

УДК 620.92

Гелетуха Г.Г., Желєзна Т.А., Дроздова О.І.

Інститут технічної теплофізики НАН України

## АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ПОЛОЖЕНЬ ДОРОЖНЬОЇ КАРТИ ЄС З ЕНЕРГЕТИКИ ДО 2050 РОКУ

Розглянуто основні положення Дорожньої Карти ЄС з енергетики на період до 2050 року. Представлено п'ять так званих сценаріїв декарбонізації та два базових сценарії майбутнього розвитку енергетичного сектору Європейського Союзу. Показано, що згідно всіх сценаріїв передбачається, що саме відновлювані джерела енергії будуть відігравати ключову роль в енергозабезпеченні країн-членів ЄС.

Рассмотрены основные положения Дорожной Карты ЕС по энергетике на период до 2050 года. Представлено пять так называемых сценариев декарбонизации и два базовых сценария будущего развития энергетического сектора Европейского Союза. Показано, что согласно всем сценариям предусматривается, что именно возобновляемые источники энергии будут играть ключевую роль в энергообеспечении стран-членов ЕС.

The paper presents review of main points of the EU Energy Road-map 2050. Five decarbonisation scenarios and two current trends scenarios for the future development of the energy sector are presented. It is shown that according to all the scenarios, renewable energy sources are supposed to meet the major part of energy demand of the EU countries.

АЕС – атомна електростанція;  
ВВП – валовий внутрішній продукт;  
ВДЕ – відновлювані джерела енергії;

ЗСПЕ – загальне споживання первинної енергії;  
ЄС – Європейський Союз;  
н.е. – нафтовий еквівалент.

### *Мета Дорожньої Карти*

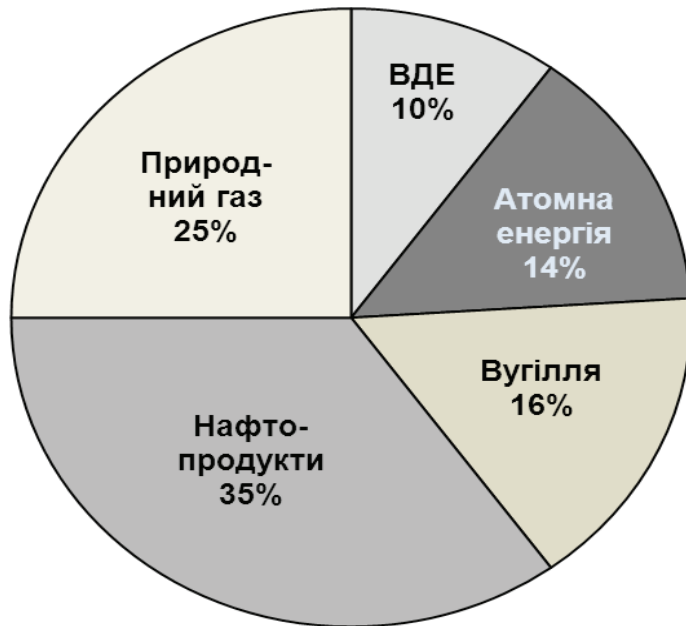
Енергетична політика Європейського Союзу знаходиться в процесі постійного пошуку шляхів для скорочення споживання викопних палив та збільшення обсягів виробництва енергії з відновлюваних джерел. Перші індикативні цілі по розвитку ВДЕ на період до 2012 року було поставлено в Білій Книзі Європейської Комісії (1997 р.) [1]. У період 2007-2009 років ці цілі було переглянуто в рамках нової Енергетичної Стратегії ЄС до 2020 року [2, 3], причому декілька запланованих показників стали не просто рекомендованими, а обов'язковими для виконання. Наразі Європейська Комісія розглядає можливі сценарії розвитку енергетики на період до 2050 року.

Євросоюз має зобов'язання, прийняте урядами країн-членів, по зниженню емісії парникових газів (декарбонізації) у 2050 році на 80...95 % у порівнянні з показниками 1990 року [4]. Оскільки сектор енергетики є основним джерелом викидів парникових газів, які пов'язані з діяльністю людини, то й головні ре-

зерви по зменшенню цих викидів мають бути знайдені та реалізовані саме в ньому.

Наразі внесок ВДЕ до споживання первинної енергії в ЄС-27 становить близько 10 % (рис. 1), а частка біопалив у транспортному секторі – 4 %. Цілі, поставлені в Енергетичній Стратегії ЄС до 2020 року є достатньо амбітними: збільшити частку ВДЕ в загальному енергоспоживанні до 20 % (обов'язкова ціль), збільшити використання біопалив на транспорті щонайменше до 10 % (обов'язкова ціль), знизити емісію парникових газів щонайменше на 20 % від рівня 1990 року, підвищити енергоефективність на 20 %. Якщо прийняти виконання цих показників за базовий сценарій, то досягнення цілей 2050 року по декарбонізації забезпечується лише наполовину, чого вочевидь, недостатньо.

Виходячи з цього, Європейська Комісія зробила Дорожню Карту з енергетики до 2050 року [6], в якій проаналізовано, як саме можна досягти поставлених цілей по зниженню емісії парникових газів, забезпечуючи при цьому



**Рис. 1. Структура енергоспоживання в ЄС-27, 2010 р. [5].**

надійність та конкурентоспроможність систем енергопостачання. Дорожня Карта не має на меті замінити існуючі національні, регіональні та місцеві програми та плани по модернізації енергетичних систем, проте призвана визначити довгострокову загальноєвропейську стратегію, в рамках якої реалізація цих програм і планів буде найбільш ефективною.

#### **Сценарій розвитку енергетики**

В Дорожній Kartі ЄС з енергетики до 2050 року розглянуто п'ять можливих варіантів розвитку, що призведуть до запланованого обсягу скорочення викидів діоксиду вуглецю (так звані сценарії декарбонізації). В основу кожного сценарію покладено одне з наступних припущень щодо того, яка саме тенденція буде превалювати в майбутньому розвитку енергетичного сектору Європейського Союзу.

1. Суттєве підвищення енергоефективності та енергозбереження («сценарій енергоефективності»). Передбачається встановлення жорстких зобов'язань по енергозбереженню для енергетичних компаній, а також застосування дієвих заходів по зменшенню енергоспоживання в будинках (ефективна реновація існуючих будинків та встановлення більш жорст-

ких мінімальних вимог по енергоефективності для нових будинків). Завдяки цьому потреба ЄС в енергії у 2050 році має знизитися на 41 % у порівнянні з піком 2005-2006 років.

2. Суттєве підвищення частки відновлюваних джерел енергії в енергобалансі («сценарій ВДЕ»). Передбачається широке застосування механізмів підтримки сектору відновлюваної енергетики. В результаті цього частка ВДЕ в кінцевому енергоспоживанні має досягти 75 % (або близько 60 % ЗСПЕ), а у споживанні електроенергії – 97 % в 2050 році. Варто зазначити, що даний сценарій розвитку добре узгоджується з оцінкою Європейської ради з відновлюваних джерел енергії. Аналіз перспектив розвитку енергетики ЄС, виконаний Європейською радою з ВДЕ, показує реальну можливість покриття потреби в енергії у 2050 році повністю за рахунок відновлюваних джерел [7].

3. Диверсифікація джерел енергопостачання. В даному сценарії перевага не надається жодному джерелу енергії, всі вони конкурують між собою на ринкових засадах. Передбачається прийняття громадськістю можливості подальшого розвитку атомної енергетики та технологій уловлювання і зберігання вуглецю (наприклад, вилучення  $\text{CO}_2$  з димових газів електростанцій, що працюють на викопних паливах, та його закачування в підземні масиви для зберігання). Декарбонізація в даному випадку буде досягтися шляхом впровадження відповідної податкової політики щодо обсягів викидів вуглецю.

Розглянуто також дві варіації цього сценарію.

4. Диверсифікація джерел енергопостачання з відстроченим впровадженням технологій уловлювання і зберігання вуглецю. Такий підхід дає певну перевагу атомній енергії, оскільки виробництво електроенергії на АЕС пов'язано з найменшими викидами вуглецю до атмосфери у порівнянні з іншими традиційними паливами.

5. Диверсифікація джерел енергопостачання за умови, що нові атомні блоки не будуть споруджуватися, окрім тих, що будуються вже зараз. Такий підхід призведе до більш широкого впровадження технологій уловлю-

вання і зберігання вуглецю (близько 32 % в електроенергетиці).

Крім того, в Дорожній Карті проаналізовано два базових сценарії розвитку енергетики. Перший ґрунтується на цілях та заходах, запланованих в Енергетичній Стратегії ЄС до 2020 року. Другий сценарій враховує ініціативи, прийняті після аварії на АЕС у Фукусімі, а також заходи, запропоновані Європейською Комісією у Плані з енергоефективності (2011 р.) [8] та пропозиції Єврокомісії щодо перегляду структури енергетичного податку в ЄС (2011 р.) [9]. Так, наприклад, План з енергоефективності серед іншого передбачає більш активне впровадження когенераційних технологій, в тому числі за рахунок спалювання твердих побутових відходів. Новий підхід Єврокомісії до енергетичного податку полягає в його розділенні на дві складові. Перша – податок на споживання енергії, величина якого залежить від виду палива (мінімум 9,6 євро/ГДж для моторних палив та 0,15 євро/ГДж для котельно-пічного палива). Друга – податок на викиди CO<sub>2</sub> (мінімум 20 євро/т CO<sub>2</sub>).

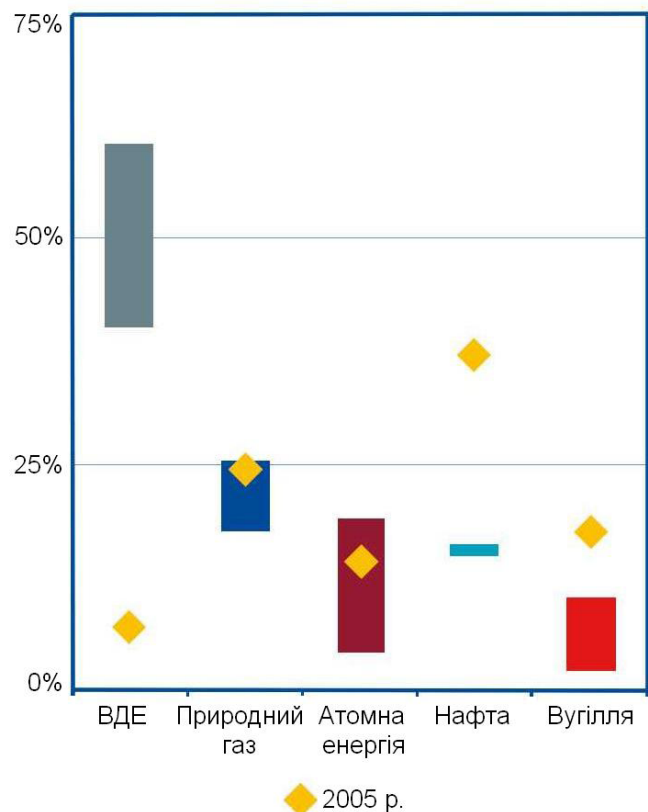
В Дорожній Карті з енергетики до 2050 року зазначається, що на практиці енергетичний сектор Євросоюзу буде розвиватися згідно тієї чи іншої комбінації розглянутих сценаріїв, а не згідно якогось з них в чистому вигляді. Але розгляд і аналіз цих сценаріїв дає можливість вже зараз зробити важливі висновки і прийняти необхідні рішення, які вплинуть на майбутнє.

#### **Результати аналізу сценаріїв розвитку енергетики**

Одним з важливих висновків, зроблених в Дорожній Карті є той, що запланована декарбонізація сектору енергетики в принципі є можливою. При цьому витрати на модернізацію енергетичних систем, що є необхідними за сценаріями декарбонізації, близькі до витрат на модернізацію, які передбачені другим з двох базових сценаріїв (14,6 % Європейського ВВП у 2050 р.). В майбутньому енергетичні установки і системи будуть характеризуватися значно більшими капітальними витратами (за рахунок використання

високоєфективного устаткування та матеріалів) і меншими експлуатаційними витратами (головним чином за рахунок заощадження коштів на придбання імпортованого палива). Наразі рівень залежності Євросоюзу від імпортованих енергоносіїв становить 52 %. За сценаріями декарбонізації у 2050 році він має зменшитися до 35...45 %.

Структуру споживання первинної енергії в ЄС у 2050 році згідно описаних сценаріїв декарбонізації представлено на рисунку 2 (для порівняння наведено також дані 2005 року). Видно, що за всіма сценаріями відновлювані джерела енергії становлять найбільшу частку енергобалансу (40...60 %). Першочерговим завданням, поставленим в Дорожній Карті, є здешевлення технологій виробництва енергії з ВДЕ та їх комерціалізація. Очікується значний ріст інвестицій в «зелену» енергетику з метою розробки нових технологій та удосконалення існуючих.



**Рис. 2. Структура споживання первинної енергії в ЄС у 2050 році згідно сценаріїв декарбонізації [6].**

Іншою характерною особливістю енергоспоживання у 2050 році є суттєве зменшення частки нафтопродуктів згідно всіх сценаріїв декарбонізації – від теперішніх 35 % до близько 15 %. Прогнозується, що нафтопродукти будуть використовуватися в основному на транспорті для перевезень пасажирів та вантажів на великі відстані.

Природний газ як енергоносіє продовжить відігравати достатньо важливу роль і в майбутньому. Його внесок до споживання первинної енергії становитиме до 25 % у 2050 році. Прогнозується можливість скорочення споживання газу в житловому секторі до 2030 року за рахунок впровадження енергоефективних заходів, але в інших секторах, наприклад в електроенергетиці, обсяги споживання залишаються на теперішньому рівні на досить тривалий час.

Внесок вугілля до енергобалансу ЄС зменшиться з теперішніх 16 % до 2...10 % у 2050 році. Очікується подальший розвиток технологій уловлювання і зберігання вуглецю, застосування яких на вугільних електростанціях може суттєво покращити їх екологічні показники.

Використання атомної енергії прогнозується на рівні 5...20 % ЗСПЕ в залежності від розглянутого сценарію розвитку. Після аварії на АЕС у Фукусімі деякі країни-члени ЄС стали дотримуватись позиції, що ризики, по-

в'язані з атомною енергетикою, є неприйнятними та відповідним чином змінили свою політику в цій галузі. Але інші країни продовжують відносити атомні електростанції до достатньо надійних та безпечних об'єктів електроенергетики.

Згідно всіх запропонованих сценаріїв декарбонізації, електроенергія в майбутньому буде відігравати значно більшу роль в ЄС, ніж зараз. Наприклад, прогнозується, що 65 % легкових автомобілів перейдуть на електроживлення. Частка електроенергії у кінцевому енергоспоживанні подвоїться і становитиме 36...39 % у 2050 році (рис. 3). Збільшення обсягу споживання електроенергії передбачено навіть у «сценарії енергоефективності».

Прогнозується, що ціни на електроенергію будуть зростати до 2030 року, після чого почнуть падати. Ріст цін буде пов'язаний, головним чином, з необхідністю заміни обладнання, яке відпрацювало свій ресурс, та певною мірою – зі збільшенням частки електроенергії з ВДЕ. Інвестиції в електроенергетику у період до 2050 року очікуються на рівні 1,5...2,2 трильйонів євро, причому велика частина коштів припадає саме на ВДЕ. Обсяг «зеленої» електроенергії в загальному споживанні становитиме 64 % згідно «сценарію енергоефективності» та 97 % згідно «сценарію ВДЕ».

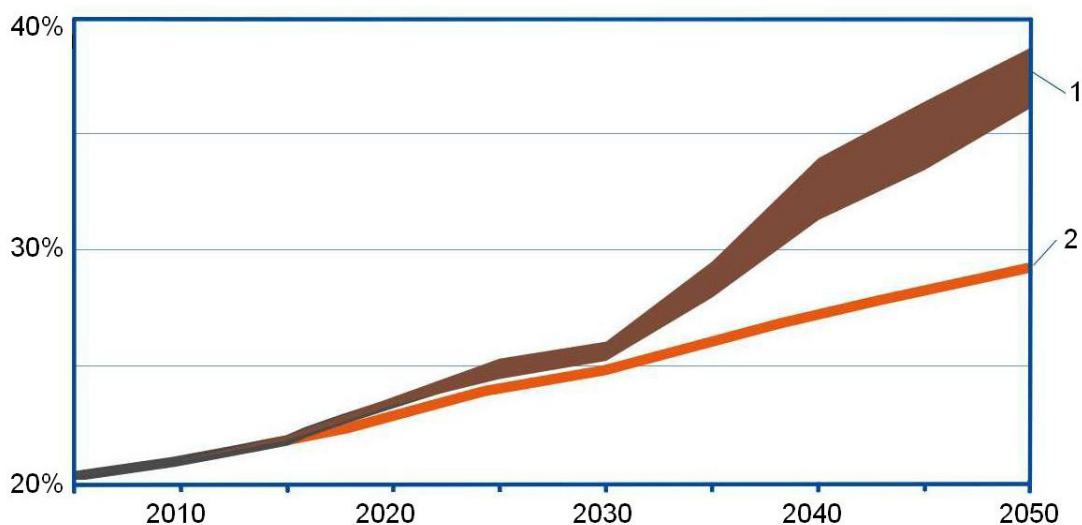
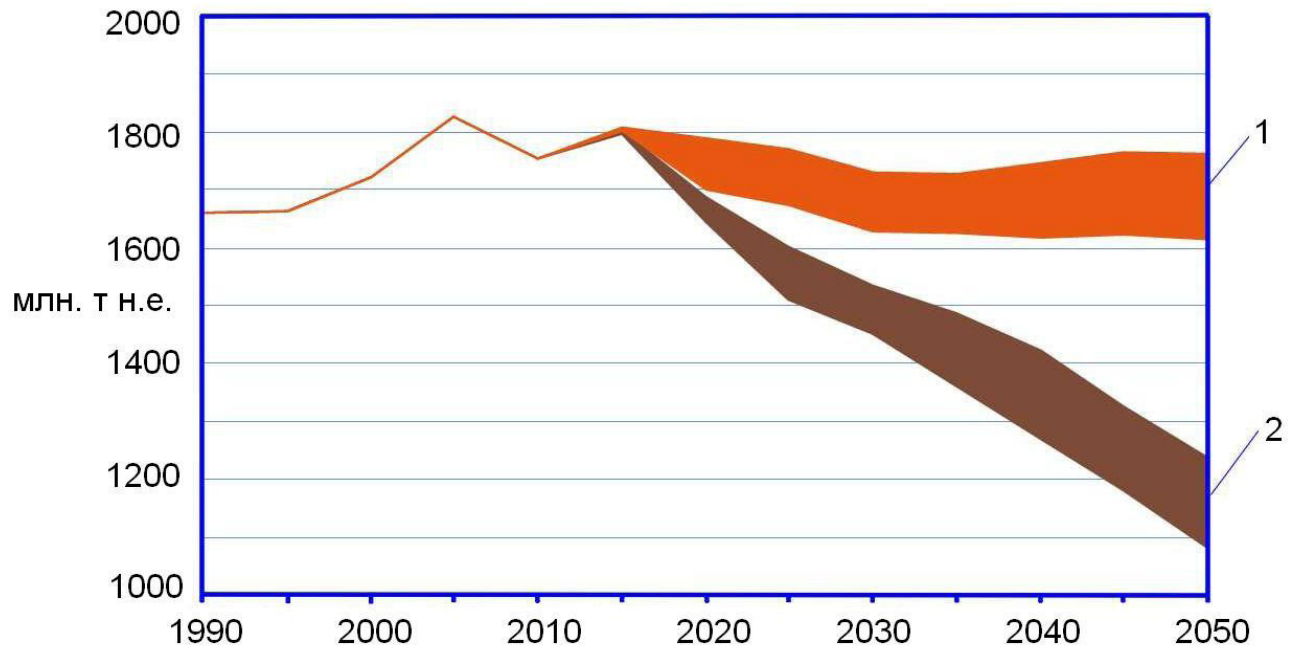


Рис. 3. Частка електроенергії в кінцевому енергоспоживанні ЄС [6]:  
1 – сценарій декарбонізації, 2 – базові сценарії.



**Рис. 4. Динаміка загального енергоспоживання в ЄС [6]:  
1 – базові сценарії, 2 – сценарії декарбонізації.**

Відповідно до сценаріїв декарбонізації, енергоспоживання у 2050 році має зменшитися від рівня 2005-2006 років (близько 1800 млн. т н.е./рік) в середньому у півтора рази – до 1100...1250 млн. т н.е./рік. При цьому, базові сценарії передбачають скорочення споживання енергії в середньому лише на 6 %, до 1600...1750 млн. т н.е./рік, що відповідає рівню 1990-1995 років (рис. 4).

У всіх сценаріях декарбонізації одним з ключових елементів є енергозбереження в будниках. Планується, що будівлі з майже нульовим споживанням викопної енергії стануть нормальним явищем. Іншим ключовим моментом є зростання обсягів енергії, яка виробляється з відновлюваних джерел. Очікується здешевлення та вихід відповідних технологій на комерційний рівень, планується збільшення потужностей установок та, у випадку біоенергетики, ріст імпорту біомаси з країн поза межами Євросоюзу, наприклад Росії.

### **Висновки**

Енергетична політика Європейського Союзу являє собою приклад послідовності у досягненні поставлених цілей та гнучкості у по-

шуку та застосуванні засобів для цього. Аналіз сценаріїв розвитку енергетичного сектору у довгостроковій перспективі дає можливість вже зараз зробити принципові висновки і прийняти стратегічні рішення на майбутнє. Результати такого аналізу, представлені в Дорожній Kartі з енергетики до 2050 року, підтверджують можливість суттєвої декарбонізації енергетичного сектору і показують ключову роль відновлюваних джерел в майбутньому енергозабезпеченні транспорту, промисловості, побутових та інших споживачів.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. *Energy for the Future: Renewable Sources of Energy*. White Paper for a Community Strategy and Action Plan. COM(97)599 final, 26.11.1997.
2. *Directive 2009/28/EC* of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC.
3. *Renewable Energy Road Map*. Renewable energies in the 21st century: building a more sustainable future. COM(2006) 848 final, Brussels, 10.01.2007.

4. *A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050*. COM(2011) 112 final, 8.3.2011.

5. Eurostat [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/energy/data/main\\_tables](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/energy/data/main_tables)

6. *Energy Roadmap 2050*. COM(2011) 885 final, 15.12.2011.

7. *RE-Thinking 2050. A 100 % Renewable Energy Vision for the European Union*. EREC, 2010.

8. *Energy Efficiency Plan 2011*. COM(2011) 109 final, 8.3.2011.

9. *Proposal for a revision of the EU Energy Tax Directive*. COM(2011) 169, 7.6.2011.

*Получено 31.08.2012 г.*