

## ЕНЕРГОКОНВЕРСІЯ ЯК МАГІСТРАЛЬНИЙ ШЛЯХ СТАЛОГО НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВОГО РОЗВИТКУ

I. Gaidutskiy,  
PhD in Economics

ENERGY CONVERSION AS THE MAIN PATH OF SUSTAINABLE LOW CARBON DEVELOPMENT

*У статті розкрито економічні та екологічні аспекти пріоритетності здійснення енергоконверсії в контексті сталого низьковуглецевого розвитку. Сформульовано суть енергоконверсії як широкомасштабний і радикальний перехід від використання економікою переважно вуглецевих до безвуглецевих (відновлювальних) енергоносіїв. Обґрунтовано структуру енергоконверсії як глобального процесу, яка включає три основні складові: енергоощадність, енергомодернізацію і енергоіноваційність. Широко використано метод статистичних групувань по великій сукупності показників країн світу, формулювання та розв'язання економетричних моделей кореляційного типу. Доведено, що інтенсивність вуглецевих викидів, перебуває в прямій і досить тісній залежності від рівня споживання вуглецевих енергоносіїв та в оберненій і теж досить тісній залежності від рівня споживання відновлювальних (безвуглецевих) енергоносіїв. Новизна статті — обґрунтування поняття енергоконверсії, її складових як процесу і системи причинно-наслідкового взаємозв'язку зі сталим низьковуглецевим розвитком. Практичне значення статті — визначення конкретних параметрів і чинників впливу на інтенсивність викидів вуглецю, споживання вуглецевих і безвуглецевих енергоносіїв.*

*The paper highlights the economic and environmental aspects of priority implementation of energy conversion in the context of sustainable low carbon development. The author formulates the essence of energy conversion, as wide-ranging and radical transformation from the usage by the economy the carbon energy to the usage no carbon, renewable energy. Paper gives the structure of energy conversion, as a global process, which includes three main components: energy thrift, energy upgrades and energy innovations. Author widely used method for statistical groupings on a large set of country indicators, formulating and solving econometric models such as correlation. It is proved that the intensity of carbon emissions is directly and very closely dependent on the level of consumption of carbon energy and in inverse quite closely dependent on the level of consumption of renewable no carbon energy. The novelty of the paper is a concept study of energy conversion, its components and processes, its relationship to sustainable low-carbon development. The practical significance of the article is identification of specific parameters and factors affecting the intensity of carbon emissions, consumption of carbon and no-carbon energy sources.*

*Ключові слова: енергоконверсія, енергоощадність, енергомодернізація, енергоіноваційність, відновлювальні джерела енергії, вуглецеві енергоносії, безвуглецеві енергоносії, вуглецеві викиди.*

*Key words: energy conversion, energy thrift, energy modernization, energy innovation, renewable energy resources, carbon energy sources, zero carbon energy sources, carbon emissions.*

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Проблема високої вуглецеємності економіки в найбільшій мірі зумовлена вуглецевою енергетикою. Вплив вуглецевої енергетики на обсяги викидів вуглецю залежить від країни, структури економіки та енергетики і стану антивуглецевої політики держави. Однак практично у всіх країнах енергетика займає перше місце серед галузей економіки, які забруднюють атмосферу шкідливими викидами і насамперед вуглецевими. У значній мірі це зумовлено найвищим рівнем використання в енергетиці вуглецевих енергоносіїв. Тому магістральним напрямом сталого низьковуглецевого є енер-

гоконверсія, яка передбачає широкомасштабний і радикальний перехід від використання економікою переважного вуглецевих до безвуглецевих енергоносіїв.

Зниження вуглецеємності економіки та скорочення вуглецевих викидів є одним з першочергових завдань як на глобальному, так і на державних рівнях. З цих питань є низка важливих рішень міжнародних організацій, багато національних програм, стратегій і концепцій. В цьому контексті дослідження енергоконверсії як наукової концепції і як практичної стратегії забезпечення сталого низьковуглецевого розвитку, якій присвячена дана стаття, є дуже актуальним.

**АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ**

Значну увагу дослідженню теоретичних аспектів енергоемності економіки приділяють Башмаков І. [10], Бобров Є. [11], Канигін П. [12], Мачулін В., Мхитарян Н. [9]. Дослідженню практичних аспектів проблеми енергоемності економіки значну увагу приділяють: Грицевич І. [13], Мельникова С. [14], Кокорин А., Кураєв С. [4], Длуголескі Е., Лафельд С. [1], Гарнак А., Полонская Ю., Кобишева Н., Мелешко В., Сафонов Г., Катцев Н. [2] та інші. Однак проблема енергоконверсії як пріоритетного і магістрального напрямку сталого низьковуглецевого розвитку досліджена ще дуже мало як в теоретичному, так і в практичному аспекті.

**ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ**

Метою статті є розкриття суті і змісту енергоконверсії, структури її складових як процесу, а також ролі і значення як магістрального і пріоритетного напрямку сталого низьковуглецевого розвитку.

**ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ**

Більшість дослідників сходяться на тому, що проблема високої вуглецеємності економіки в найбільшій мірі зумовлена вуглецевою енергетикою. Однак різні дослідники по-різному оцінюють цей вплив. В ЄС на долю енергетики припадає 63% вуглецевих викидів [1], в Росії — 88% [2]. За оцінками МЕА близько 84% викидів вуглецю пов'язано з енергоресурсами [3]. Викиди парникових газів загалом — на 90% зумовлені господарською діяльністю людей, і 80% викидів вуглецю відбувається внаслідок спалювання вугілля, нафти і газу [4].

Дослідження показують, що вплив вуглецевої енергетики на обсяги викидів вуглецю залежить від структури економіки та структури енергетики, стану антивуглецевої політики в країні. Саме цим можна пояснити значні розходження в залежності вуглецеємності економіки від вуглецеємності енергетики. Однак, не дивлячись на ці розходження в оцінках, спільними в них є те, що енергетика займає перше місце серед галузей економіки, які найбільше забруднюють атмосферу. Так, суто за галузевою класифікацією частка енергетики в структурі світових викидів вуглецю становить 40%. У значній мірі це зумовлено найвищим рівнем використання в енергетиці викопних вуглецевих енергоносіїв. Через це в енергетиці частка викидів вуглецю в їх загальній

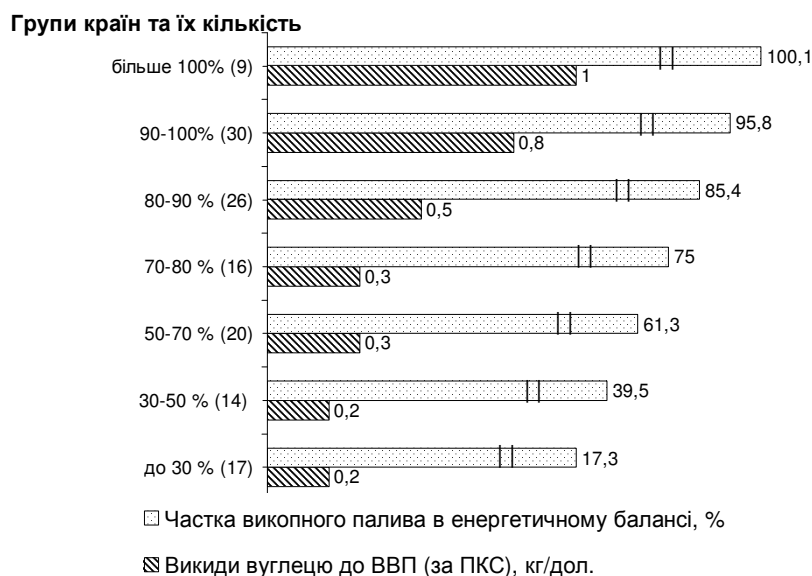
структурі найвища серед інших галузей. Але в кожній з галузей економіки є ще своя, так звана "галузева" або "цехова" енергетика, яка теж дає чималі викиди вуглецю. Така енергетика найбільша в галузі транспорту який представляє собою величезну сукупність рухомих машин і мікро енергетичних установок, які споживають багато вуглецевих енергоносіїв і роблять багато вуглецевих викидів.

Практично весь обсяг викидів вуглецю у світі припадає на спалювання вуглецевих енергоносіїв. Зокрема на тверде паливо припадає 40%, на нафту — 33%, на газ — 20% викидів вуглецю. До речі, вуглецеві енергоносії за останні 20 років мали найвищі темпи приросту викидів вуглецю: тверде паливо — 50,4%, газ — 51,6%. За оцінками Міжнародного енергетичного агентства, близько 65% всіх викидів парникових газів можуть бути віднесені на рахунок енергопостачання та енергоспоживання [5].

За оцінками ЄС, понад 70% потенційних викидів вуглецю від спалювання викопного палива може бути скорочено за рахунок підвищення енергоефективності та впровадження відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) [6]. Починаючи з 1990 року таку тенденцію уже фіксує світова статистика. За останні 10 років ВДЕ мали найвищий середньорічний приріст споживання — 14,6%, що у 10 разів вище аналогічного показника по нафті і майже в 5 разів — по газу [5]. Тому сталий низьковуглецевий розвиток головним чином визначається прискоренням енергоконверсії, тобто тотального і глобального переходу від використання викопних вуглецевих до відновлювальних безвуглецевих джерел енергії.

Питання енергоконверсії є дуже актуальне і з огляду на перспективу і прогнози використання викопних вуглецеємних енергоносіїв. За даними звіту енергетичного інформаційного управління США до 2040 р. викиди вуглецю за рахунок спалювання викопних енергоносіїв продовжуватимуть інтенсивно зростати і навіть вищими темпами, ніж у 1990 роках. У порівнянні з 2010 р. викиди вуглецю від спалювання вугілля і нафти зростуть у 1,5 рази, а газу — на 65%. Без вжиття радикальних заходів енергоконверсії в 2040 р. викиди від спалювання вугілля, нафти і газу можуть сягнути 4,5 млн т або вдвічі більше, ніж було у 2000 р. [8].

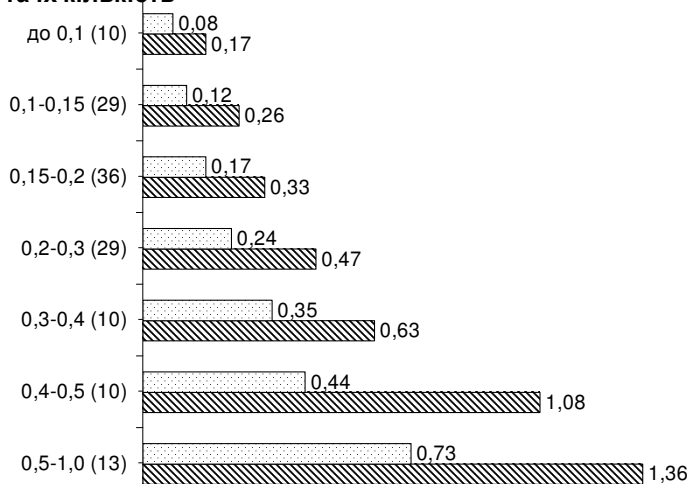
Дослідження показали, що у світовій практиці споживання викопних енергоносіїв справляє відчутний вплив на абсолютні і відносні обсяги викидів вуглецю. Так, групування показників по 132 країнах світу показало, що країни, в яких викопні енергоносії становлять



**Рис. 1. Групування країн за часткою викопного палива в енергетичному балансі та інтенсивністю рівня викидів вуглецю до ВВП**

Розроблено автором за даними International Energy Agency [7].

## Групи країн та їх кількість



■ Споживання вуглецевих енергоносіїв до ВВП, т наф.екв./тис.дол.

▨ Викиди вуглецю до ВВП, кг/дол.

**Рис. 2. Групування країн за споживанням вуглецевих енергоносіїв до ВВП та інтенсивністю викидів вуглецю до ВВП**

Розроблено автором за даними International Energy Agency [7].

100% енергобалансу співвідношення викидів вуглецю до ВВП найвище. І навпаки, у країнах де частка викопних енергоносіїв в енергобалансі незначна, співвідношення викидів вуглецю до ВВП у 5 разів нижче. Звідси очевидні великі можливості енергоконверсії шляхом заміщення вуглецевих енергоносіїв без вуглецевими (рис. 1).

Важливою об'єктивно-економічною необхідністю енергоконверсії є вичерпність вуглецевих енергоносіїв. За експертними оцінками економічно доступних світових запасів вугілля, нафти і газу є всього на 50—60 років. Водночас виявляється парадоксальна ситуація, що країни, які дають найбільше викидів вуглецю (майже 80%) володіють лише 13% світових запасів викопних енергоносіїв. Виходить, що багатьом країнам, які мають великі і розвинені економіки доводиться багато закупляти викопних енергоносіїв для того, щоб робити найбільші вуглецеві викиди.

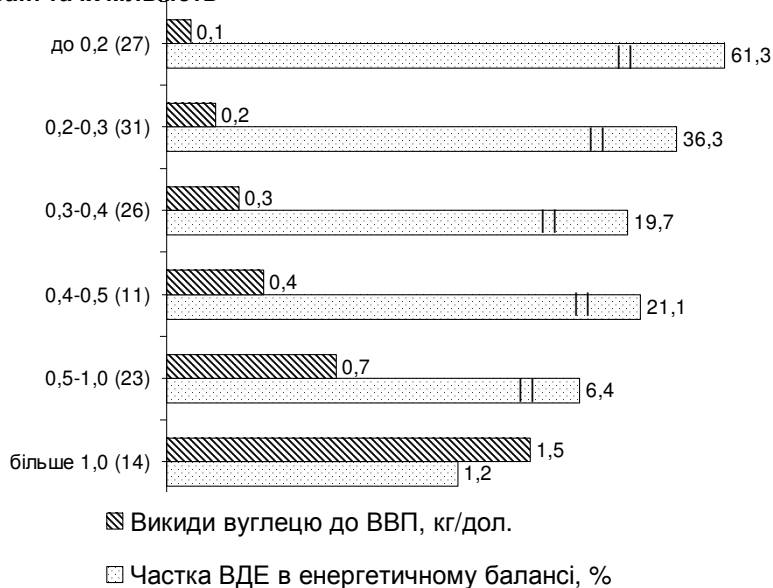
Отже країни, які дають найбільші викиди вуглецю в світі, водночас знаходяться в зоні підвищеної залежності від викопних енергоносіїв і підвищених ризиків кон'юнктури їх ринку. До того ж фактор постійного здорожчання викопних енергоносіїв свідчить, що частка їх економічної доступності у співвідношенні до технічної доступності постійно знижується. Тому енергоконверсія стає безальтернативним шляхом сталого низьковуглецевого розвитку економіки.

Проведені дослідження показали, що енергоконверсія має прямий вплив на рівень вуглецеємності світової економіки. Так, групування країн світу за рівнем викидів вуглецю у співвідношенні до спожитої енергії показало, що чим більше таке співвідношення, тим вище вуглецеємність ВВП. При цьому різниця між групами країн за співвідношенням викидів вуглецю до спожитої енергії адекватна різниці співвідношення викидів вуглецю до ВВП. Така залежність, у значній мірі, зумовлена фактором інтенсивності споживання енергії. З'ясовано, що при зростанні енергоємності ВВП зростає і його вуглецеємність. При цьому різниця між групами країн за рівнем енергоємності ВВП адекватна різниці між групами країн за рівнем вуглецеємності ВВП (рис. 2).

Найбільш радикальним напрямом енергоконверсії є енергоінноваційність — заміна вуглецевих енергоносіїв безвуглецевими відновлювальними джерелами енергії (ВДЕ). Однак рівень використання ВДЕ в енергетичному балансі у світі поки що вкрай низький — всього 1,9%, в ЄС — 5,7%. На країни ОЕСР припадає 71% світової енергії з ВДЕ, у т.ч. на ЄС — 40% [7]. Тим не менше, як показали дослідження, зростання частки ВДЕ у енергетичному балансі уже справляє позитивний вплив на скорочення викидів. Так, групування показників по 132 країнах світу показало, що в тих групах країн, де вища частка ВДЕ в енергетичному балансі, там менші викиди вуглецю у співвідношенні до ВВП. І навпаки, країни, що робили менші викиди вуглецю до ВВП мали вищу частку ВДЕ в енергоспоживанні (рис. 3).

Побудова і розв'язання економетричних моделей по 132 країнах світу показало досить тісну залежність рівня викидів вуглецю у співвідношенні до ВВП з показниками, які характеризують стан енергоконверсії. Так, кореляційний зв'язок рівня викидів вуглецю у співвідношенні до ВВП з показником частки викопних вуглецевих енергоносіїв в енергобалансі виявився прямим і досить високим (0,834), а з показником споживання енергії з вуглецевих енергоносіїв до ВВП — ще вищим — (0,977). Натомість, кореляційний зв'язок рівня викидів вуглецю у співвідношенні до ВВП з показником частки відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) в енергобалансі навпаки обернений і високий (-0,775). Така ж залежність спостерігається і між рівнем викидів вуглецю у співвідношенні до ВВП та показниками частки встановлених потужностей для виробництва електроенергії відповідно з вуглецевих та безвуглецевих енергоносіїв. У першому випадку кореляцій-

## Групи країн та їх кількість



▨ Викиди вуглецю до ВВП, кг/дол.

■ Частка ВДЕ в енергетичному балансі, %

**Рис. 3. Групування країн за інтенсивністю викидів вуглецю до ВВП та частка ВДЕ в енергетичному балансі**

Розроблено автором за даними International Energy Agency [7].

Таблиця 1. Результати розв'язання економетричних моделей взаємозалежності рівня вуглецевих викидів до ВВП та показників енергоконверсії (по 132 країнах)

Показники енергоконверсії	Модель (рівняння)	Коефіцієнт кореляції	Оцінка тісноти зв'язку
1. Частка вуглецевих енергоносіїв в енергобалансі	$y=0,0086x - 0,1119$ $R^2 = 0,69579$	0,834	Прямий і досить високий. Чим більша частка вуглецевих енергоносіїв в енергобалансі тим вищий рівень викидів до ВВП
2. Споживання енергії з вуглецевих енергоносіїв до ВВП	$y=1,9268x + 0,028$ $R^2 = 0,95515$	0,977	Прямий і досить високий. Чим вище споживання енергії з вуглецевих енергоносіїв до ВВП, тим вищий рівень викидів до ВВП.
3. Частка ВДЕ в енергобалансі	$y=32,885x + 41,872$ $R^2 = 0,60368$	-0,775	Обернений і високий. Чим вища частка ВДЕ в енергобалансі тим менший рівень викидів до ВВП.
4. Частка встановлених потужностей для електроенергії з вуглецевих енергоносіїв	$y=0,0037x + 0,1963$ $R^2 = 0,60368$	0,777	Прямий і високий. Чим вища частка встановлених потужностей для електроенергії з вуглецевих енергоносіїв тим вищий рівень викидів до ВВП
5. Частка встановлених потужностей для електроенергії з ВДЕ	$y=0,018x + 0,5755$ $R^2 = 0,57957$	-0,763	Обернений і високий. Чим вища частка встановлених потужностей для електроенергії з ВДЕ, тим менший рівень викидів до ВВП

Розроблено автором за даними: [5; 7; 8].

ний зв'язок тісний і високий (0,777), а другому — обернений і високий (-0,763) (табл. 1).

За сценарієм "Карти BLUE" динаміка енергоконверсії передбачається більш прогресивна, ніж загальна динаміка зниження вуглецеємності економіки. Зокрема за цим сценарієм у 2050 р. у порівнянні з 2007 р. загальні викиди вуглецю скоротяться у 2,5 разів, а у сфері енергетики — майже у 6 разів. Водночас за сценарієм "Карти BLUE" у порівнянні з базовим сценарієм у 2050 р. загальні викиди вуглецю скоротяться у 5 разів, а у сфері енергетики — у 11 разів (рис. 4). Отже, політика енергоконверсії ЄС спрямована прямо і безпосередньо на декарбонізацію енергетики має справляти досить відчутний вплив на зниження вуглецеємності економіки. Найбільша перспектива тут за енергоконверсією на основі розвитку відновлювальної енергетики.

В теорії і практиці відновлювальної енергетики на сьогодні ще немає чітких критеріїв віднесення до неї тих чи інших видів енергії. Однак такі критерії можна сформулювати на основі досліджень характерних рис екологічності різних видів енергії та їх порівняння. В процесі дослідження нами розроблено матрицю характеристики екологічності енергоносіїв, які даються в різних визначеннях. В усіх цих визначеннях є спільний концептуальний підхід, який можна сформулювати із трьох складових умов низьковуглецевої енергетики: 1) відновлюваність джерел енергії; 2) мінімізація вуглецевих викидів; 3) висока енергоефективність. Найбільші гарантії щодо відсутності прямих та опосередкованих викидів вуглецю може мати лише, отримана з джерел сонця, вітру, води і землі. Лише така енергія може претендувати на найвищу оцінку — безвуглецевості. Тобто проблему розвитку безвуглецевої енергетики радикально можна вирішити саме завдяки розвитку: сонячної, вітрової, гідро і геотермальної енергетики. Звідси очевидно, що згідно вимог екологічності, визначення безвуглецевої енергетики є більш коректним, ніж відновлювальна, яка включає біомасу і біогаз.

Сьогодні наука уже класифікує три покоління відновлювальної енергетики за перспективністю та масштабістю їх використання. До першого належить гідроенергетика в традиційному використанні та енергія біомаси. До другого — енергія вітру і землі. До третього — енергія сонця і води (океанів, морів тощо). На сьогодні перше місце у використанні ВДЕ у світі припадає на біомасу — майже 80%. Але це з урахуванням її спалювання, на що використовується до 95% біомаси. Без спалювання частка біомаси у вигляді біогазу складає не більше 5%, але при спалюванні якого теж є виділення вуглецю. Тому найбільш чиста, з точки зору екології, енергія виходить з сонця, вітру, води (річок і морів) та землі. Отже, енергетику з використання таких джерел ще коректніше називати безвуглецевою, яка не включає біоенергетику, оскільки остання хоч і відновлювальна, але вуглецемістка.

Безвуглецеві джерела енергії набирають все більшу популярність у світі, особливо у країнах Великої двадцятки (G-20). За останні 8 років країни G-20 майже втричі збільшили обсяги генерації енергії з безвуглецевих джерел енергії. Але не дивлячись на ці успіхи, частка електроенергії з ВДЕ в цих країнах залишається ще

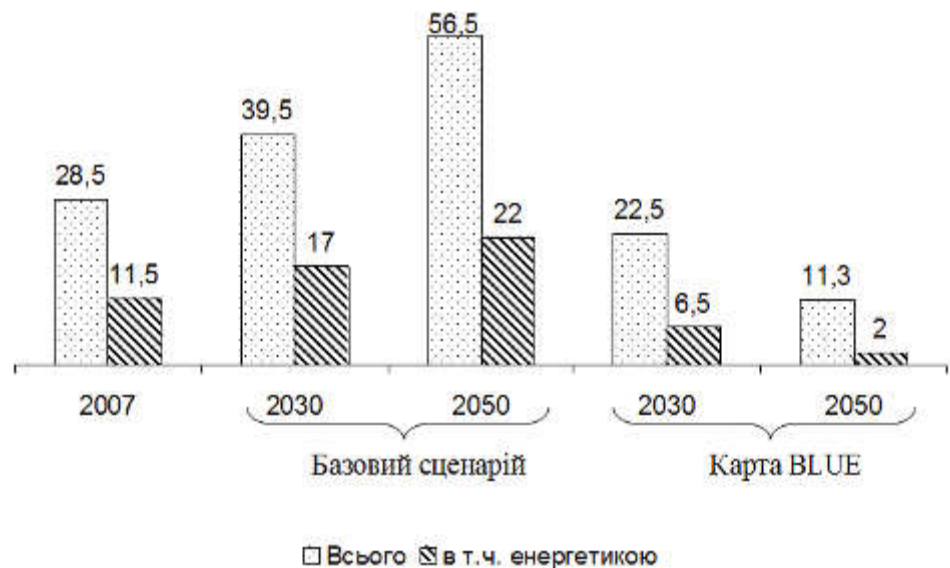


Рис. 4. Сценарії світових викидів вуглецю, Гт

Розроблено автором за даними international Energy Agency [7].

дуже низькою. За динамікою приросту обсягів чистої енергії в лідерах Корея, Китай, Бразилія і Туреччина. Однак за часткою ВДЕ в енергетичному балансі лідером залишається Німеччина і ЄС-27. Темпи зростання обсягів ВДЕ значно перевищують темпи зростання виробництва електроенергії загалом. Отже, енергоконверсія реально просувається і вона вже справляє певний вплив на зниження вуглецеємності економіки. Найбільш успішно ці процеси йдуть в Німеччині, Китаї, США, Скандинавських країнах.

## ВИСНОВКИ

1. Енергоконверсія відіграє провідну роль для сталого низьковуглецевого розвитку оскільки може забезпечити цей розвиток більше ніж наполовину. Енергетика легко піддається конверсії, оскільки по ній уже знайдено рішення (технічні і технологічні).

2. Основні напрями енергоконверсії: а) енергоощадність, тобто різке скорочення витрат традиційних вуглецевих енергоносіїв за рахунок раціоналізації використання; б) енергомодернізація — тобто заміна одних вуглецевих енергоносіїв на інші — з меншими викидами вуглецю, тобто високовуглецевих на низьковуглецеві; в) енергоінновація — тобто заміна вуглецеємних енергоносіїв безвуглецевими (ВДЕ).

3. Найбільш пріоритетним із зазначених напрямів енергоконверсії за радикальністю, ефективністю, перспективністю та глобальністю є енергоінновація — розвиток відновлювальної енергетики (ВДЕ) і насамперед її безвуглецевих секторів (енергетика сонця, вітру, води, землі).

## Література:

1. Длуголески Э., Лафельд С. Изменение климата и финансовый сектор: перспективы деятельности // Совместный доклад Allianz Group и WWF International. — М.: WWF, Allianz Group. 2006. — 60 с.

2. Оценка макроэкономических последствий изменений климата на территории Российской Федерации на период до 2030 г. и дальнейшую перспективу / В.М. Катцов, Н.В. Кобышева, В.П. Мелешко и др.; под ред. д. ф. м. н. В.М. Катцова, д. э. н., проф. Б. Н. Порфирьева; Федер. служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). — М.: Д'АРТ // Главная геофизическая обсерватория, 2011. — 252 с.

3. Перспективы энергетических технологий (ETP-2010). Сценарии и стратегии до 2050 г. Международное энергетическое агентство (МЭА). 2010. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://www.iea.org/techno/etp/etp10/Russian\\_Executive\\_Summary.pdf](http://www.iea.org/techno/etp/etp10/Russian_Executive_Summary.pdf)

4. Кокорин А.О., Кураев С.Н. Обзор доклада Николая Стерна "Экономика изменения климата" // WWF, GOF. — М.: WWF России, 2007. — 50 с.

5. World Energy Outlook 2012 [Electronic Resource] / International Energy Agency. — Mode of access: <http://www.worldenergyoutlook.org/>

6. Грицевич И.Г. Климат и энергетика. Перспективы и сценарии низкоуглеродного развития: ЕС, Китай, США в глобальном контексте. Москва. Скорость цвета, 2011. — 36 с.

7. Energy outlook 2012 [Electronic Resource] // US Energy Information Administration. — Mode of access: [http://www.eia.gov/forecasts/archive/aeo12/pdf/0383\(2012\).pdf](http://www.eia.gov/forecasts/archive/aeo12/pdf/0383(2012).pdf)

8. Energy outlook 2013 [Electronic Resource] // US Energy Information Administration. — Mode of access: [http://www.eia.gov/forecasts/ieo/pdf/0484\(2013\).pdf](http://www.eia.gov/forecasts/ieo/pdf/0484(2013).pdf)

9. Мачулин В.Ф., Мхитарян Н.М. Проблемы развития энергетики Украины. Возобновляемая и нетрадиционная энергетика // Наука та інновації. — 2006. — № 2. — С. 63—75.

10. Башмаков И. Низкоуглеродная Россия: перспективы после кризиса // Вопросы экономики. — 2009. — № 10 — С. 107—120.

11. Бобров Є. Невогледовнева енергетична політика України у світовому контексті. // Економіка України. — 2008. — № 8. — С. 68—79.

12. Каныгин П. Энергетическая безопасность Европы и интересы России // Мировая экономика и международные отношения. — 2007. — № 5. — С. 3—11.

13. Экономическое развитие и решение проблемы изменение климата / [Кокорин А.О., Гарнак А., Грицевич И.Г., Сафонов Г.В.] — М.: Датское энергетическое агентство, 2008 г. — 32 с.

14. Мельникова С. ВИЭ: основы выживания // Информационно аналитический Журнал ТЭК-стратегии развития. — 2010. — № 4 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://www.tek-russia.ru/issue/articles/articles\\_70.html](http://www.tek-russia.ru/issue/articles/articles_70.html)

## References:

1. Dlugoleski, Je. and Lafel'd, S. (2006), Climate change and the financial sector: the future performance, Allianz Group and WWF International, Moscow, Russia.

2. Katcov, V. M. Kobysheva, N. V. and Meleshko, V. P. (2011), Evaluation of the macroeconomic impacts of climate change on the territory of the Russian Federation for the period up to 2030 and further, D'ART, Glavnaja geofizicheskaja observatorija, Moscow, Russia.

3. International Energy Agency (IEA) (2010), "Energy Technology Perspectives (ETP 2010). Scenarios and Strategies to 2050", available at: [http://www.iea.org/techno/etp/etp10/Russian\\_Executive\\_Summary.pdf](http://www.iea.org/techno/etp/etp10/Russian_Executive_Summary.pdf) (Accessed 14 December 2013).

4. Kokorin, A. O. and Kuraev, S. N. (2007), Overview Nicholas Stern report "Economics of Climate Change", WWF, GOF, Moscow, Russia.

5. International Energy Agency (IEA) (2012), "World Energy Outlook 2012", available at: <http://www.worldenergyoutlook.org/> (Accessed 9 august 2013).

6. Gricevich, I.G. (2011), Klimat i jenergetika. Perspektivy i scenarii nizkouglernodnogo razvitija: ES, Kitaj, SShA v global'nom kontekste [Climate and Energy. Prospects and low-carbon development scenarios: EU, China, the United States in a global context], Skorost' cveta, Moscow, Russia.

7. US Energy Information Administration (2012), "Energy outlook 2012", available at: [http://www.eia.gov/forecasts/archive/aeo12/pdf/0383\(2012\).pdf](http://www.eia.gov/forecasts/archive/aeo12/pdf/0383(2012).pdf) (Accessed 11 December 2013).

8. US Energy Information Administration (2013), "Energy outlook 2013", available at: [http://www.eia.gov/forecasts/ieo/pdf/0484\(2013\).pdf](http://www.eia.gov/forecasts/ieo/pdf/0484(2013).pdf) (Accessed 11 December 2013).

9. Machulin, V.F. and Mhitarjan, N.M. (2006), "Problems of development of Ukraine's Energy and Utilities. Renewable and alternative energy", Nauka ta innovatsii, vol. 2, pp. 63—75.

10. Bashmakov, I. (2009), "Low Carbon Russia: prospects after the crisis", Voprosy jekonomiki, vol. 10, pp. 107—120.

11. Bobrov, Ye. (2008), "Non-hydrocarbon energy policy of Ukraine in the global context", Ekonomika Ukrainy, vol. 8, pp. 68—79.

12. Kanygin, P. (2007), "Europe's energy security and the interests of Russia", Mirovaja jekonomika i mezhdunarodnye otnoshenija, vol. 5, pp. 3—11.

13. Kokorin, A.O. Garnak, A. Gricevich, I.G. and Safonov, G.V. (2008), Jekonomicheskoe razvitie i reshenie problemy izmenenie klimata [Economic development and climate change problem solution], Datskoe jenergeticheskoe agentstvo, Moscow, Russia.

14. Mel'nikova, S. (2010), " RE: the basics for survival", Informacionno analiticheskij Zhurnal TJeK-strategii razvitija, [Online], vol. 4, available at: [http://www.tek-russia.ru/issue/articles/articles\\_70.html](http://www.tek-russia.ru/issue/articles/articles_70.html) (Accessed 14 December 2013).

Стаття надійшла до редакції 04.02.2014 р.