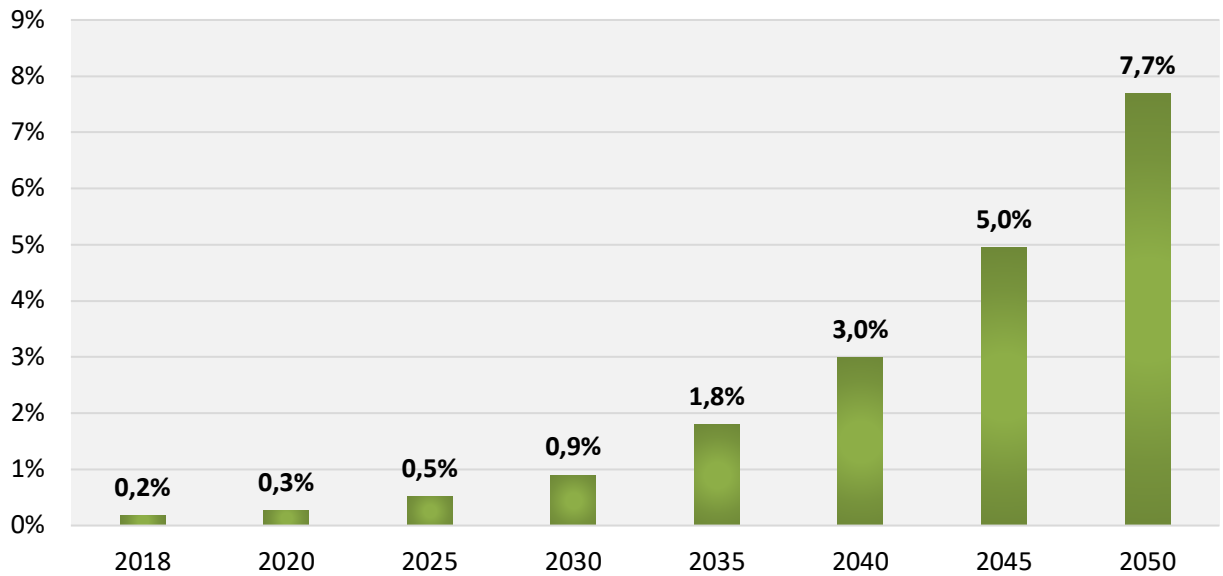


Рис. 5.8. Прогноз частки біомаси у виробництві електроенергії<sup>43</sup>

При моделюванні розвитку сектору моторних біопалив в Україні було використано результати проєкту «Засоби поширення використання ВДЕ на транспорті в країнах-членах Енергетичного Співтовариства»<sup>44</sup> (Рис. 5.9, 5.10) і дані Дорожньої Карти трансформації світової енергетики до 2050 року<sup>45</sup>, розробленої Міжнародним агентством з відновлюваної енергетики (IRENA) (Рис. 5.11).

Тис. т н.е.

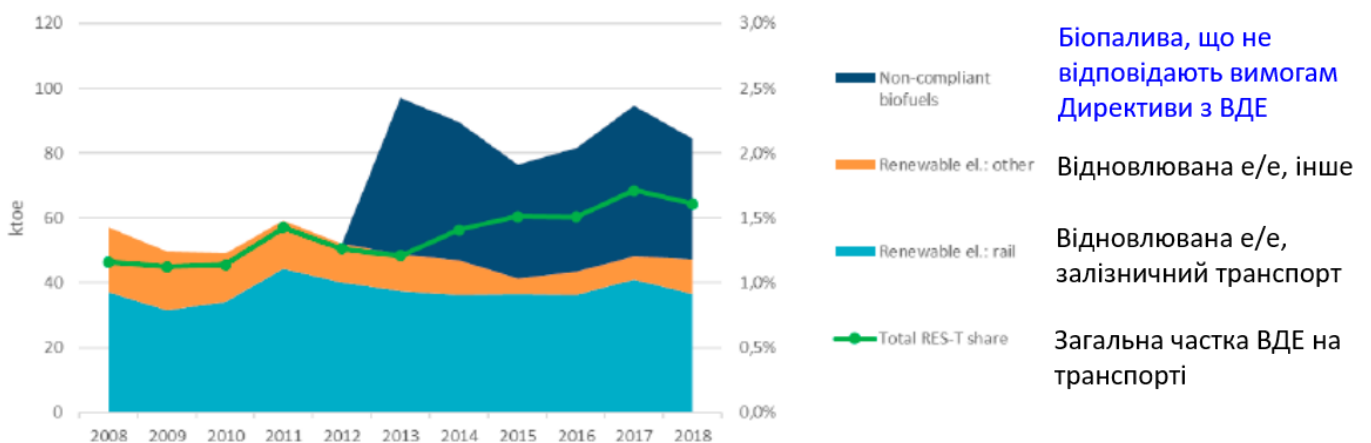
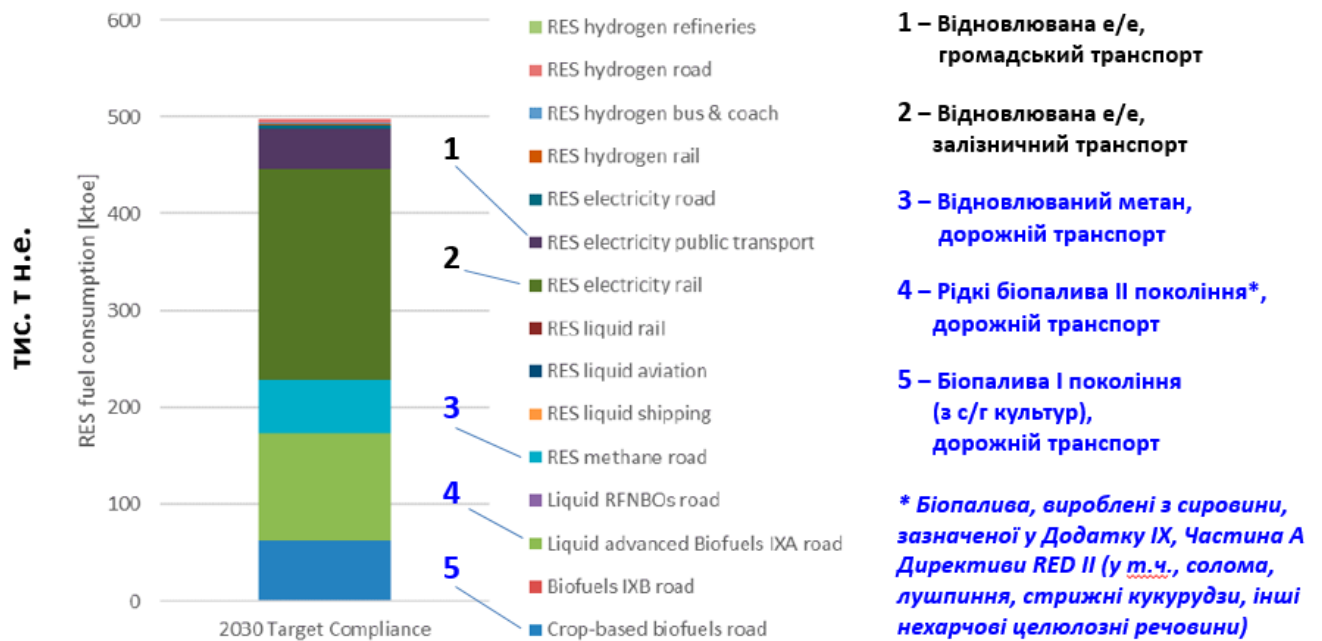


Рис. 5.9. Споживання відновлюваної енергії на транспорті в Україні<sup>44</sup>

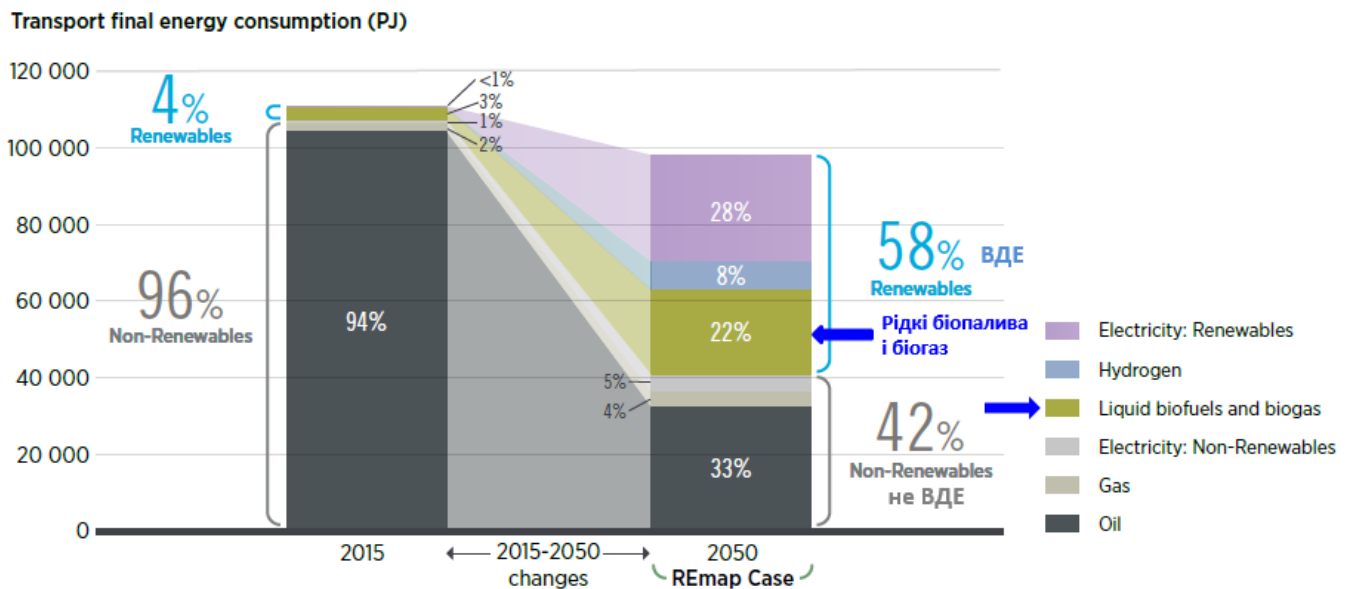
<sup>43</sup> Показник 2018 р. – розрахунок за даними Енергобалансу України 2018 р. та ДАЕЕ.

<sup>44</sup> Проєкт “Modalities to foster use of renewable energy sources in the transport sector by the Energy Community Contracting Parties” (2019-2020 рр.) виконувався у співпраці з Держенергоефективності. Результати проєкту стосовно України було представлено на вебінарі 16.10.2020.

<sup>45</sup> GLOBAL ENERGY TRANSFORMATION. A Roadmap to 2050, IRENA, 2018 ([http://energytransition.in.ua/wp-content/uploads/2018/12/IRENA\\_Report\\_GET\\_2018.pdf](http://energytransition.in.ua/wp-content/uploads/2018/12/IRENA_Report_GET_2018.pdf))

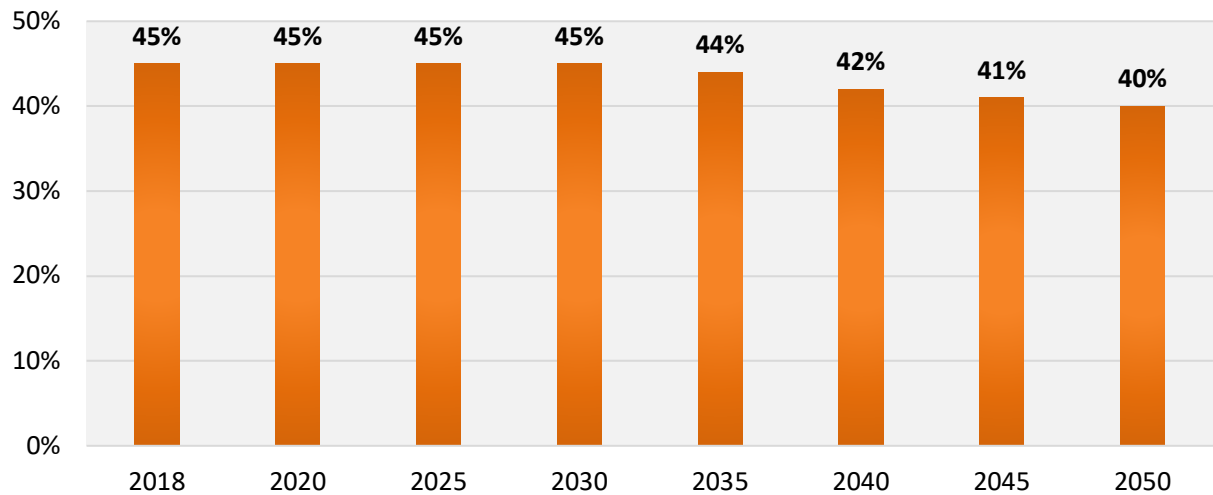


**Рис. 5.10. Прогноз структури споживання відновлюваної енергії на транспорті в Україні у 2030 році<sup>44</sup>**

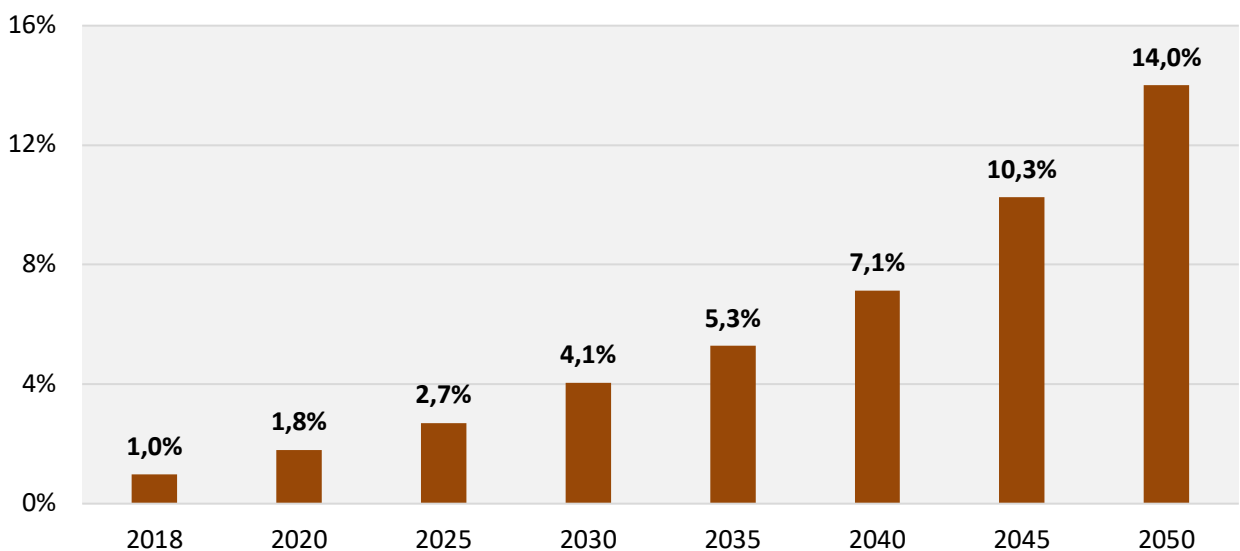


**Рис. 5.11. Динаміка зміни структури кінцевого споживання енергії на транспорті у світі до 2050 року<sup>45</sup>**

Прийняті в Дорожній карті частки біомаси від усіх ВДЕ у секторі транспорту та отриманий відповідний внесок біомаси до загального споживання енергії на транспорті до 2050 року представлені на **Рис. 5.12, 5.13.**



**Рис. 5.12. Прогноз частки біомаси від усіх ВДЕ у секторі транспорту<sup>46</sup>**

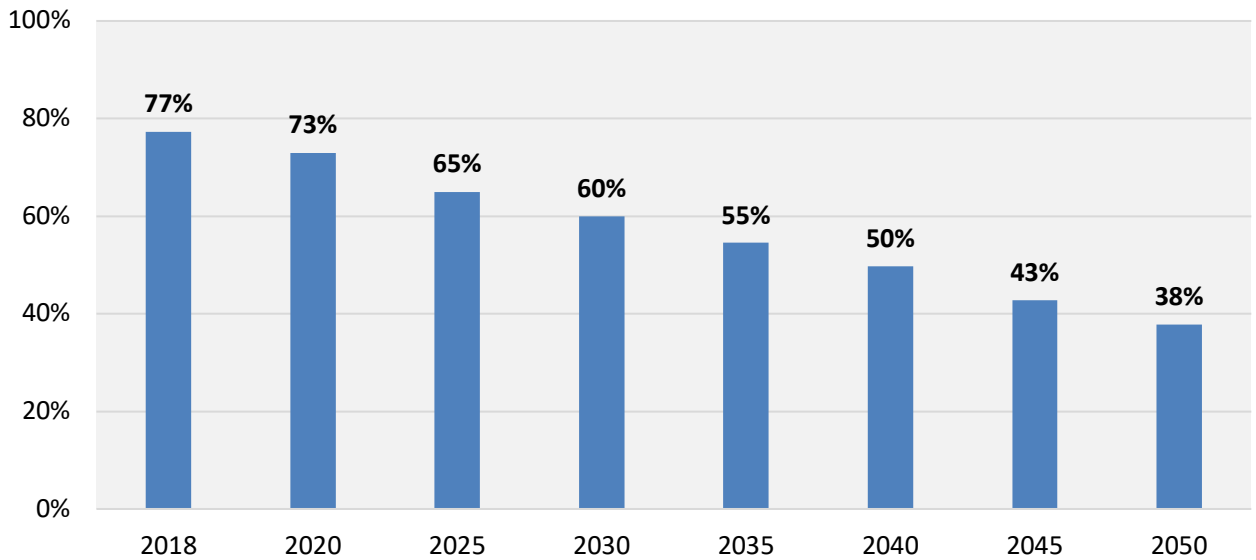


**Рис. 5.13. Прогноз частки біопалив у загальному кінцевому споживанні енергії на транспорті<sup>47</sup>**

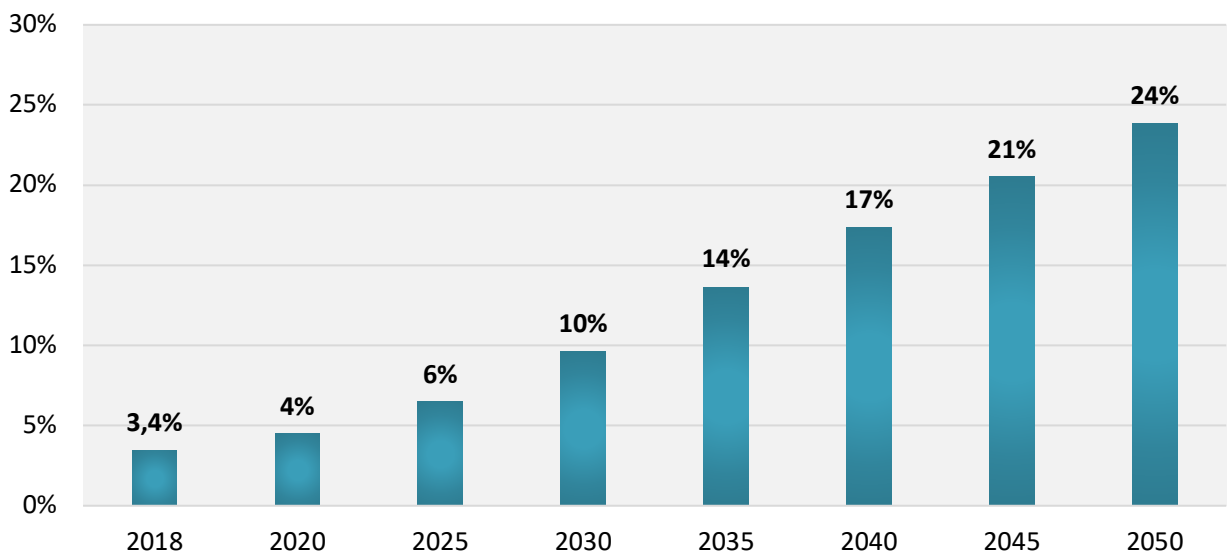
Ґрунтуючись на виконаному прогнозуванні розвитку біоенергетики у секторах виробництва теплової енергії, електроенергії і на транспорті, отримано дані по можливому внеску біомаси/біопалив до виробництва відновлюваної енергії і загального постачання первинної енергії в Україні до 2050 року – відповідно, 38% і 24% у 2050 році (Рис. 5.14, 5.15).

<sup>46</sup> Показники 2018 і 2030 рр. – оцінка проекту «Засоби поширення використання ВДЕ на транспорті в країнах-членах Енергетичного Співтовариства» (“Modalities to foster use of renewable energy sources in the transport sector by the Energy Community Contracting Parties” 2019-2020).

<sup>47</sup> Показник 2018 р. – розрахунок за даними проекту «Засоби поширення використання ВДЕ на транспорті в країнах-членах Енергетичного Співтовариства» (“Modalities to foster use of renewable energy sources in the transport sector by the Energy Community Contracting Parties” 2019-2020) і ДАЕЕ.



**Рис. 5.14. Прогноз частки біомаси від усіх ВДЕ у загальному постачанні первинної енергії в Україні<sup>41</sup>**



**Рис. 5.15. Прогноз частки біомаси у загальному постачанні первинної енергії в Україні<sup>41</sup>**

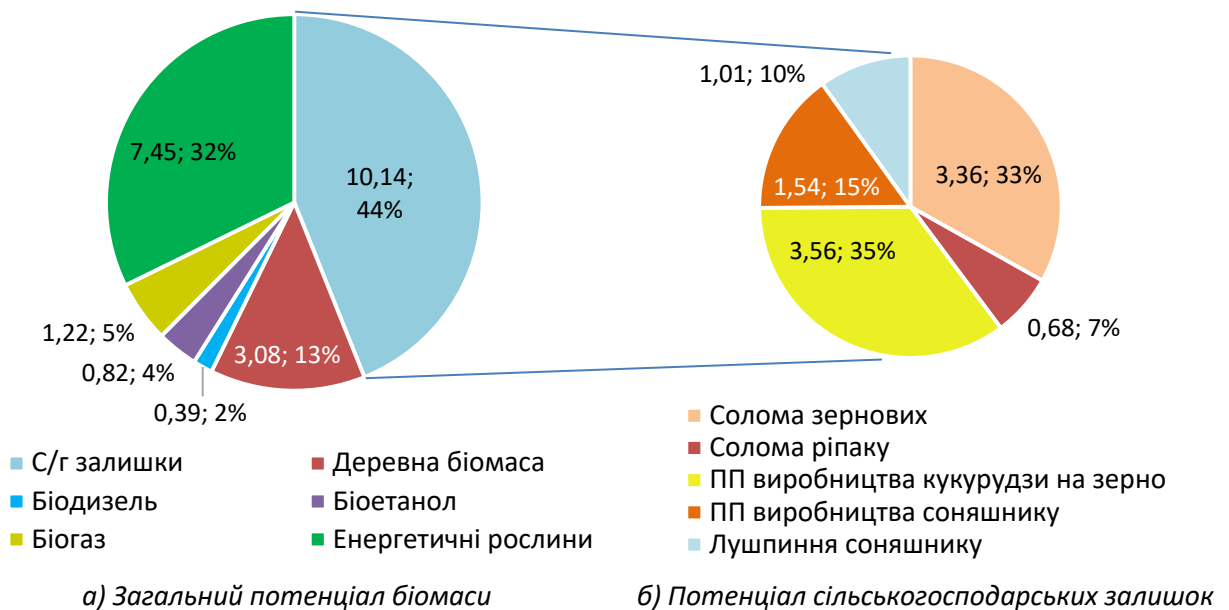
## 5.2. Потенціал біомаси в Україні та його оцінка до 2050 року

За даними 2018 року, енергетичний потенціал біомаси в Україні складає більше **23** млн т н.е. Його найбільшими складовими є сільськогосподарські залишки (44% загального обсягу) і енергетичні рослини (32%) (Табл. 5.1, Рис. 5.16). Серед сільськогосподарських залишків найбільша частка припадає на соломку зернових культур (33%) та побічні продукти виробництва кукурудзи на зерно (35%).

**Таблиця 5.1. Енергетичний потенціал біомаси в Україні (2018 р.)**

Вид біомаси	Теоретичний потенціал, млн т	Потенціал, доступний для енергетики (економічний)	
		Частка теор. потенціалу, %	млн т н.е.
Солома зернових культур	32,8	30	3,36
Солома ріпаку	4,9	40	0,68
Побічні продукти виробництва кукурудзи на зерно (стебла, стрижні)	46,5	40	3,56
Побічні продукти виробництва соняшника (стебла, корзинки)	26,9	40	1,54
Вторинні сільськогосподарські залишки (лушпиння соняшника)	2,4	100	1,00
Деревна біомаса (паливна деревина, порубкові залишки, відходи деревообробки)	8,8	96	2,06
Деревна біомаса (сухостій, деревина із захисних лісосмуг, відходи ОВБСН)	8,8	45	1,02
Біодизель (з ріпаку)	-	-	0,39
Біоетанол (з кукурудзи і цукрового буряку)	-	-	0,82
Біогаз з відходів та побічної продукції АПК	2,8 млрд м <sup>3</sup> СН <sub>4</sub>	42	0,99
Біогаз з ТПВ	0,6 млрд м <sup>3</sup> СН <sub>4</sub>	29	0,14
Біогаз зі стічних вод (промислових та комунальних)	0,4 млрд м <sup>3</sup> СН <sub>4</sub>	28	0,09
<b>Енергетичні рослини:</b>			
- верба, тополя, міскантус*;	11,5	100	4,88
- кукурудза (на біогаз)*.	3,0 млрд м <sup>3</sup> СН <sub>4</sub>	100	2,57
<b>Всього</b>	-	-	<b>23,10</b>

\* За умови вирощування на 1 млн га незадіяних сільськогосподарських земель



**Рис. 5.16. Структура потенціалу біомаси в Україні (2018 р.), млн т н.е.**



Експертні оцінки показують, що у 2050 р. цей потенціал може зрости до більше **47,5** млн т н.е./рік, тобто практично подвоїтися (Табл. 5.2). Таким чином, рівень споживання біопалив у 2050 році (близько **20** млн т н.е.), передбачений в Дорожній карті, становитиме лише **43%** наявного на той період часу потенціалу біомаси.

**Таблиця 5.2. Прогноз енергетичного потенціалу біомаси в Україні у 2050 році**

Вид біомаси	Теоретичний потенціал, млн т	Потенціал, доступний для енергетики (економічний)	
		Частка теор. потенціалу, %	млн т н.е.
Солома зернових культур*	49,2	30	5,04
Солома ріпаку	4,9	40	0,68
Побічні продукти виробництва кукурудзи на зерно (стебла, стрижні)*	58,1	40	4,45
Побічні продукти виробництва соняшника (стебла, корзинки)	26,9	40	1,54
Вторинні сільськогосподарські залишки (лушпиння соняшника)	2,4	100	1,00
Деревна біомаса (паливна деревина, порубкові залишки, відходи деревообробки)*	12,3	96	2,88
Деревна біомаса (сухостій, деревина із захисних лісосмуг, відходи ОВБСН)	8,8	45	1,02
Біодизель (I і II покоління)*	-	-	1,10
Біоетанол (I і II покоління)*	-	-	2,33
Біогаз з відходів та побічної продукції АПК*	8,4 млрд м <sup>3</sup> CH <sub>4</sub>	83	5,92
Біогаз з ТПВ*	0,7 млрд м <sup>3</sup> CH <sub>4</sub>	70	0,42
Біогаз зі стічних вод (промислових та комунальних)*	0,4 млрд м <sup>3</sup> CH <sub>4</sub>	31	0,11
Енергетичні рослини*:			
- верба, тополя, міскантус**;	34,5	100	14,65
- кукурудза (на біогаз)**.	7,5 млрд м <sup>3</sup> CH <sub>4</sub>	100	6,43
<b>Всього</b>	-	-	<b>47,57</b>

\* Складові потенціалу біомаси, ріст яких очікується до 2050 року. Інші складові, згідно консервативного підходу, залишені на рівні значень потенціалу 2018 року.

\*\* За умови вирощування на 2 млн га незадіяних сільськогосподарських земель.

**Основні фактори** росту енергетичного потенціалу біомаси у період до 2050 року включають:

- Підвищення врожайності сільськогосподарських культур, в першу чергу, зернових.

Аналіз поточного стану та існуючих тенденцій у сільському господарстві України, а також даних щодо врожайності зернових культур в Україні та країнах ЄС (статистичні дані FAOSTAT<sup>48</sup>)

<sup>48</sup> FAOSTAT. Crops <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>

показує, що врожайність пшениці в Україні до 2050 року може зрости у 1,5 разів, кукурудзи – у 1,4 рази.

- *Суттєве збільшення економічного потенціалу біогазу з різних видів сировини за рахунок наступних чинників:*

- розширення сировинної бази для виробництва біогазу за рахунок включення пожнивних решток;
- ріст виробництва основної продукції різними галузями промисловості;
- укрупнення тваринницьких підприємств;
- перехід від захоронення ТПВ до використання технології механіко-біологічної обробки.

- *Подвоєння площ під енергорослинами та ріст їх врожайності.*

Приймаємо, що площі під енергорослинами у 2050 році складуть 2 млн га для верби, тополі, міскантусу і ще 2 млн га для кукурудзи на біогаз.

- *Ріст частки рубки річного приросту деревини в лісах.*

Аналіз поточного стану та існуючих тенденцій у лісовому господарстві України, а також даних щодо рівня рубки річного приросту деревини в Україні та країнах ЄС (статистичний звіт Європейської біоенергетичної асоціації «Постачання біомаси» 2019<sup>49</sup>) показує, що цей показник в Україні може бути збільшений в 1,4 рази (з ~51% до ~71%)<sup>50</sup>.

- *Перехід на моторні біопалива II покоління і нові види сировини для моторних біопалив I покоління.*

Оцінка потенціалу рідких біопалив за даними 2018 року базується на виробництві біодизелю I покоління (з насіння ріпаку) і біоетанолу I покоління (з зерна кукурудзи і меляси цукрового буряку). При прогнозуванні потенціалу рідких біопалив у 2050 році враховується виробництво біопалив II покоління (з лігноцелюлозної сировини), а також використання нових видів сировини (наприклад, відходів харчової рослинної олії, тваринних жирів) для отримання біопалив I покоління.

### **5.3. Запропоноване використання біоенергетичного потенціалу за видами біомаси та отриманого енергоносія до 2050**

Структура та напрямки використання енергетичного потенціалу біомаси, передбачені в Дорожній карті, представлені на **Рис. 5.17, 5.18**. Прогнозується, що у 2050 році для енергетичних потреб буде залучено близько **20** млн т н.е. біомаси/біопалив наступних видів: деревна біомаса, первинні та вторинні сільськогосподарські залишки, енергетичні рослини, біогаз з різних видів сировини, рідкі біопалива (біодизель, біоетанол) (див **Рис. 5.17**). Напрямки використання біопалив включають виробництво теплової і електричної енергії з твердих біопалив, біогазу і біометану, а також отримання моторних біопалив (біометану, біодизелю, біоетанолу) (див. **Рис. 5.18**).

<sup>49</sup> Bioenergy Europe Statistical Report on Biomass Supply  
<https://bioenergyeurope.org/article/178-biomass-supply-report.html>

<sup>50</sup> Обґрунтування наведено в Аналітичній Записці UABIO № 19 (2018) «Можливості заготівлі деревного палива в лісах України» <https://uabio.org/wp-content/uploads/2018/01/position-paper-uabio-19-ua.pdf>

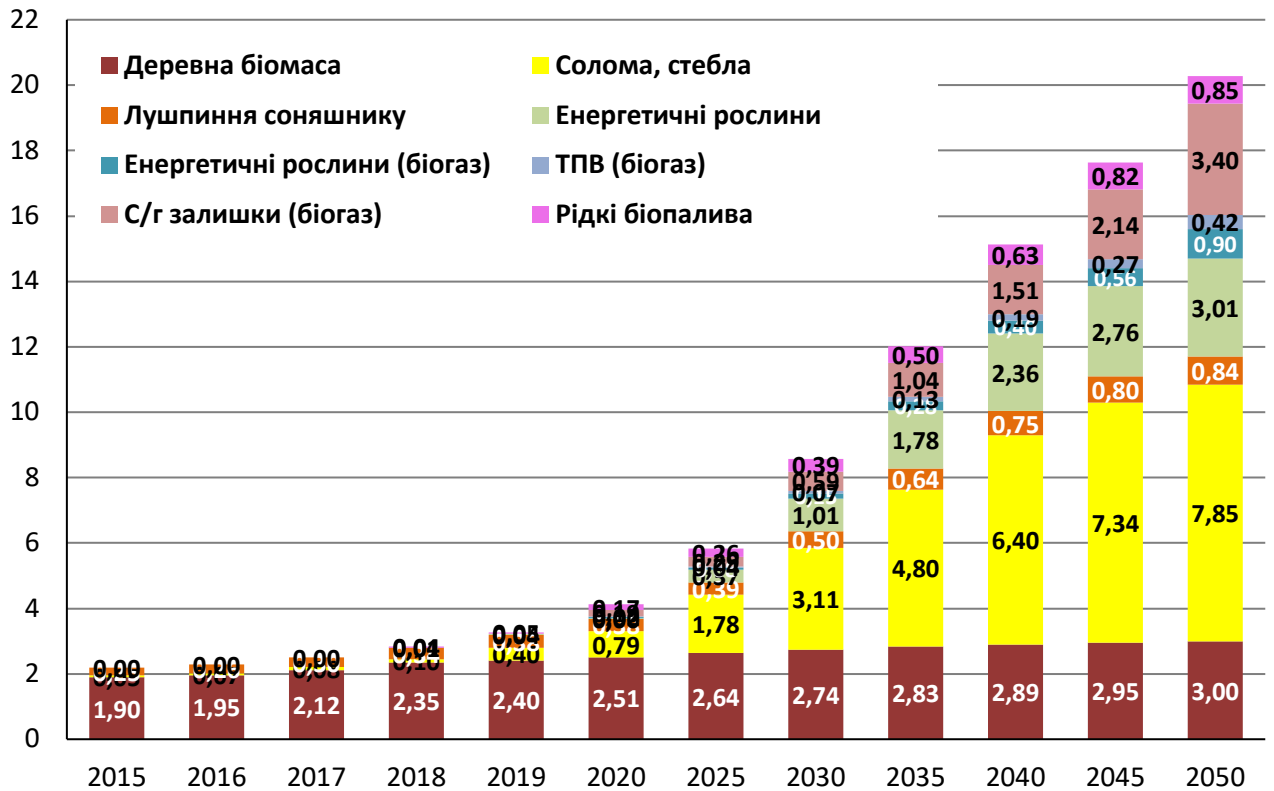


Рис. 5.17. Запропонована в Дорожній карті структура використання біопалив в Україні до 2050 р. за їх видами, млн т н.е.

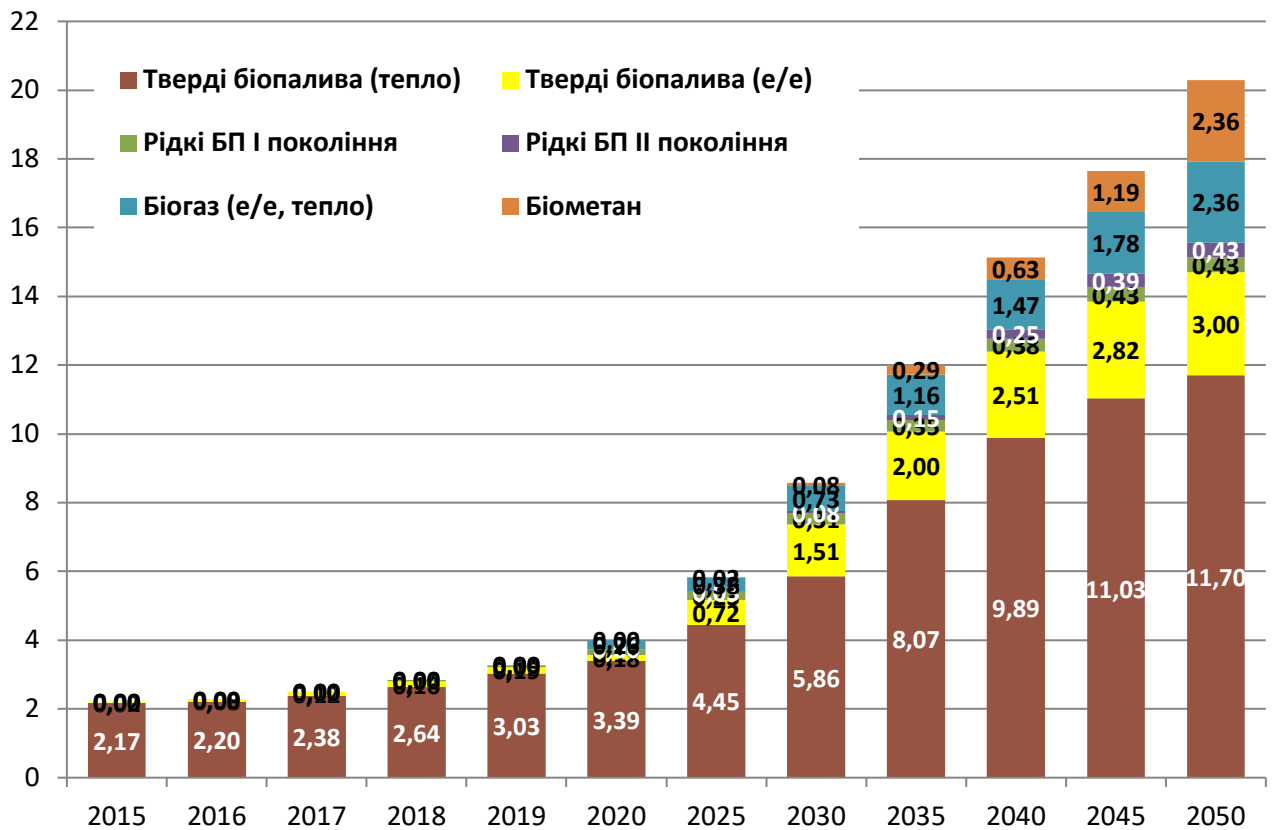


Рис. 5.18. Запропонована в Дорожній карті структура використання біопалив в Україні до 2050 р. за видами отриманого енергоносія, млн т н.е.

Запропонована структура виробництва і споживання біопалив враховує і відображає **ключові тенденції**, які за прогнозами експертів матимуть місце у секторі біоенергетики України у період 2020-2050 років:

- *Збільшення частки агробіомаси – сільськогосподарських залишків та енергорослин в структурі споживання твердих біопалив – до, відповідно, 60% та 20% загального обсягу у 2050 р.*

Наразі основними складовими енергетичного потенціалу біомаси в Україні є первинні сільськогосподарські залишки (солома зернових культур та ріпаку, побічні продукти виробництва кукурудзи на зерно та соняшника) – майже 40% загального потенціалу (тут і далі – за даними 2018 р.) і енергетичні рослини (верба, тополя, міскантус для отримання твердого біопалива і силос кукурудзи для виробництва біогазу) – 32%. Але у структурі виробництва енергії з біомаси в Україні первинні сільськогосподарські залишки і енергорослини займають останні місця, оскільки їх потенціал використовується лише на 0...3% в залежності від виду біомаси. Дорожня карта передбачає суттєве збільшення обсягів енергетичного використання агробіомаси, у першу чергу стебел та інших побічних продуктів виробництва зернової кукурудзи та соняшнику.

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

Частка деревної біомаси в структурі енергетичного потенціалу біомаси в Україні становить всього близько 13%, проте практичне застосування її потенціалу перевищує 80%. Виходячи із засад сталого розвитку, Дорожня карта передбачає мінімальний ріст обсягів виробництва енергії з деревного біопалива, необхідний для виконання цілей 2050 року. Цей ріст може бути досягнуто за рахунок залучення до енергетичного використання порубкових решток, сухоостою, деревини від реконструкції та відновлення захисних лісосмуг, відходів від обрізки та викорчовування фруктових садів та виноградників. Також планується збільшення рівня рубки річного приросту деревини в лісах з поточних ~51% до ~71%<sup>50</sup>, що відповідає європейському досвіду<sup>49</sup>.

- *Значне збільшення обсягів виробництва біогазу і рідких біопалив – до 4,7 млн т н.е./рік та 0,85 млн т н.е./рік, відповідно, у 2050 р.*

Україна має необхідні передумови та можливості для суттєвого нарощування обсягів виробництва рідкого та газоподібного біопалива. Сировиною для отримання біогазу можуть бути сільськогосподарські залишки (первинні, такі як солома; вторинні, наприклад, пивна барда, жом цукрового буряку; гній, послід), енергетичні рослини (силос кукурудзи), а також ТПВ та деякі інші види біомаси. Рідкі моторні біопалива включають біоетанол та біодизель. В Україні традиційними видами сировини для виробництва рідких біопалив I покоління є зерно кукурудзи і меляса з цукрових буряків для біоетанолу; насіння ріпаку – для біодизеля.

- *Започаткування та ріст виробництва біометану і моторних біопалив II покоління – до, відповідно, 2,4 млн т н.е./рік та 0,43 млн т н.е./рік у 2050 році.*

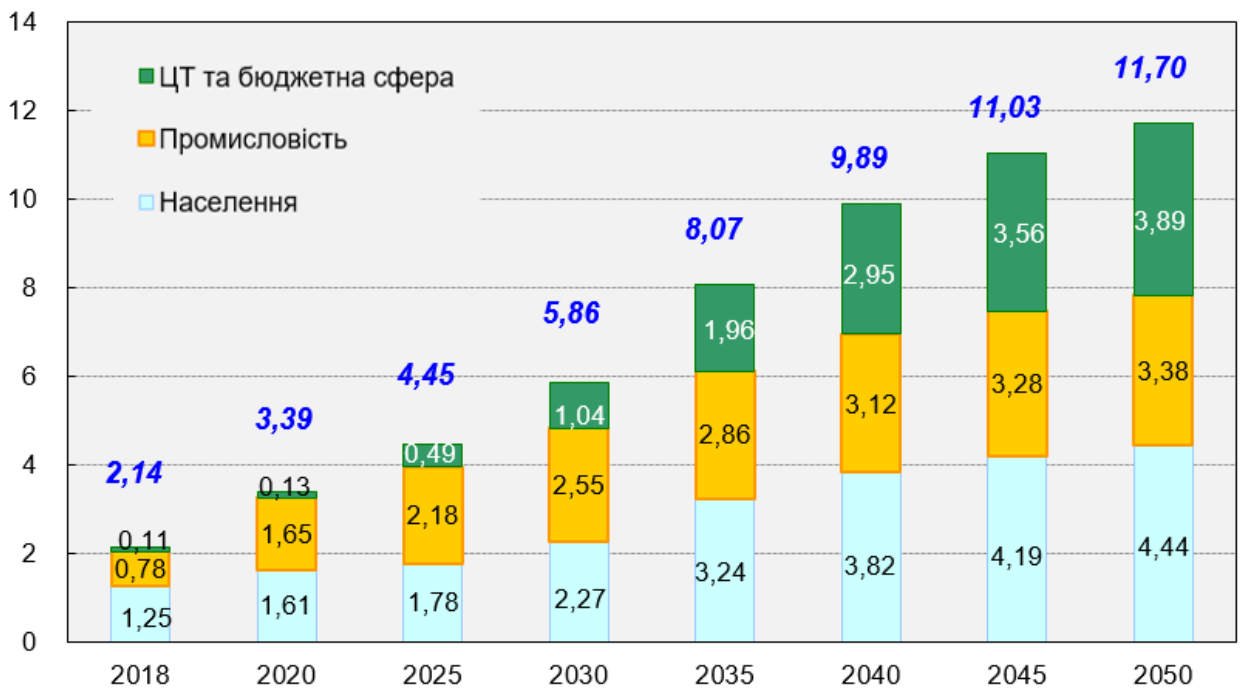
Отримання та споживання біометану для виробництва електроенергії/теплової енергії і для використання на транспорті, а також виробництво моторних біопалив II покоління є відносно новими, але надзвичайно перспективними сегментами біоенергетики. В Україні, на відміну від Європи, ці напрямки, на жаль, ще не почали розвиватися. Дорожня карта передбачає

започаткування та ріст виробництва зазначених видів біопалива, що відповідає європейським трендам та пропонує безперечні переваги для енергетики і транспортного сектору країни.

#### **5.4. Біопалива в секторах виробництва теплової енергії, електроенергії та на транспорті**

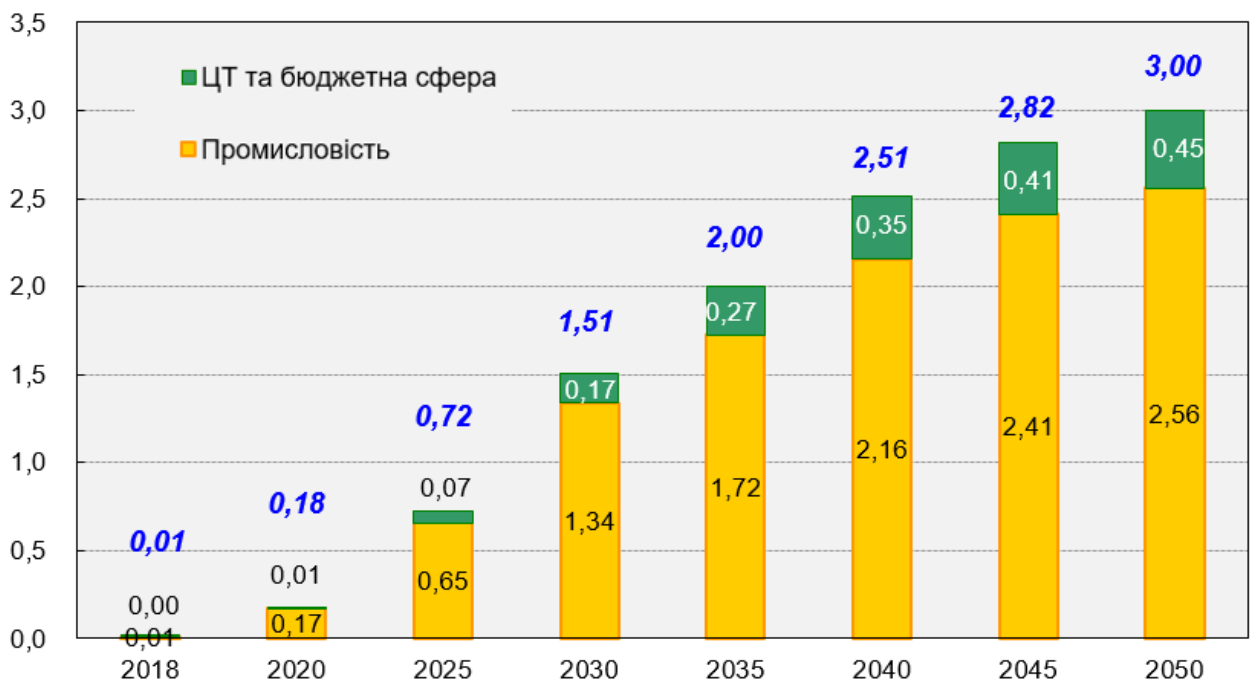
Відомо, що в Україні більше половини кінцевого споживання енергії припадає на теплову енергію (див. **Рис. 3.12**). З урахуванням цього, згідно Дорожньої карти, у 2050 році близько половини загального обсягу споживання біопалив припадатиме на тверді біопалива, що використовуються для виробництва теплової енергії (11,7 млн т н.е.) (див. **Рис. 5.18**). Решта у відносно співставних пропорціях розділятиметься між твердими біопаливами для виробництва електроенергії (3,0 млн т н.е.), біогазом (2,36 млн т н.е.) і біометаном (2,36 млн т н.е.). Найменша частка загального обсягу споживання біопалив у 2050 р. відповідає рідким біопаливам (0,85 млн т н.е.); з них біопалива II покоління (виробництва яких в Україні дотепер ще не було) складають 0,43 млн т н.е.

Прогноз структури використання твердих біопалив для виробництва теплової та електричної енергії в Україні у різних секторах представлено на **Рис. 5.19, 5.20**. З наведених даних видно, що обсяги виробництва теплової енергії з твердої біомаси до 2050 р. будуть співставними у ЦТ/бюджетній сфері, промисловості і індивідуальному опаленні населення, тоді як виробництво електроенергії з біомаси буде зосереджено, головним чином, в промисловому секторі.



Верхні цифри – сума за секторами

Рис. 5.19. Прогноз структури використання твердих біопалив для виробництва теплової енергії в Україні у різних секторах, млн т н.е.



Верхні цифри – сума по секторах

Рис. 5.20. Прогноз структури використання твердих біопалив для виробництва електричної енергії в Україні у різних секторах, млн т н.е.

### 5.5. Біоенергетичне обладнання, передбачене для впровадження до 2050 року

Передбачається, що загальна встановлена потужність біоенергетичного обладнання у 2050 році складатиме близько 50 ГВт<sub>т</sub> і 5,2 ГВт<sub>ел</sub>. Загальне споживання біопалив становитиме більше 20 млн т н.е./рік, що фактично відповідає майже повному поточному потенціалу біомаси в Україні (див. Табл. 5.1).

В Таблиці 5.3 представлено розподілення обладнання по секторах у 2050 році: побутовий сектор (побутові котли, пічки на твердому біопаливі), ЦТ та бюджетна сфера (котли і ТЕЦ на твердому біопаливі), промисловість (котли, ТЕЦ, ТЕС, ТЕС ORC на твердому біопаливі, ТЕЦ на біогазі/біометані, ТЕЦ на біогазі, отриманому з відходів).

**Таблиця 5.3. Прогноз встановленої потужності біоенергетичного обладнання в Україні у 2050 році**

Вид обладнання	Загальна встановлена потужність у 2050 р.	
	МВт <sub>т</sub>	МВт <sub>ел</sub>
<b>Побутовий сектор</b>		
Побутові котли, пічки на деревній біомасі (дрова, гранули, брикети)	5285	
Побутові котли на агробіомасі (гранули, брикети, малі тюки)	7500	
Побутові котли на енергетичних рослинах (гранули, тріска)	6000	
<b>ЦТ + бюджетна сфера</b>		
Котли (деревна біомаса)	600	
Котли (первинні с/г залишки)	12750	
Котли (вторинні с/г залишки)	900	
Котли (енергетичні рослини)	2750	
ТЕЦ (деревна біомаса)	225	75
ТЕЦ (первинні с/г залишки)	1500	500
ТЕЦ (енергетичні рослини)	2250	750
<b>Промисловість</b>		
Котли (деревна біомаса)	1400	
Котли (первинні с/г залишки)	3000	
Котли (вторинні с/г залишки)	300	
ТЕЦ (деревна біомаса)	240	80
ТЕЦ (первинні с/г залишки)	1520	475
ТЕЦ (вторинні с/г залишки)	300	100
ТЕЦ (біогаз, біометан)	2870	2040
ТЕС (первинні с/г залишки)		380
ТЕС (вторинні с/г залишки)		160
ТЕС (деревна біомаса)		55
ТЕС (енергетичні рослини)		340
ТЕС ORC (первинні с/г залишки)		25
ТЕЦ на біогазі з відходів (полігони ТПВ, МБО відходів, стічні води)	265	250
<b>Всього</b>	<b>49655</b>	<b>5230</b>

## 5.6. Оцінка інвестицій, необхідних для реалізації Дорожньої карти розвитку біоенергетики України до 2050 року

Попередні експертні оцінки свідчать про те, що реалізація Дорожньої карти потребує інвестицій в діапазоні **21...33,5** млрд євро в залежності від вартості обладнання, яке буде впроваджуватися. Орієнтовний розподіл інвестицій за видами біоенергетичного обладнання/технологій наведено в **Таблиці 5.4**.

**Таблиця 5.4. Оцінка інвестицій, необхідних для реалізації Дорожньої карти розвитку біоенергетики України до 2050 року**

Види біоенергетичного обладнання/технологій	Питомі капітальні витрати*	Необхідні інвестиції, млрд євро
Побутові котли, пічки на твердій біомасі	50...100 євро/кВт <sub>т</sub>	0,9...1,9
Котли на твердій біомасі.	200...300 євро/кВт <sub>т</sub>	4,3...6,5
ТЕЦ/ТЕС на твердій біомасі.	2500...4000 євро/кВт <sub>ел</sub>	7,4...11,8
ТЕЦ на біогазі/біометані (с/г залишки, полігони ТПВ, МБО відходів, стічні води).	2500...4000 євро/кВт <sub>ел</sub>	5,7...9,1
Виробництво біометану (моторне паливо)	10000...16000 євро/(м <sup>3</sup> СН <sub>4</sub> /год)	1,1...1,8
Виробництво рідких біопалив I покоління.	837...1648 євро/тис. т н.е.	0,4...0,7
Виробництво рідких біопалив II покоління.	2346...4246 євро/тис. т н.е.	1,0...1,8
<b>Загалом</b>		<b>20,8...33,5</b>

\* Наведено усереднені значення. Питомі капітальні витрати залежать від потужності конкретного типу обладнання, виду застосованої технології і використовуваної біомаси. Вони поступово зменшуватимуться протягом періоду часу до 2050 року.

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

## 5.7. Економічний вплив від впровадження Дорожньої карти

Практична реалізація Дорожньої карти розвитку біоенергетики матиме позитивний вплив на економіку країни. Він полягатиме у скороченні імпорту викопних палив, рості ВВП, розвитку місцевої економіки, створенні нових робочих місць та ін.

У відповідності до даних Дорожньої карти щодо споживання біопалив у 2050 році, можливе заощадження валютних коштів через скорочення імпорту в Україну природного газу і бензину/дизельного пального оцінюється у **2,31** млрд USD/рік та **0,77** млрд USD/рік, відповідно<sup>51</sup>, що у сумі складає **3,08** млрд USD/рік.

Загальна кількість створених нових робочих місць може сягнути більше 162 тис. до 2050 року. Вони включають прямі робочі місця, пов'язані із обслуговуванням біоенергетичного

<sup>51</sup> Дані про обсяг та вартість природного газу, бензину та дизельного палива, що імпортувались в Україну у 2019 році, взяті зі Статистичного збірника «Зовнішня торгівля України», що видається Державною службою статистики України, 2020.



обладнання, і непрямі, пов'язані зі збиранням і постачанням біомаси як палива.

Заміщення вугілля, мазуту, бензину та дизельного пального біопаливом в енергетичному секторі і на транспорті призводить до скорочення емісії в атмосферу шкідливих речовин, що має загальний позитивний вплив на здоров'я людей.

### 5.8. Резюме Дорожньої карти розвитку біоенергетики

Узагальнені дані Дорожньої карти для реперних років представлено в **Таблиці 5.5**. Відповідно до прогнозів і оцінок Дорожньої карти, розвиток біоенергетики в Україні у період до 2050 року може призвести до:

- заміщення майже **20** млрд м<sup>3</sup>/рік природного газу і більше **1** млн т бензину та дизельного пального;
- скорочення емісії парникових газів на більш ніж **54** млн т CO<sub>2-екв.</sub>/рік;
- створення більше **162** тис. робочих місць.

Найбільший внесок у зазначені показники робить сегмент твердої біомаси – заміщення 17,9 млрд м<sup>3</sup>/рік природного газу, скорочення 35 млн т CO<sub>2</sub>/рік і створення більше 107 тис. робочих місць у 2050 році (**Табл. 5.6**). За рахунок виробництва і споживання біогазу/біометану буде додатково заміщено 2,1 млрд м<sup>3</sup>/рік природного газу і 0,4 млн т/рік бензину і дизельного пального (**Табл. 5.7-5.9**). Внесок сегменту рідких моторних біопалив у загальні показники Дорожньої карти у 2050 році полягає у заміщенні 0,83 млн т/рік бензину і дизельного пального, скороченні викидів парникових газів майже на 2 млн т CO<sub>2</sub>/рік, створенні більше 8,5 тис. робочих місць (**Табл. 5.10**).

**Таблиця 5.5. Узагальнені показники Дорожньої карти розвитку біоенергетики України до 2050 року**

Рік	Встановлена потужність		Споживання біопалива*, млн т н.е.	Заміщення природного газу, млрд м <sup>3</sup>	Зміщення бензину та дизельного пального, млн т	Скорочення викидів CO <sub>2</sub> , млн т/рік	Інвестиції, млрд євро		Створення робочих місць, од.
	МВт <sub>т</sub>	МВт <sub>ел</sub>					мін.	макс.	
2020	8206	202	3,77	4,34	0,17	8,90	1,52	2,52	16914
2025	12276	844	5,83	6,35	0,25	14,31	3,73	6,06	31438
2030	19087	1846	8,57	9,11	0,39	21,35	7,07	11,44	54302
2035	30237	2804	12,01	12,62	0,50	30,37	10,78	17,43	86237
2040	39338	3609	15,13	15,77	0,67	38,66	14,15	22,85	115439
2045	45351	4299	17,64	17,98	0,96	45,79	16,94	27,38	139013
2050	49655	5230	20,28	19,92	1,23	54,40	19,70	31,81	162710

\* Включаючи рідкі та газоподібні біопалива для транспорту.

**Таблиця 5.6. Прогноз розвитку сектору біоенергетики до 2050 року в частині твердого біопалива**

Рік	Встановлена потужність		Споживання біопалива, млн т н.е.	Заміщення природного газу, млрд м <sup>3</sup>	Скорочення викидів CO <sub>2</sub> , млн т/рік	Інвестиції, млрд євро		Створення робочих місць, од.
	МВт <sub>т</sub>	МВт <sub>ел</sub>				мін.	макс.	
2020	8103	105	3,57	4,33	8,49	1,14	1,85	13334
2025	11955	552	5,18	6,29	12,32	2,74	4,39	23284
2030	18465	1295	7,36	8,94	17,53	5,24	8,39	39853
2035	29173	1908	10,06	12,22	23,95	7,90	12,64	64023
2040	37854	2421	12,40	15,06	29,51	10,28	16,41	85987
2045	43307	2738	13,85	16,82	32,97	11,75	18,75	99755
2050	46520	2940	14,71	17,86	35,01	12,63	20,15	107543

**Таблиця 5.7. Прогноз розвитку сектору біоенергетики до 2050 року в частині біогазу**

Рік	Встановлена потужність		Споживання біопалива, млн т н.е.	Заміщення природного газу, млрд м <sup>3</sup>	Скорочення викидів CO <sub>2</sub> , млн т/рік	Інвестиції, млрд євро		Створення робочих місць, од.
	МВт <sub>ел</sub>	МВт <sub>т</sub>				мін.	макс.	
2020	97	104	0,03	0,00	0,11	0,24	0,39	1843
2025	281	302	0,38	0,05	1,40	0,70	1,13	5347
2030	511	547	0,73	0,11	2,70	1,28	2,04	9702
2035	760	814	1,16	0,20	4,27	1,28	3,04	14441
2040	910	975	1,47	0,28	5,42	1,90	3,64	17297
2045	1 073	1150	1,78	0,38	6,56	2,28	4,29	20390
2050	1 385	1484	2,36	0,55	8,70	2,68	5,54	26324

**Таблиця 5.8. Прогноз розвитку сектору біоенергетики до 2050 року в частині біометану**

Рік	Встановлена потужність		Споживання біопалива, млн т н.е.	Заміщення природного газу, млрд м <sup>3</sup>	Скорочення викидів CO <sub>2</sub> , млн т/рік	Інвестиції, млрд євро		Створення робочих місць, од.
	МВт <sub>ел</sub>	МВт <sub>т</sub>				мін.	макс.	
2020	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
2025	11	19	0,02	0,01	0,07	0,03	0,04	200
2030	41	74	0,07	0,04	0,26	0,10	0,16	772
2035	136	249	0,23	0,15	0,85	0,34	0,54	2584
2040	277	508	0,47	0,30	1,74	0,69	1,11	5267
2045	488	894	0,83	0,53	3,06	1,22	1,95	9265
2050	901	1 651	1,53	0,99	5,66	2,25	3,60	17110

**Таблиця 5.9. Прогноз розвитку сектору біоенергетики до 2050 року в частині газоподібного біопалива (біометану)**

Рік	Виробництво біопалива		Заміщення моторних палив, у т.ч.:			Скорочення викидів CO <sub>2</sub> , млн т/рік	Інвестиції, млрд євро		Створення робочих місць, од.
	млн т	млн т н.е.	Природний газ, млрд м <sup>3</sup>	Бензин, диз. пальне, млн т	Загалом, млн т н.е.		мін.	макс.	
2020	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
2025	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	8
2030	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,05	0,02	0,03	47
2035	0,05	0,06	0,05	0,02	0,06	0,21	0,08	0,12	224
2040	0,14	0,16	0,12	0,06	0,16	0,58	0,21	0,34	609
2045	0,32	0,36	0,24	0,15	0,36	1,31	0,47	0,76	1377
2050	0,75	0,83	0,52	0,40	0,83	3,05	1,10	1,76	3195

**Таблиця 5.10. Прогноз розвитку сектору біоенергетики до 2050 року в частині рідкого біопалива**

Рік	Виробництво біопалива				Зміщення бензину та дизельного пального		Скорочення викидів CO <sub>2</sub> , млн т/рік	Інвестиції, млрд євро		Створення робочих місць, од.
	Загалом, млн т	У т.ч. біопалива II покоління, млн т	Загалом, млн т н.е.	У т.ч. біопалива II покоління, млн т н.е.	млн т	млн т н.е.		мін.	макс.	
2020	0,27	0,00	0,17	0,00	0,17	0,17	0,29	145	286	1737
2025	0,39	0,04	0,26	0,03	0,25	0,26	0,52	257	496	2599
2030	0,58	0,11	0,39	0,08	0,38	0,39	0,82	447	851	3928
2035	0,70	0,20	0,50	0,15	0,48	0,50	1,08	640	1205	4965
2040	0,85	0,31	0,63	0,25	0,61	0,63	1,41	905	1687	6280
2045	1,09	0,49	0,82	0,39	0,80	0,82	1,88	1285	2382	8227
2050	1,12	0,53	0,85	0,43	0,83	0,85	1,98	1359	2516	8538

Оцінка обсягів заміщення природного газу в **Таблицях 5.7-5.8** враховує заміщення газу в результаті виробництва лише теплової енергії з біогазу та біометану.

Оцінка скорочення викидів CO<sub>2</sub> в **Таблицях 5.7-5.9** враховує одночасно уникнення викидів CO<sub>2</sub> при заміщенні викопних видів палив та мінеральних добрив, уникнення викидів з полігонів ТПВ при розміщенні на них відходів біологічного походження, уникнення викидів від систем поводження з продуктами життєдіяльності тварин, а також уникнення викидів від спалювання

поживних решток. Для розрахунку прийнято питомий показник скорочення викидів CO<sub>2</sub> на 1 т н.е. первинної енергії виробленого біогазу з міксу різних джерел, оцінений при розрахунку світового потенціалу виробництва енергії біогазу<sup>52</sup>. Так, при оціненому потенціалі виробництва біогазу 12065 ТВт-год (еквівалент 1037 млн т н.е.), потенціал скорочення викидів CO<sub>2</sub> склав 3825 млн т CO<sub>2екв</sub>, а отже питомий показник скорочення складає 3,687 т CO<sub>2екв</sub>/т н.е.

### 5.9. Виробництво біометану та воднева енергетика

Біометан разом з воднем є одним з двох основних видів відновлюваного газоподібного палива. Біометан - прямий аналог природного газу, під нього існує готова інфраструктура для транспортування і зберігання, в деяких країнах розвинений парк транспортних засобів для використання газоподібного палива. Біометан має більш високу густину, в тому числі і енергетичну порівняно з воднем (Таблиця 5.11).

**Таблиця 5.11. Основні фізичні властивості біометану та водню**

Параметр	Водень H <sub>2</sub>	Біометан CH <sub>4</sub>	Співвідно- шення H <sub>2</sub> /CH <sub>4</sub>
Густина, кг/м <sup>3*</sup>	0,0899	0,7168	8,0
Нижча теплотворна здатність, МДж/кг*	141	47,5	0,33
Нижча теплотворна здатність, МДж/м <sup>3*</sup>	12,5	33,2	2,65
Нижча теплотворна здатність стиснутих газів, МДж/м <sup>3**</sup>	725	2130	2,93
Нижча теплотворна здатність надстиснутих газів, МДж/м <sup>3***</sup>	≈ 8000 (газ-рідина)	≈ 22 000 (рідина)	≈ 2,75
Теплотворна здатність суміші 20%vol. H <sub>2</sub> + 80%vol. CH <sub>4</sub> , МДж/м <sup>3**</sup>	29,1		-

\* Нормальні умови (0 °C, 1 бар).

\*\* Умови у магістральному трубопроводі природного газу (0 °C, 60 бар).

\*\*\* Умови практичного транспортування водню (-196 °C, 300 бар).

Крім того, існує ціла низка палив, які можна отримати з водню із застосуванням надлишкової енергії відновлюваних джерел і які об'єднуються спільною назвою Power-to-X (PtX). Це синтетичні метан, метанол, гас і навіть синтетичний бензин, дизельне пальне та інші.

Таким чином, до переваг водню можна віднести практично необмежений сировинний ресурс, можливість конвертації в інші види відновлюваного палива, можливість декарбонізації в секторах з низькою здатністю до електрифікації. Однак у водню є ряд значних недоліків. Це високі енергетичні витрати на його виробництво, невисока енергетична щільність порівняно з біометаном, відсутність інфраструктури для транспортування в нерозбавленому стані, труднощі із зберіганням через високу проникаючу здатність, широкі межі вибуховості, необхідність виготовлення спеціальних водневих двигунів для автомобілів і електростанцій.

<sup>52</sup> Global Potential of Biogas / World Biogas Association, 2019 (<https://www.worldbiogasassociation.org/global-potential-of-biogas/>)

В енергетичних системах з великою часткою відновлюваних джерел енергії надлишки електроенергії можуть використовуватися для виробництва водню за допомогою електролізу води з подальшим виробництвом метану з водню і вуглекислого газу (реакція Сабатьє). В цьому випадку джерелом вуглекислого газу може бути процес збагачення біогазу до якості біометану (Рис. 5.21).

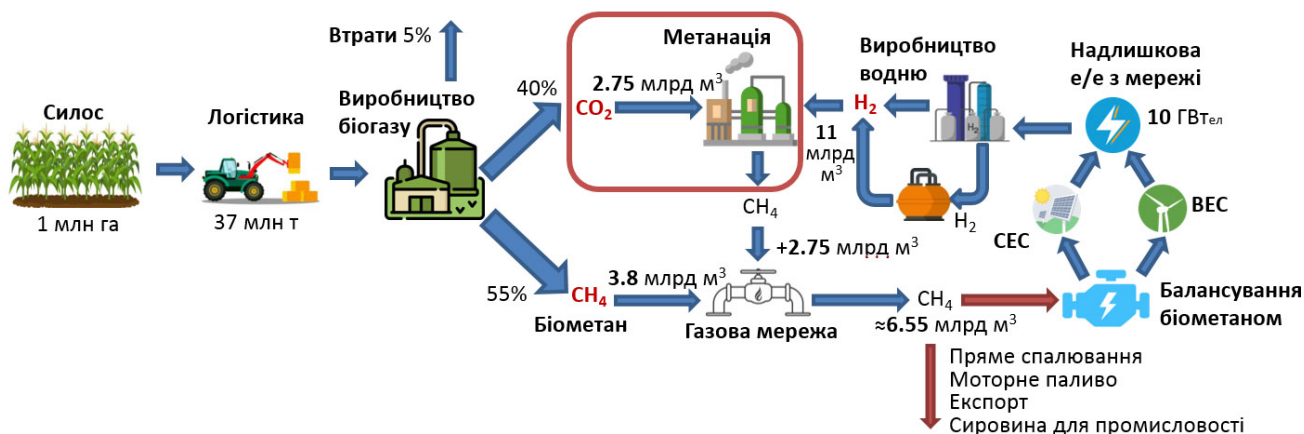


Рис. 5.21. Можлива концепція перетворення «зеленого» водню у біометан.

Тобто шляхом об'єднання виробництва біогазу з виробництвом водню за допомогою електролізу (процес Power-to-Gas або P2G) можна отримати додаткові вигоди від зменшення викидів вуглецю, оскільки  $\text{CO}_2$ , який залишається після збагачення біогазу, може бути використаний у процесі метанації водню. Таким чином можна значно підвищити загальну ефективність обох процесів, а також кількість виробленого біометану. Слід відзначити, що ця кількість біометану є додатковою до показників, що може бути отримано за допомогою анаеробного зброджування та наведено у **Таблицях 5.8 та 5.9**.

Результати моделювання компанії Wärtsilä Energy<sup>53</sup> визначають синтетичний метан як економічно більш доцільний з-поміж різних доступних технологій відновлюваного газу. Представники компанії відзначають, що «його вже зараз можна використовувати для більшості наявних газових потужностей, а завдяки більшій щільності він має і кращий паливний ККД (що є одним з основних показників для роботи енергетичних установок), а отже, для однакового результату достатньо меншого обсягу метану». За думкою компанії є три основні чинники, від яких залежить економічна доцільність палива PtX:

- доступність відновлюваної електроенергії за низькими цінами;
- швидке зниження витрат на обладнання для виробничих процесів (наразі потрібні великі державні субсидії);
- формування попиту на синтетичні палива регуляторними методами – перш за все, зобов'язання щодо використання відновлюваних палив та збільшення цін на викопне

<sup>53</sup> Саара Куяла. На порозі безвуглецевого майбутнього: чи є конкуренти в «зеленого» водню. <https://mind.ua/>

паливо шляхом оподаткування й вищі ціни на викиди CO<sub>2</sub>, щоб скоротити різницю у вартості викопного та синтетичного палива.

Очікується, що використання біометану і водню буде розвиватися паралельно. За оцінками Gas for Climate Consortium<sup>54</sup>, можлива реалізація сценарію повного заміщення природного газу у 2050 році біометаном та воднем у Європі. При цьому внесок біометану буде переважати у виробництві тепла в будинках та на транспорті в якості моторного палива. Зальний потенціал виробництва біометану в ЄС складатиме 1170 ТВт-год. Значення водню буде більше в промисловості та виробництві електроенергії. Зальний потенціал виробництва водню в ЄС складатиме 1710 ТВт-год.

## 6. Вдосконалення законодавчої бази, необхідне для реалізації Дорожньої карти

Законодавчу основу розвитку сектору біоенергетики України складають Закони України «Про альтернативні джерела енергії»<sup>55</sup>, «Про альтернативні види палива»<sup>56</sup>, «Про тепlopостачання»<sup>57</sup> 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<sup>58</sup> і передбачений у Законі України «Про тепlopостачання».

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

Серед інших бар'єрів сектору можна зазначити нерозвиненість ринку біопалива та ринку

<sup>54</sup> Gas Decarbonisation Pathways 2020-2050, April 2020, Gas for Climate Consortium

[https://gasforclimate2050.eu/sdm\\_downloads/2020-gas-decarbonisation-pathways-study/](https://gasforclimate2050.eu/sdm_downloads/2020-gas-decarbonisation-pathways-study/)

<sup>55</sup> Закон України «Про альтернативні джерела енергії» (№ 555-IV від 20.02.2003, із змінами)

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

<sup>56</sup> Закон України «Про альтернативні види палива» (№ 1391-XIV від 14.01.2000, із змінами)

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

<sup>57</sup> Закон України «Про тепlopостачання» (№ 2633-IV від 02.06.2005, із змінами)

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

<sup>58</sup> Закон України «Про внесення змін до Закону України "Про тепlopостачання" щодо стимулювання виробництва теплової енергії з альтернативних джерел енергії» (№ 1959-VIII від 21.03.2017)

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

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 в **Таблиці 6.1**. 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.

**Таблиця 6.1. Бар'єри в секторі біоенергетики України та рекомендації для їх подолання**

Основні бар'єри сектору біоенергетики	Рекомендації для подолання бар'єрів з урахуванням європейського досвіду
1. Нерозвинений ринок біопалива.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Впровадження системи електронної торгівлі біопаливом за прикладом литовської біопаливної біржі Baltpool.</li> </ul>
2. Низька інвестиційна привабливість біоенергетичних проєктів.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Запровадження аукціонів на державну підтримку проєктів, що виробляють електроенергію з ВДЕ, в т.ч. з біомаси і біогазу.</li> <li>Створення конкурентного ринку теплової енергії.</li> <li>Запровадження підтримки вирощування енергетичних рослин.</li> <li>Відміна податку на викиди CO<sub>2</sub> для біоенергетичних установок.</li> </ul>
3. Проблеми практичної реалізації біоенергетичних проєктів, зокрема, підключення до електромереж, доступ до теплових мереж.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Забезпечення прозорості, стислості та ефективності процесу підключення до електромереж, щоби ця процедура не «відлякувала» інвесторів від впровадження нових проєктів.</li> <li>Впровадження недискримінаційних критеріїв доступу до тепломереж для незалежних виробників тепла з біомаси.</li> </ul>
4. Ускладнений доступ приватних компаній до порубкових решток.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Розробка, впровадження та оптимізація технологій збирання та заготівлі порубкових решток з використанням сучасного спеціалізованого обладнання.</li> <li>Покладення обов'язку на власників лісів та лісокористувачів здійснювати транспортування порубкових решток до найближчих доріг з метою виробництва твердого біопалива.</li> </ul>
5. Складнощі практичного використання агробіомаси як палива та сировини для виробництва біопалива.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Використання біопалива з агробіомаси тільки у спеціалізованому обладнанні.</li> <li>Дотримання вимог котельного обладнання до палива і забезпечення оптимальних режимів роботи обладнання.</li> <li>Енергетичне використання побічної продукції виробництва зернової кукурудзи.</li> </ul>
6. Нерозвинене органічне землеробство, відсутність використання збродженого залишку.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Розвиток ринку органічних добрив.</li> <li>Впровадження спрощеної процедури внесення дигестату від біогазових установок у якості органічних добрив на поля.</li> </ul>
7. Відсутність державної підтримки для виробництва та споживання біометану.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Встановлення стратегічних цілей для виробництва біометану.</li> <li>Розвиток законодавчої бази для підтримки виробництва та споживання біометану: введення понять біометану, гарантії</li> </ul>

	походження біометану, ЗТ для біометану; розробка та прийняття Порядку функціонування реєстру виробництва та споживання біометану; запровадження ЗТ на електроенергію з біометану.
--	---

## Висновки

Відновлювані джерела енергії відіграють все більшу роль в енергетиці України. За даними Енергетичного балансу 2018 року, обсяг енергії, виробленої з відновлюваних джерел, у кінцевому енергоспоживанні складав **3582** тис. т н.е., що еквівалентно **7,0%** загального кінцевого споживання енергії. З них найбільший внесок робить біоенергетика – **77,3%**.

В Україні спостерігається стала тенденція збільшення обсягів виробництва енергії з альтернативних видів палива, зокрема, з біомаси. За даними енергетичного балансу України за 2018 рік, загальне постачання первинної енергії з біопалива та відходів становило **3195** тис. т н.е., що еквівалентно заміщенню **4 млрд м<sup>3</sup>/рік** природного газу. Частка біопалива у загальному постачанні первинної енергії складає **3,4%** (понад **70%** від загального постачання енергії з відновлюваних джерел). Зростання сектору за 2010-2018 рр. становить в середньому **31%** на рік.

Дорожня карта розвитку біоенергетики України до 2050 року є необхідним документом, оскільки вона дає план дій по досягненню існуючих цілей з розвитку біоенергетики до 2035 року, окреслює цілі та перспективи сектору до 2050 року, містить матеріали для розробки ряду стратегічних документів в секторі енергетики. Наприклад, дані Дорожньої карти можуть бути використані при розробці НПДВЕ до 2030 року, а також нової Енергетичної стратегії України з розширенням охоплюваного періоду до 2050 року. Крім того, Дорожня карта є першим кроком на шляху підготовки більш комплексного документу – довгострокової стратегії розвитку біоенергетики України.

Запропонована Дорожня карта охоплює період з 2020 по 2050 рр. і має кілька реперних точок. Одна з них враховує ціль діючої Енергетичної стратегії України – **11** млн т н.е. біомаси, біопалива та відходів у загальному постачанні первинної енергії у 2035 р.

Дорожня карта відповідає сценарію досягнення більше **60%** ВДЕ в енергобалансі України у 2050 р., у тому числі по окремих секторах:

- електроенергія – **70%** ВДЕ;
- теплова енергія – **65%** ВДЕ;
- транспорт – **35%** ВДЕ.

Попередні експертні оцінки свідчать про те, що реалізація Дорожньої карти потребує інвестицій обсягом 21...33,5 млрд євро в залежності від вартості обладнання, яке буде впроваджуватися.

Розвиток біоенергетики в Україні згідно прогнозу, представленому в Дорожній карті, може призвести до заміщення майже **20** млрд м<sup>3</sup>/рік природного газу і створення більше **162** тис. робочих місць до 2050 року. Найбільший внесок у зазначені показники робить сегмент твердої біомаси – заміщення 17,9 млрд м<sup>3</sup>/рік природного газу, скорочення 35 млн т CO<sub>2</sub>/рік і створення більше 107 тис. робочих місць у 2050 році. За рахунок виробництва і споживання біогазу/біометану буде додатково заміщено 2,1 млрд м<sup>3</sup>/рік природного газу і 0,4 млн т/рік бензину і дизельного пального. Внесок сегменту рідких моторних біопалив у загальні показники Дорожньої карти у 2050 році полягає у заміщенні 0,83 млн т/рік бензину і дизельного пального,



скороченні викидів парникових газів майже на 2 млн т CO<sub>2</sub>/рік, створенні більше 8,5 тис. робочих місць.

У відповідності до даних Дорожньої карти щодо споживання біопалив у 2050 році, можливе заощадження валютних коштів через скорочення імпорту в Україну природного газу і бензину/дизельного пального оцінюється у **2,31** млрд USD/рік та **0,77** млрд USD/рік, відповідно, що у сумі складає **3,08** млрд USD/рік.

Для досягнення цілей і задач запропонованої Дорожньої карти 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.

## Додаток 1. Що таке дорожня карта?

В законодавстві України не існує офіційного визначення поняття «дорожня карта» та вимог до її структури. Зазвичай «дорожню карту» використовують як синонім «стратегії», наприклад:

*СТРАТЕГІЯ імплементації положень директив та регламентів Європейського Союзу у сфері міжнародного морського та внутрішнього водного транспорту (“дорожня карта”) (СХВАЛЕНО розпорядженням Кабінету Міністрів України від 11 жовтня 2017 р. № 747-р)<sup>59</sup>*

*СТРАТЕГІЯ імплементації положень директив Європейського Союзу у сфері послуг поштового зв'язку та кур'єрських послуг (“дорожня карта”) (СХВАЛЕНО розпорядженням Кабінету Міністрів України від 14 лютого 2018 р. № 104-р)<sup>60</sup>*

*ЕКСПОРТНА СТРАТЕГІЯ УКРАЇНИ (“дорожня карта” стратегічного розвитку торгівлі) на 2017-2021 роки (СХВАЛЕНО розпорядженням Кабінету Міністрів України від 27 грудня 2017 р. № 1017-р)<sup>61</sup>*

Аналіз наведених вище та аналогічних нормативно-правових актів показує, що вони, як правило, складаються з наступних частин: загальна частина, мета, основні напрями реалізації, завдання, очікувані результати, моніторинг і супроводжуються *планом заходів* з реалізації стратегії («дорожньої карти»).

В літературі можна знайти такі визначення та роз'яснення:

*Дорожня карта – це покроковий сценарій розвитку об'єкта управління, наочно представлений у вигляді графа процесу управління, на якому відображені стратегічно значущі події, що визначають розвиток об'єкта управління, і послідовність їх настання. Займає проміжне положення між стратегією і стратегічним планом<sup>62</sup>.*

*Дорожня карта – це **стратегічний план**, який визначає ціль або бажаний результат, і включає головні кроки або етапи, необхідні для досягнення цього<sup>63</sup>.*

*Дорожня карта – це **інструмент стратегічного планування**, який розміщує цілі та головні матеріали проекту (завдання, етапи) на часовій шкалі, групуючи усе у вигляді єдиної презентації або графіку<sup>64</sup>.*

<sup>59</sup> <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/747-2017-%D1%80>

<sup>60</sup> <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/104-2018-%D1%80>

<sup>61</sup> <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1017-2017-%D1%80>

<sup>62</sup> [https://stud.com.ua/18661/menedzhment/strategichne\\_planuvannya](https://stud.com.ua/18661/menedzhment/strategichne_planuvannya)

<sup>63</sup> <https://www.productplan.com/roadmap-basics/>

<sup>64</sup> <https://www.officetimeline.com/roadmaps>

## Умовні позначення та скорочення

АДЕ – альтернативні джерела енергії  
АЕС – атомна електростанція  
АПК – агропромисловий комплекс  
БМ – біомаса  
БП – біопалива  
ВВП – валовий внутрішній продукт  
ВДЕ – відновлювані джерела енергії  
ГЕС – гідроелектростанція  
ГС – громадська спілка  
ДАЕЕ – Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України  
ЗППЕ – загальне постачання первинної енергії  
ЗТ – «зелений» тариф  
МЕА – Міжнародне енергетичне агентство  
МБО – механіко-біологічне оброблення  
НПДВЕ – Національний план дій з відновлюваної енергетики  
ОВБСН – обрізка та викорчовування багаторічних сільськогосподарських насаджень  
ОЕС – Об'єднана енергетична система  
ОЕСР – Організація економічного співробітництва та розвитку  
ПГ – парникові гази  
ТЕЦ – теплоелектроцентрально  
ТЕС – теплова електростанція  
ТПВ – тверді побутові відходи  
ЦТ – централізоване тепlopостачання  
UABIO – Біоенергетична асоціація України  
ORC – органічний цикл Ренкіна  
100 RE UA – Громадська спілка Global 100RE Ukraine  
н.е. – нафтовий еквівалент  
с/г – сільське господарство

## Попередні публікації БАУ

Доступні за посиланням: <https://uabio.org/materials/uabio-analytics/>.

1. Аналітична записка БАУ №1 (2012) «Місце біоенергетики в проекті оновленої Енергетичної стратегії України до 2030 року».
2. Аналітична записка БАУ № 2 (2013) «Аналіз Закону України «Про внесення змін до Закону України «Про електроенергетику» № 5485-VI від 20.11.2012».
3. Аналітична записка БАУ № 3 (2013) «Бар'єри для розвитку біоенергетики в Україні».
4. Аналітична записка БАУ № 4 (2013) «Перспективи розвитку виробництва та використання біогазу в Україні».
5. Аналітична записка БАУ № 5 (2013) «Перспективи виробництва електричної енергії з біомаси в Україні».
6. Аналітична записка БАУ № 6 (2013) «Перспективи виробництва теплової енергії з біомаси в Україні».
7. Аналітична записка БАУ № 7 (2014). «Перспективи використання відходів сільського господарства для виробництва енергії в Україні».
8. Аналітична записка БАУ № 8 (2014). «Енергетичний та екологічний аналіз технологій виробництва енергії з біомаси».
9. Аналітична записка БАУ № 9 (2014). «Сучасний стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні».
10. Аналітична записка БАУ № 10 (2014). «Перспективи вирощування та використання енергетичних культур в Україні».
11. Аналітична записка БАУ № 11 (2014) «Перспективи виробництва та використання біометану в Україні».
12. Аналітична записка БАУ № 12 (2015) «Перспективи розвитку біоенергетики як інструменту заміщення природного газу в Україні».
13. Аналітична записка БАУ № 13 (2015) «Аналіз енергетичних стратегій країн ЄС та світу і ролі в них відновлюваних джерел енергії».
14. Аналітична записка БАУ № 14 (2016) «Аналіз тарифоутворення у секторі централізованого тепlopостачання країн Європейського Союзу».
15. Аналітична записка БАУ № 15 (2016) «Аналіз додаткових джерел деревного палива в Україні».
16. Аналітична записка БАУ № 16 (2016) «Можливості заготівлі побічної продукції кукурудзи на зерно для енергетичного використання в Україні».
17. Аналітична записка БАУ № 17 (2016) «Аналіз критеріїв сталого розвитку біоенергетики»
18. Аналітична записка БАУ № 18 (2017) «Створення конкурентного ринку біопалив в Україні».
19. Аналітична записка БАУ № 19 (2018) «Можливості заготівлі деревного палива в лісах України».
20. Аналітична записка БАУ № 20 (2018) «Аналіз можливостей виробництва та використання брикетів з агробіомаси в Україні».
21. Аналітична записка БАУ № 21 (2019) «Подолання бар'єрів для виробництва енергії з агробіомаси в Україні»
22. Аналітична записка БАУ № 22 (2019) «Перспективи енергетичної утилізації твердих побутових відходів в Україні»
23. Аналітична записка БАУ № 23 (2020) «Аналіз виробництва пелет та брикетів з побічної продукції кукурудзи на зерно»
24. Аналітична записка БАУ № 24 (2020) «Енергетичне використання агровідходів. Що варто знати про організаційні і технічні рішення»
25. Аналітична записка БАУ № 25 (2020) «Перспективи енергетичного використання побічної продукції від вирощування соняшнику».

## Біоенергетична асоціація України UABIO – це неприбуткова громадська спілка, яка об'єднує бізнес та експертів для розвитку біоенергетики України

7

років

30

провідних  
компаній

15

фізичних  
осіб

20+

експертів з  
біоенергетики  
в Україні

Ми беремо участь у розробці законодавства, державних та галузевих програмних документів, які сприяють розвитку біоенергетики; надаємо експертну, консультаційну, інформаційну допомогу партнерам; моніторимо національне та міжнародне законодавство у сфері біоенергетики, відновлюваної енергетики, енергоефективності та щодо питань зміни клімату; співпрацюємо з міжнародними профільними асоціаціями, організаціями, бізнесом, експертами, представниками влади; організуємо публічні заходи: конференції, тренінги, семінари; підвищуємо рівень обізнаності громадян України щодо переваг біоенергетики через сайт, соціальні мережі, дайджест.

[www.uabio.org](http://www.uabio.org)

### Члени UABIO:



**МИ ГОТОВІ ДО СПІВПРАЦІ!**  
**Цікаво стати спонсором публікації?**

 **Сконтакуйте з нами**

**UABIO**

Біоенергетична асоціація України

вул. Марії Капніст, 2-А, оф. 116  
м. Київ, Україна, 03057  
+38 (044) 453-28-56  
info@uabio.org  
**www.uabio.org**