

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ СВІТОВОЇ ЕКОНОМІКИ

УДК 330.3:620.9

Рибчинська О. Р.,
аспірант, Львівська комерційна академія, м. Львів

ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ ЯК ЧИННИК ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ

Анотація. Головною метою країн сучасного світу є прагнення до стабільності функціонування економіки та сталого розвитку суспільства у цілому. Сучасний світ функціонує на безперервному енергопостачанні: від транспорту до людського спілкування та забезпечення життєво важливих галузей людського існування як системи безпеки і охорони здоров'я. Енергетика впливає на комерційні та політичні відносини між країнами. Джерела енергії забезпечують світову економіку та впливають на навколишнє середовище, міжнародну політику, а міжнародна політика, у свою чергу, впливає на зміни в енергетиці. Тому на порядку денному сьогодення енергетична безпека займає перше місце. У статті розглянуто важливість фактора енергоресурсів у прогнозуванні тенденцій розвитку національних економік країн світу. Відстежено взаємну залежність між використанням енергоносіїв і економічним зростанням у різних країнах світу з різним рівнем розвитку.

Ключові слова: сталий розвиток, відновлювані джерела енергії, енергоощадні технології.

Rybchynska O. R.,
Postgraduate, Lviv Academy of Commerce, Lviv

ENERGY RESOURCES USE AS A FACTOR OF ECONOMIC DEVELOPMENT

Abstract. The main goal of the modern world is striving for stability of the economy and sustainable development in general. The modern world operates at a continuous energy supply: from transport to human communication and providing vital sectors of human existence such as security and health. Energetics affects commercial and political relations between the countries. Energy sources provide global economy and impact on the environment, foreign policy which, in turn, affects the changes in the energy sector. That is why on today's agenda, energy security ranks first. The article discusses the importance of energy resources factor in predicting the development trends of the national economies in the world. The mutual relationship between energy use and economic growth in different countries of the world with different levels of development is investigated.

Keywords: sustainable development, renewable energy sources, energy saving technologies.

Постановка проблеми. В останні роки вчені дійшли висновку: поряд із фізичним і людським капіталом, природні ресурси слід розглядати в якості важливого економічного активу, який можна назвати природним капіталом, що є чинником економічного розвитку. Постає проблема ефективного використання енергоресурсів, що дозволяє підвищити ефективність економіки, створити передумови для інновацій у технологічному секторі та сталого розвитку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженням впливу енергоресурсів на економічний розвиток займалися такі вчені: Д. Оквел, В. Брок,

М. Тейлор, Д. Кудер, В. Нел, М. Н. Сардар, К. Булатоф, М. Дженкінс, М. Хаміт-Хагар, Р. Сарі, Ю. Сойтас, А. Горобець, М. Мехрара та ін. Однак, незважаючи на зростаючий інтерес науковців у даній темі, все ще багато питань упустило і потребує додаткового вивчення та аналізу.

Постановка завдання. Метою є визначення та аналіз зв'язку між споживанням енергії та економічним зростанням у країнах із різним рівнем розвитку.

Виклад основного матеріалу дослідження. У неокласичних моделях економічного зростання природні ресурси поділяються на відновлювальні та

невідновлювані, як викопне паливо чи біологічні чинники [1]. Моделі економічного зростання можна поділити на три типи: 1) на основі технологічного прогресу як екзогенного чинника (зростання відбувається до стану, коли віддача на капітал врівноважується амортизацією чинників виробництва), 2) заміщення між природними ресурсами і капіталом (втрату природних ресурсів можна компенсувати такими інституційними чинниками, як права власності, ефективність ринку, врахування інтересів майбутніх поколінь), 3) ендегенного зростання (технологічний прогрес стимулюється енергоощадними технологіями і людським капіталом). Енергія зазвичай розглядається як напівфабрикат, тобто її використання залежить від коштів. У межах так званої “екологічної економіки” враховуються наслідки використання сонячної енергії, рециклінгу відходів тощо.

В. Брок і М. Тейлор встановили теоретичний зв'язок між моделлю Солова, яка вважається основним знаряддям неокласичної теорії, та екологічною кривою Кузнеця¹, яка стає елементом конвергенції до рівноважної траєкторії [2, с. 127-153]. Вихідним пунктом теоретичного аналізу запропонованої “зеленої” моделі Солова стає стандартна неокласична функція $Y = F(K, BL)$, де окремі чинники виробництва зростають із темпом:

$$\dot{K} = sY - \delta K, \quad \dot{L} = nL, \quad \dot{B} = g_B B, \quad (1.1.1)$$

де Y – дохід (ВВП), K – капітал, s – норма заощаджень, δ – коефіцієнт амортизації, L – робоча сила, n – темп зростання населення, B – технології виготовлення товарів і послуг, g_B – темп технологічного прогресу.

Приймаючи використання для охорони навколишнього середовища, включно з відновлювальними джерелами енергії, частки доходу θ , продуктивність праці стає:

$$y = f(k)[1 - \theta], \quad (1.1.2)$$

$$\dot{k} = sf(k)[1 - \theta] - (\delta + n + g_B)k, \quad (1.1.3)$$

$$e = f(k)\Omega a(\theta), \quad (1.1.4)$$

$$a(\theta) = [1 - A(1, F^A / F)] \quad \theta = F^A / F, \quad (1.1.5)$$

де $k = K / BL$, $y = Y / BL$, $e = E / BL$, $f(k) = f(K, 1)$, Ω – забруднення на одиницю продукції, A – регуляторні вимоги щодо охорони навколишнього середовища, F^A – видатки на охорону навколишнього середовища і природозбері-

гаючі (“зелені”) технології, E – забруднення навколишнього середовища.

Для рівноважного стану темп емісії шкідливих речовин стає

$$g_E = g_B + n - g_A. \quad (1.1.6)$$

Очевидно, що технологічний прогрес у “зелених” технологіях g_A дозволяє зменшити темп зростання викидів шкідливих речовин. Оскільки збалансоване зростання передбачає одночасне збільшення приватного споживання та поліпшення екологічної ситуації, необхідною умовою стають $g_B > 0$ та $g_A > g_B + n$. Таким чином динаміка “зелених” технологій повинна перевищувати технологічний прогрес у виробництві плюс демографічний чинник.

“Зелена” модель Солова передбачає: спочатку викиди шкідливих речовин зростають в унісон із високим темпом економічного зростання, що, серед іншого, зумовлено використанням традиційних джерел енергії. Швидке зростання доходу початково нівелює вплив технологій на зниження шкідливих викидів, так що їх обсяг зростає. В міру досягнення вищого рівня доходу на душу населення темп зростання ВВП сповільнюється, що надає переваги “зеленим” технологіям. Цілеспрямована політика підвищених екологічних норм підвищує кошти використання “брудних” технологій і знижує обсяги викидів, але не впливає на економічне зростання. Це означає, що адміністративне регулювання екологічних норм впливає на рівень доходу, але не охоплює динаміку економічного зростання.

У неокласичній моделі АК враховано людський капітал, що дозволяє відійти від припущення про сталий ефект від масштабу виробництва [3, с. 27-39]. Чинником прискорення динаміки економічного зростання стає збільшення заощаджень, що дозволяє прискорити технологічний прогрес, а через нього – темп зростання ВВП. Виробнича функція приймається такою:

$$Y = AKN^{\theta}, \quad (1.2.1)$$

де K – капітал, N – сировина.

Акумуляція капіталу становить

$$\dot{K} = sY - \delta K, \quad (1.2.2)$$

де s – норма заощаджень, а δ – коефіцієнт амортизації.

Темп економічного зростання стає

$$y = \frac{\dot{K}}{K} = sAN^{\theta} - \delta. \quad (1.2.3)$$

З рівняння (3) випливає, що темп зростання ВВП знижується до нуля в міру зменшення природних ресурсів. Наслідки цього може компенсувати технологічний процес, що вимагає збільшення засобів фізичного капіталу. З іншого боку, це лише прискорює використання природних ресурсів, які мали бути збережені на майбутнє. Виникає своєрідне “замкнене коло”, де економічне зростання супроводжується прискореним використанням сировинних ресурсів.

Логіку моделі АК підтверджують емпіричні дослідження для Китаю: якщо не використовувати

¹ Екологічна крива Кузнеця передбачає \cap -подібну залежність між деградацією природного середовища і доходом на душу населення. Такий вигляд функціональної залежності уподібнює до залежності економічного зростання від майнового розшарування, яку в середині 1950-х років виявив американський економіст Саймон Кузнець. Для пояснення кривої Кузнеця використовуються різноманітні теоретичні аргументи: а) “порогових” ефектів у технологічному розвитку, б) посилення перерозподілу доходу в міру його збільшення, в) структурних змін на користь сектора послуг, г) зростаючої віддачі на заходи, що зменшують забруднення навколишнього середовища [2, с. 127-153].

інноваційні рішення, екологічні кошти та вичерпання природних ресурсів призведуть до гальмування динаміки економічного зростання [4, с. 356-366].

У шумпетеріанській моделі з “креативним руйнуванням” підтриманню додатного темпу економічного зростання допомагають “зелені” інновації, які передбачають охорону навколишнього середовища. Виробнича функція стає такою:

$$Y = L^{1-\alpha} A^{1-\alpha} X^{\alpha} N^{\theta}, \quad (1.3.1)$$

де L – робоча сила, A та X – продуктивність праці та кількість напівфабрикатів відповідно.

Темп економічного зростання характеризується такою функціональною залежністю:

$$y = \frac{\dot{A}}{A} + \theta \frac{\dot{N}}{N} = y_A - \theta q, \quad (1.3.2)$$

$$y_A = (\gamma - 1)\rho L^{R\&D}, \quad (1.3.3)$$

де y_A – темп зростання продуктивності праці, q – темп використання природних ресурсів, $L^{R\&D}$ – кількість працівників, що займаються науково-дослідною діяльністю, γ – інновації, ρ – продуктивність науково-дослідного сектора.

Умова $\theta q / (\gamma - 1)\rho < 1$ передбачає, що необхідною і достатньою умовою для додатного темпу економічного зростання є брак обмежень для робочої сили в сфері науково-дослідної діяльності, яка компенсує вичерпання природних ресурсів. Для цього значення γ і ρ мають бути достатньо високими, а q – низьким.

В. Нел та Дж. ван Зиль за допомогою калібрування власної моделі зв'язку між використанням енергії й економічним зростанням на період до 2050 р. показали, що сучасна модель економічного зростання не є самодостатньою. Модель зростання на основі природних ресурсів (*ang. the energy growth model – EGM*) передбачає поглиблення рецесії у світовій економіці до 2050 р. Модель EGM також передбачає послаблення залежності між ВВП та споживанням енергоносіїв [5, с. 168-177].

Хоча технологічні інновації у царині відновлювальних джерел енергії поширено вважати лише необхідною, але недостатньою умовою сталого економічного зростання², не видається обґрунтованим нехтування ними. На відміну від попередніх досліджень, що передбачали високі кошти відмови від моделі традиційного економічного зростання, передусім для країн, що розвиваються [6, с. 149-166], останні в часі емпіричні дослідження не підтверджують такого припущення.

Негативний зв'язок між споживанням енергії й економічним зростанням добре документовано у дослідженнях за допомогою просторово-часових даних. З використанням панельних даних 12 європейських країн за період 1970-2007 рр. А. Ціаретта і А. Зараг [7, с. 3790-3796] отримали підтвердження для негативної залежності між споживанням електроенергії та ВВП. Подібно аналіз К. Булатоф і М. Дженкінс [8, с. 410-418] для даних 21 країни з

відмінним рівнем доходу за період 1980-2006 рр. показав наявність негативної довгострокової залежності між доходом і емісією вуглекислого газу, що зумовлена використанням сирої нафти. Водночас такої залежності не виявлено для інших джерел емісії CO₂.

Водночас дані для окремих країн переважно показують позитивну залежність економічного зростання від споживання енергоносіїв, стимулюючий вплив. Приміром, такий результат виявлено для Австралії [9]. Для Канади отримано, що споживання енергії позитивно корелює з емісією CO₂, тоді як цей чинник відрізняється нелінійним зв'язком із економічним зростанням, як передбачає екологічна крива Кузнеця [10, с. 358-364].

Залежність економічного зростання від споживання енергоносіїв виявлено для Німеччини, Туреччини, Франції та Японії, тоді як зворотну причинність отримано для Італії й Південної Кореї; в Аргентині причинність є взаємною. [11;с.33–37]. Зроблено висновок, що політика енергоощадності може бути шкідливою щонайменше для чотирьох країн. В іншому дослідженні взаємну залежність між економічним зростанням і споживанням електроенергії отримано для Венесуели, тоді як в Аргентині, Бразилії, Чилі, Колумбії та Еквадорі причинність скерована від електроенергії до економічного зростання; жодної залежності не виявлено для Перу [13, с. 181-188].

Взаємну залежність між використанням енергоносіїв і економічним зростанням знайдено для Тайваню [14], Малайзії та Сінгапуру [15]. Натомість в Індонезії й Таїланді попит на електроенергію залежить від ВВП, що надає заходам щодо зменшення використання енергоносіїв цілком нейтрального характеру. Подібний результат отримано для 11 країн-експортерів нафти [16]. Оцінюючи залежність між атомною енергетикою й економічним зростанням, взаємну причинність знайдено для Швейцарії [17]. У Франції й Пакистані економічне зростання визначає попит на енергію атомних станцій, тоді як протилежну причинність виявлено для Південної Кореї. Жодного зв'язку немає в Аргентині та Німеччині. Споживання вугілля стимулює економічне зростання в Індії та Японії, але зворотну причинність знайдено для Китаю і Південної Кореї; взаємною причинністю характеризуються ПАР і США [18].

Узагальнюючий аналіз 39 емпіричних досліджень показав таке: а) ймовірність причинності “енергія⇒ВВП” та взаємної причинності між обома показниками зростає з включенням даних після 2000 р., а також для країн із вищим рівнем доходу та обсягів споживання енергії; б) для промислових країн більш ймовірними є варіанти причинності “енергія⇒ВВП”, а також її відсутності чи взаємної причинності між двома показниками; в) якщо країна реалізує плани скорочення емісії CO₂, це підвищує ймовірність причинності “енергія⇒ВВП” [19]. На підставі виразної причинності “ВВП⇒енергія” стверджується, що для промислових країн споживання енергії зростає в міру збільшення доходу.

² Приміром, А. Горобець головним чинником розглядає ментальні зміни щодо системи особистих цінностей і стилю життя [12, с. 763].

Багаті країни не використовують енергію як чинник економічного зростання, але не можуть уникнути збільшення попиту на неї в міру збільшення ВВП. Важливим є спостереження, що вища ефективність використання енергії в країнах, що реалізують політику “зеленої” енергетики та програми енергоощадності, може зумовити причинність “енергія \Rightarrow ВВП”, якою зазвичай характеризуються країни з нижчим доходом. Загалом визнається очевидність конфлікту між промисловими країнами, де залежність економічного зростання від енергії слабе, і країнами, що розвиваються, де все якраз навпаки.

Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі. Проведене дослідження та аналіз показали, що дані для окремих країн переважно показують позитивну залежність економічного зростання від споживання енергоносіїв, зокрема в Канаді, Австралії, Німеччині, Туреччині, Франції та Японії та ін., проте існує в певних країнах і негативна залежність, зокрема в Італії й Південній Кореї та ін. Загалом аналіз тридцяти дев’яти емпіричних досліджень показав, що залежність між енергоносіями та економічним зростанням існує у країнах із вищим рівнем доходу та обсягом споживання енергоносіїв, в промислово розвинених країнах така залежність теж спостерігається. Також варто зауважити, що для промислових країн споживання енергії зростає в міру збільшення доходу. Багаті країни не використовують енергію як чинник економічного зростання, але не можуть уникнути збільшення попиту на неї в міру збільшення ВВП.

Стабільне функціонування економіки та сталий розвиток є пріоритетними напрямками світової політики, проте, зважаючи на все більшу енергозалежність кожної окремої країни, варто замислитися про ефективне використання енергоресурсів та про загрози безпеці кожної окремої держави. Нехтування інноваційними рішеннями та вичерпання природних ресурсів призведуть до гальмування динаміки економічного зростання.

Подальші дослідження повинні бути направлені на визначення інструментів для підвищення ефективності використання енергії, створення і використання енергоефективних технологій, широкомасштабного використання поновлюваних, нетрадиційних джерел енергії, створення та ефективного використання технологій спалювання органічних, викопних видів палива.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ockwell D. Energy and economic growth: Grounding our understanding in physical reality // *Energy Policy*. – 2008. – Vol. 36. – No. – P. 4600-4604.
2. Brock W., Taylor M. The Green Solow model // *Journal of Economic Growth*. – 2010. – Vol. 15. – No. – P. 127-153.
3. Kuder D. Nowe modele wzrostu gospodarczego a paradygmat zrównoważonego rozwoju // *Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy*. – 2014. – Nr. 38. – P. 27-39.

4. Wen Z., Chen J. A cost-benefit analysis for the economic growth in China // *Ecological Economics*. – 2008. – Vol. 65. – No. – P. 356-366.

5. Nel W., van Zyl G. Defining limits: Energy constrained economic growth, *Applied Energy*. – 2010. – Vol. 87. – no. 1. – Pp. 168-177.

6. Sardar M. N., Munasingheb I. M., & Clarke M. Making long-term economic growth more sustainable: evaluating the costs and benefits. *Ecological Economics*. – (2003). – 47(2-3). – 149-166.

7. Ciarreta A., Zarraga A. Economic growth-electricity consumption causality in 12 European countries: A dynamic panel data approach, *Energy Policy*. – 2010. – Vol. 38, issue 7. – Pp. 3790-3796.

8. Boulatoff C., Jenkins M. Long-term Nexus Between Openness, Income, and Environmental Quality, *International Advanced Economic Research*. – 2010. – Vol. 16, no. 4. – Pp. 410-418.

9. Shahiduzzaman M. and Alam K. Cointegration and causal relationships between energy consumption and output: Assessing the evidence from Australia // *Energy Economics*. – 2012.

10. Hamit-Hagggar M. Greenhouse gas emissions, energy consumption and economic growth: A panel cointegration analysis from Canadian industrial sector perspective // *Energy Economics*. – 2012. – Vol. 34. – P. 358-364.

11. Soytas U., Sari R. Energy consumption and GDP: causality relationship in G-7 countries and emerging markets // *Energy Economics*. – 2003. – Vol. 25. – No. 1. – P. 33-37.

12. Gorobets A. The global systemic crisis and a new vision of sustainable human development, *Environment, Development and Sustainability*. – 2011. – Vol. 13, no. 4. – Pp. 759-771.

13. Yoo S.-H. Kwak S.-Y. Electricity consumption and economic growth in seven South American countries // *Energy Policy*. – 2010. – Vol. 38. – No. – P. 181-188.

14. Yang, H.-Y. A note on the causal relationship between energy and GDP in Taiwan // *Energy Economics*. – 2000. – Vol. 22. – P. 309-317.

15. Yoo S.-H. The causal relationship between electricity consumption and economic growth in the ASEAN countries // *Energy Policy*. – 2006. – Vol. 34. – No. – P. 3573-3582.

16. Mehrara M. Energy consumption and economic growth: The case of oil exporting countries // *Energy Policy*. – 2007. – Vol. 35. – No. – P. 2939-2945.

17. Yoo S.-H., Ku S.-J. Causal relationship between nuclear energy consumption and economic growth: A multi-country analysis // *Energy Policy*. – 2009. – Vol. 37. – No. – P. 1905-1913.

18. Wolde-Rufael Y. Coal consumption and economic growth revisited // *Applied Energy*. – 2010. – Vol. 87. – No. 2. – P. 160-167.

19. Chen P.-Y., Chen S.-T., Chen C.-C. Energy consumption and economic growth-New evidence from meta analysis // *Energy Policy*. – 2012. – Vol. 44. – No. – P. 245-255.

REFERENCES

1. Ockwell, D. (2008), Energy and economic growth: Grounding our understanding in physical reality, *Energy Policy*, vol. 36, no, p. 4600-4604.
2. Brock, W. and Taylor, M. (2010), The Green Solow model, *Journal of Economic Growth*, vol. 15, no, p. 127-153.
3. Kuder, D. (2014), Nowe modele wzrostu gospodarczego a paradygmat zrównoważonego rozwoju, *Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy*, nr. 38, p. 27-39.
4. Wen, Z., and Chen, J. (2008), A cost-benefit analysis for the economic growth in China, *Ecological Economics*, vol. 65, no, p. 356-366.
5. Nel, W. and van Zyl, G. (2010), Defining limits: Energy constrained economic growth, *Applied Energy*, vol. 87, no. 1, pp. 168-177.
6. Sardar, M. N., Munasingheb, I. M., & Clarke, M. (2003). Making long-term economic growth more sustainable: evaluating the costs and benefits, *Ecological Economics*, 47(2-3), 149-166.
7. Ciarreta, A. and Zarraga, A. (2010), Economic growth-electricity consumption causality in 12 European countries: A dynamic panel data approach, *Energy Policy*, vol. 38, issue 7, pp. 3790-3796.
8. Boulatoff, C. and Jenkins, M. (2010), Long-term Nexus Between Openness, Income, and Environmental Quality, *International Advanced Economic Research*, vol. 16, no. 4, pp. 410-418.
9. Shahiduzzaman, M. and Alam, K. (2012), Cointegration and causal relationships between energy consumption and output: Assessing the evidence from Australia, *Energy Economics*.
10. Hamit-Haggar, M. (2012), Greenhouse gas emissions, energy consumption and economic growth: A panel cointegration analysis from Canadian industrial sector perspective, *Energy Economics*, vol. 34, p. 358-364.
11. Soytaş, U., and Sari, R. (2003), Energy consumption and GDP: causality relationship in G-7 countries and emerging markets, *Energy Economics*, vol. 25, no. 1, p. 33-37.
12. Gorobets, A. (2011), The global systemic crisis and a new vision of sustainable human development, *Environment, Development and Sustainability*, vol. 13, no. 4, pp. 759-771.
13. Yoo, S.-H., and Kwak, S.-Y. (2010), Electricity consumption and economic growth in seven South American countries, *Energy Policy*, vol. 38, no, p. 181-188.
14. Yang, H.-Y. (2000), A note on the causal relationship between energy and GDP in Taiwan, *Energy Economics*, vol. 22, p. 309-317.
15. Yoo, S.-H. (2006), The causal relationship between electricity consumption and economic growth in the ASEAN countries, *Energy Policy*, vol. 34, no, p. 3573-3582.
16. Mehrara, M. (2007), Energy consumption and economic growth: The case of oil exporting countries, *Energy Policy*, vol. 35, no, p. 2939-2945.
17. Yoo, S.-H., and Ku, S.-J. (2009), Causal relationship between nuclear energy consumption and economic growth: A multi-country analysis, *Energy Policy*, vol. 37, no, p. 1905-1913.
18. Wolde-Rufael, Y. (2010), Coal consumption and economic growth revisited, *Applied Energy*, vol. 87, no. 2, p. 160-167.
19. Chen, P.-Y., Chen, S.-T., and Chen, C.-C. (2012), Energy consumption and economic growth-New evidence from meta analysis, *Energy Policy*, vol. 44, no, p. 245-255.