

УДК 620.92:338.2

Ліщук В.І., к.е.н., доцент

Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки

Ліщук М.Є., к.с-г.н., доцент

Московчук А.Т., к.е.н., доцент

Луцький національний технічний університет

## **ВИКОРИСТАННЯ ВІДНОВЛЮВАНИХ РЕСУРСІВ В ЕНЕРГЕТИЦІ: СВІТОВІ СТРАТЕГІЇ ТА СЦЕНАРІЇ РОЗВИТКУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО РИНКУ**

У матеріалах статті розглянуто основні сценарії розвитку світового енергетичного ринку та стратегії країн, що їх реалізують. Узагальнено енергетичні пріоритети та тенденції. Визначено проблеми та напрями формування енергетичної стратегії України відповідно до світових орієнтирів.

**Ключові слова:** світові енергетичні стратегії, сценарії розвитку енергетичного ринку, відновлювальні та невідновлювальні джерела енергії, альтернативна енергетика.

Lishchuk V., Lishchuk M., Moskovchuk A.

## **USE OF RENEWABLE ENERGY RESOURCES: GLOBAL STRATEGY AND SCENARIOS OF ENERGY MARKET DEVELOPMENT**

The materials of the article examines the main scenarios of the global energy market development and strategies for countries to take them into account. Energy priorities and trends were summarized. The problems and directions of Energy Strategy of Ukraine creation according to international guidelines were defined

**Keywords:** global energy strategies, energy market development scenarios, renewable and non-renewable energy sources, alternative energy

Ліщук В.І., Ліщук М.Є., Московчук А.Т.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ РЕСУРСОВ В ЭНЕРГЕТИКЕ: МИРОВЫЕ СТРАТЕГИИ И СЦЕНАРИИ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО РИНКА**

В материалах статьи рассмотрено основные сценарии развития мирового энергетического рынка та стратегии стран, которые их реализуют. Обобщено энергетические приоритеты и тенденции. Определено проблемы и направления формирования энергетической стратегии Украины соответственно мировым ориентирам.

**Ключевые слова:** мировые энергетические стратегии, сценарии развития энергетического рынка, возобновляемые и невозобновляемые источники энергии, альтернативная энергетика.

**Постановка проблеми у загальному вигляді і її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями.** Важливою проблемою людства є енергетична, тому що для забезпечення сталого економічного розвитку необхідне збільшення обсягу енергії у декілька разів. Сучасна енергетика використовує переважно традиційні невідтворювальні види ресурсів, що спричиняють забруднення навколишнього середовища і глобальні зміни клімату.

Світова спільнота вважає, що найбільш перспективним шляхом вирішення проблеми енергозабезпечення є використання нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії (НВДЕ), які мають невичерпний ресурсний потенціал та екологічну чистоту (абсолютну чи відносну). Невичерпність нетрадиційних видів ресурсів, незалежність їх від кон'юнктури на світовому ринку енергоносіїв та екологічність сприяють зростанню попиту та їх використанню.

**Аналіз останніх досліджень, у яких започатковано вирішення проблеми.** Дослідженням особливостей використання НВДЕ в Україні та світі займалися такі

науковці, як Габрель М., Гелетуха Г., Джеджула В., Кузьо І., Корендій В., Макогон Ю., Ратушняк Г., Стогній Б. та ін., які присвячували свої роботи вивченню науково-технічних проблем, розвитку потужності альтернативної енергетики, енергозбереження та енергоефективності, інновацій в сфері енергетики тощо.

Високий рівень енергоемності ВВП України та імпортозалежність від основних традиційних стратегічних ресурсів – це основні передумови для диверсифікації українського енергетичного ринку. Використання відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) може стати важливим компонентом енергетичної безпеки України. Отже дослідження світових стратегічних рішень щодо альтернатив розвитку енергетичного ринку дає можливість сформулювати основні пріоритети для України.

**Цілі статті.** Метою дослідження є вивчення перспектив світових стратегічних рішень і сценаріїв розвитку енергетичного ринку та можливості їх екстраполяції на енергетичний сектор України.

**Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів.** Близько 90% енергії, яку споживають у світі, отримують з природних джерел, таких як: вугілля, нафта, газ. Світові запаси цих корисних копалин становлять 1 152,2 млрд т у.п. (умовного палива), з яких 786 млрд т у.п. припадає на вугілля, що становить понад 68% усіх енергетичних корисних копалин [1]. За оцінками експертів (зокрема за прогнозами Міжнародного енергетичного агентства – МЕА), запасів нафти на Землі вистачить лише до 2030-2050 рр., природного газу – до 2060-2080 рр. [2].

На теперішній час деякі країни споживають близько 20% альтернативних відновлювальних енергоносіїв та в подальшому планують відмовитись від імпорту традиційних видобувних ресурсів. Беззаперечними світовими лідерами альтернативної енергетики є країни ЄС, США, Китай та Індія.

У Парижі на конференції (паризька конференція клімату-21) 195 країн підписали історичну угоду щодо глобальної проблеми зміни клімату, у якій зобов'язалися протягом найближчих п'яти років подвоїти інвестиції в дослідження чистої енергетики. Енергетична світова політика передбачає, так звану, трилему (рис. 1).

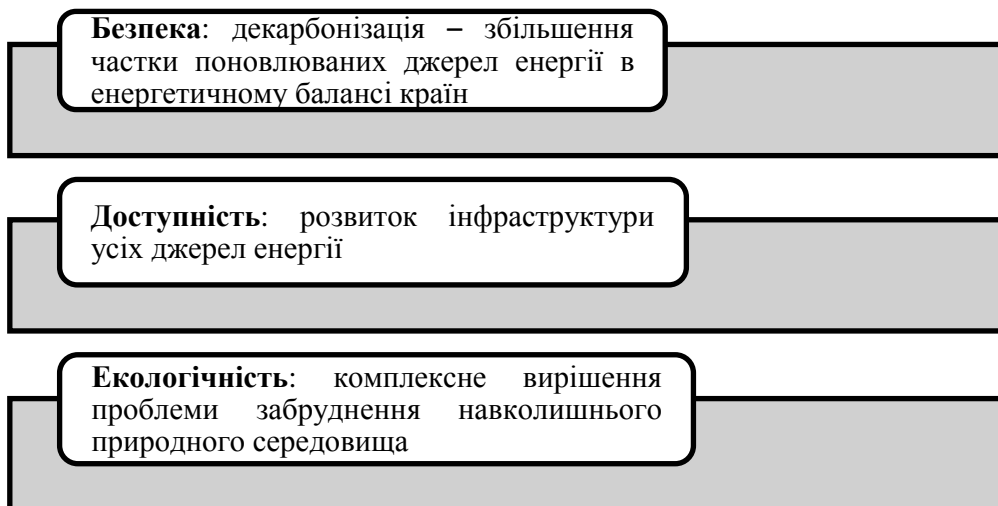


Рис. 1. Основні критерії світової енергетичної політики (Сформовано на основі джерела

[3])

Міжнародні енергетичні організації, зокрема: Міжнародне Агентство з відновлюваної енергетики (IRENA), Світова Енергетична Рада (WEC) та МЕА (IEA)

розробили сценарії розвитку енергетики, які передбачають зміни у структурі споживання енергетичних ресурсів і забезпеченні основних критеріїв енергетичної політики.

1. IRENA розробило Дорожню Карту для досягнення сценарію подвоєння частки ВДЕ у світовому споживанні енергії з 18 (2010 р.) до 36% (2030 р.) [4]. Сучасні види ВДЕ мають поступово витіснити використання традиційної біомаси. Оскільки у 2010 р. з 18% ВДЕ половина припадала на традиційну біомасу, то у 2030 р. частка сучасних ВДЕ має потроїтись (до 30%), залишаючи традиційному використанню біомаси лише 6%.

2. WEC розробила два сценарії розвитку світової енергетики до 2050 року [5]: «Джаз» і «Симфонія».

Сценарій 1 («Джаз») передбачає відносно повільний розвиток відновлюваної енергетики – 20% загального постачання первинної енергії (ЗППЕ) у 2050 р., та досить суттєве зростання (на 38%) порівняно з 2010 р. ЗППЕ (з 546 ЕДж/рік у 2010 р. до 879 ЕДж/рік у 2050 р.). Цей сценарій не відповідає сучасним поглядам на перспективи розвитку енергетичного ринку щодо його екологізації та енергоефективності.

Сценарій 2 («Симфонія») є більш реалістичним. Він передбачає переважний розвиток відновлюваної енергетики та зростання енергоефективності. Завдяки цьому у 2050 р. частка ВДЕ має досягти близько 30% у ЗППЕ та 50% у виробництві електроенергії. При цьому загальне постачання енергії за 2010-2050 рр. зросте лише на 22%.

3. МЕА розробило три сценарії розвитку енергетичного ринку до 2040 року (табл.1): New Policies, Current Policies і 450 (2009 рік) і три сценарії 6DS, 4DS, 2DS (2012 рік) до 2050 р.

Сценарії розвитку енергетичного ринку до 2040 року

Таблиця 1

Структура світового попиту на джерела енергії за сценаріями МЕА, %

Види джерел енергії	МЕА			
	2014 факт	2040		
		New Policies	Current Policies	450
Вугілля	28,7	23,2	27,1	13,4
Нафта	31,2	26,7	27,5	22,4
Газ	21,1	24,1	24,0	22,2
Атомна	4,8	6,6	5,3	10,7
Гідро	2,4	3,0	2,6	4,0
Біоенергія	10,4	10,5	9,3	15,5
Інші ВДЕ	1,4	5,9	4,2	11,8

Сформовано на основі джерела [6].

Сценарії New і Current Policies передбачають перерозподіл у традиційних невідновлюваних джерелах енергії на користь газу та атомної енергетики. Частка ВДЕ становитиме відповідно 20,4 і 16,1%. Реалізація «екологічного» сценарію «450», передбачає активну кліматичну політику, навіть при збереженні темпів світового економічного зростання на високому рівні (3,4%). Це знизить світовий попит на енергію у 2040 р. майже на 15% щодо базових сценаріїв [7].

У запропонованих сценаріях розглянуто різну динаміку попиту на енергетичні ресурси та різну їх структуру щодо джерел енергії. Критеріям світової енергетичної політики найбільш відповідають сценарії IRENA, WEC «Симфонія» та сценарій «450». Останні два передбачають, крім підвищення частки НВДЕ у ЗППЕ, зниження обсягу

споживання енергії (при збільшенні темпів економічного зростання країн) через підвищення енергоефективності. Такі сценарії є найбільш прийнятними з огляду на їх екологічність та поліпшення якості життя людства.

Сценарії розвитку енергетичного ринку до 2050 року

Глобальні зміни клімату внаслідок збільшення кількості викидів парникових газів в атмосферу у 2012 році спонукали МЕА розробити три сценарії розвитку подій, у яких підвищення середньорічної температури становитиме відповідно 6, 4 і 2 градуси. Найбільш безпечним для нашої планети є сценарій 2DS, який передбачає кардинальні зміни в енергетичній системі світу через зростання потужності відновлюваної генерації, зниження енергоемності світової економіки і попиту на енергію.

У середньостроковій перспективі відновлювана енергетика має забезпечувати найбільший приріст встановленої потужності. До 2020 р. на долю ВДЕ припаде понад дві третини зростання, а половина з цього приросту – без використання гідротехнологій. У подальшому очікується уповільнення тренду розширення ВДЕ-генерації через стриману політику та невизначеність щодо інтеграції ринків у деяких регіонах світу. Загалом розвиток відновлюваної енергетики зможе забезпечити досягнення цілей сценарію 2DS щодо змін клімату [8, с.4].

Основними стратегічними пріоритетами у більшості сценаріїв, яким надають перевагу міжнародні енергетичні організації, є збільшення частки ВДЕ у ЗППЕ, скорочення обсягів споживання енергії, підвищення енергоефективності та енергозбереження.

Темпи зростання відновлювальної енергетики є різними у різних країнах світу. Є кілька країн, які реалізують проекти 100% споживання відновлювальної енергії: Данія (в усіх секторах з 2050 року), Ісландія (вже досягнуто 99% електроенергії), Шотландія (до 2020 року) та Мальдіви (до 2020 року) [9].

Країни світу, що усвідомили важливість реформування енергетичного ринку відповідно до перспективних сценаріїв, розробили відповідні Стратегії, що враховують пріоритетні цілі та можливості їх досягнення. Основні цілі і показники Енергетичних стратегій деяких країн відображені у табл.2.

Таблиця 2

Основні цілі і показники Енергетичних стратегій країн

Країна	Стратегічні цілі і показники
Данія	Довгострокова мета – до 2050 р. забезпечення незалежності від вугілля, нафти і газу й позиції світового лідера в галузі енергетики. Короткострокові та середньострокові цілі – до 2020 р. скоротити споживання викопного палива на 33% і споживання енергії на 6%. Частка ВДЕ продовжить своє зростання і після 2020 р. [10].
Австрія	Довгострокова мета – у 2050 році повністю задовольнити кінцеве енергоспоживання (близько 650 ПДж/рік) за рахунок ВДЕ. Короткострокові та середньострокові цілі – до 2020 року збільшити частку ВДЕ у валовому кінцевому енергоспоживанні до 34% за рахунок впровадження заходів з енергоефективності[11].
Швеція	Довгострокові цілі – до 2030 р. мати автомобільний парк, незалежний від викопних видів палива, до 2050 р. мати стійке та ефективне використання ресурсів енергопостачання з досягненням цілі декарбонізації. Коротко- і середньострокові цілі – до 2020 р. досягти 40% скорочення викидів парникових газів (або близько 20 млн. тон CO <sub>2</sub> ) та збільшення на 50% частки ВДЕ у валовому кінцевому споживанні енергії й на 10% частку ВДЕ в транспортному секторі [12].
Німеччина	Довгострокові цілі – до 2050 р. збільшити частку ВДЕ у загальному

	кінцевому споживанні енергії до 60%, у споживанні електроенергії до 80%, скоротити споживання первинної енергії на 50%, викидів парникових газів – на 80%. Коротко- і середньострокові цілі – до 2022 р. повністю відмовитись від використання атомної енергії, до 2020 р. скоротити споживання теплової енергії на 20%, збільшити частку ВДЕ у споживанні електроенергії до 35%, викиди парникових газів – на 40% [13].
Китай	Довгострокові цілі – до 2040 р. забезпечити зростання виробництва електроенергії з вугілля, але зменшення його частки в загальній структурі електрогенерації до 52%, розвиток електрогенерації з ВДЕ до 16%, скорочення на третину питомих викидів CO <sub>2</sub> [14].

Заслужує на увагу досвід США щодо розвитку енергетичного ринку, який передбачає прийняття: 1) єдиної енергетичної стратегії (2014 р.), що визначає основні пріоритетні напрями щодо збільшення у 2030 р. частки ВДЕ при виробництві електроенергії до 20% і скорочення викидів парникових газів електростанцій на 32% [14]; 2) стратегічних рішень штатів, в яких скореговані пріоритетні показники відповідно до власних можливостей.

Необхідні темпи розвитку відновлюваної енергетики потребують відповідного рівня інвестиційної активності, який можна забезпечити за двох основних умов: зниження фінансових ризиків інвесторів та достатні гарантії на повернення вкладених коштів і обґрунтоване прогнозування інвестиційного прибутку.

У країнах ЄС, як і у більшості інших країн світу, для стимулювання виробництва ВДЕ, як правило, застосовують чотири види основних економічних інструментів:

- 1) ринковий, у вигляді підвищення цін на традиційні енергоресурси (природний газ, нафтопродукти, вугілля) за рахунок додаткового податку;
- 2) спеціальні підвищені тарифи («зелені тарифи») на виробництво електроенергії з відновлюваних джерел;
- 3) субсидіювання кінцевих споживачів (від 20 до 40% ціни енергозберігаючого устаткування та обладнання для виробництва енергії з ВДЕ);
- 4) державні програми з використання ВДЕ [15, с.21-24].

За дослідженнями, проведеними Агентством з питань забезпечення ефективності використання енергетичних ресурсів, потенціал альтернативної енергетики в Україні є значним, проте українське енергопостачання на 84% базується на викопних енергоносіях [16]. Альтернативні джерела енергії можуть компенсувати недоліки існуючої енергетичної системи, а їх використання значно зменшить викиди та покращить екологічну ситуацію в державі. Стратегічні рішення мають врахувати основні світові тенденції щодо зниження енергоспоживання, енергоемності економіки та скорочення викидів, зокрема через збільшення частки ВДЕ.

Енергетична стратегія України, яка була розроблена на період до 2030 року, має недоліки щодо рекомендаційних оцінок і відповідності світовим тенденціям на енергетичному ринку. Тому були запропоновані два проекти Енергетичної Стратегії до 2035 року. Перший (розроблений Національним інститутом стратегічних досліджень) передбачає зростання валового кінцевого споживання енергії і невисокі темпи зростання ВДЕ у її структурі. Це не відповідає основним світовим сценаріям розвитку енергетики. Другий (розроблений Центром Разумкова та іншими неурядовими організаціями) – Нова Енергетична стратегія (НЕС) – враховує світові підходи щодо зниження споживання енергії, зростання частки ВДЕ, питання енергоефективності.

Проект НЕС передбачає «Дорожню карту» поетапної реалізації завдань і прогнозні показники та індикатори енергетичного балансу. Основними проблемними

моментами є об'єктивність розрахунків прогнозних показників та реалістичність здійснення заходів на кожному етапі. Так, зокрема, збільшення обсягу відновлюваних джерел енергії до 20,5 млн.т.н.е. у 2035 р., тобто у 6,5 разів, є мало реалістичним, тому що країнам ОЕСР для збільшення обсягу ВДЕ у 3 рази потрібно було 40 років [17, с.16].

**Висновки.** Аналіз сценаріїв та Світових енергетичних стратегій, які їх враховують, показав, що основними пріоритетами у розвитку енергетичних ринків є запобігання глобальним змінам клімату через скорочення викидів парникових газів об'єктами електроенергетики, скорочення споживання енергії за рахунок енергоефективності та енергозбереження, зменшення використання невідновлюваних ресурсів і підвищення частки ВДЕ у виробництві енергії.

З метою врахування світових стратегічних тенденцій на енергетичному ринку Україні необхідно: сформулювати і затвердити об'єктивну енергетичну стратегію; розмежувати функції держави, регіонів та громад щодо вирішення і фінансування відповідних завдань; запровадити систему загальнодержавних та регіональних еколого-енергетичних індикаторів, що дозволять здійснювати моніторинг стану виконання завдань; оперативно корегувати заходи і завдання відповідно до зміни економічної та політичної ситуації в країні.

#### Список використаних джерел:

- 1.Офіційний сайт Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження України: відновлювана енергетика [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://sae.gov.ua/>.
- 2.International Renewable Energy Agency (IRENA)/ Paris Agreement. United Nations Treaty Collection. 8 July (2016). [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.irena.org>.
- 3.Christoph Frei Secretary General, World Energy Council World Energy [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2016/03/2016-World-Energy-Issues-Monitor-Full-report.pdf>.
- 4.IRENA (2014), REmap (2030): A Renewable Energy Roadmap, June (2014). [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://www.irena.org/remap/IRENA\\_REmap\\_Report\\_June\\_2014.pdf](http://www.irena.org/remap/IRENA_REmap_Report_June_2014.pdf).
- 5.Renewable energy. Medium-Term Market Report 2015 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://uare.com.ua/images/MidtermIEA.pdf>.
- 6.IEA, (2015),Medium-Term Renewable Energy Market Report (2015), OECD/IEA, Paris [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [https://www.iea.org/bookshop/708-Medium-Term\\_Renewable\\_Energy\\_Market\\_Report\\_2015](https://www.iea.org/bookshop/708-Medium-Term_Renewable_Energy_Market_Report_2015).
- 7.Energy Efficiency Indicators Highlights 2016 [Електронний ресурс] – Режим доступу : <https://www.iea.org/statistics/statisticssearch/report/?country=UKRAINE&product=renewablesandwaste&year=2014>.
- 8.Матеріали Міжнародної Асоціації централізованого енергопостачання.[Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://www.districtenergy.org/blog/2015/07/14/13939/energiewende-2050-targets-schope-2015-chart>.
- 9.Eurostat news release [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/6734513/8-10032015-AP-EN.pdf/3a8c018d-3d9f-4f1d-95ad-832ed3a20a6b>.
10. Дорожня Карта з енергетики до 2050 р. Європейської Комісії Energy Strategy 2050 – from coal, oil and gas to green energy (Denmark), (2011). [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.efkm.dk/sites/kebmin.dk/files/news/from-coal-oil-and-gas-to-green-energy/Energy%20Strategy%202050%20web.pdf>.
11. Jurrien Westerhof. Geschäftsführer Erneuerbare Energie Österreich. [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://www.ots.at/presseaussendung/OTS\\_20150928\\_OTS0027/erneuerbare-energie-oesterreich-schlaegt-eckpunkte-fuer-energiestrategie-vor](http://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20150928_OTS0027/erneuerbare-energie-oesterreich-schlaegt-eckpunkte-fuer-energiestrategie-vor).
12. Energy scenario for Sweden 2050, IVL Swedish Environmental Research Institute, 2011 [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://www.wwf.se/source.php/1409709/Energy%20Scenario%20for%20Sweden%202050>.
13. Energy Policies of IEA Countries. Germany. (2013) Review. [Електронний ресурс] – Режим доступу : [https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Germany2013\\_free.pdf](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Germany2013_free.pdf).
14. Аналіз енергетичних стратегій країн ЄС та світу і ролі в них відновлюваних джерел енергії. 2015. Аналітична записка БАУ [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://uabio.org/img/files/docs/uabio-position-paper-13-ua.pdf>.
15. Гелетуха Г. Відновлювана енергетика в Україні: стимули і бар'єри / Г. Гелетуха [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ua-energy.org/post/1467458>.
16. Офіційний сайт Міністерства енергетики та вугільної промисловості України [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://mre.kmu.gov.ua>.
17. Ліщук В. Стратегічні напрями політики енергоефективності в Україні / В. Ліщук, М. Ліщук, А. Московчук // Економічний часопис Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. – 2016. – №1(5). – С.12-17.