

УДК 330.356.3

Буряк Г. С.

JEL Classification O44, F43, F63, Q01, Q48

ІНВЕСТИЦІЇ У ВІДНОВЛЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ЯК ФАКТОР ЕКОНОМІЧНОГО РОСТУ

У статті розглянуто перспективи інвестування в енергетичні інфраструктурні проекти в сучасних умовах залежності світового економічного зростання від перехідних економік. Економічне зростання тісно пов'язане із споживанням енергії, тому в рамках концепції сталого розвитку економічний розвиток обмежено можливостями забруднення навколишнього середовища для збереження екологічної системи. Балансування між економічним зростанням і збереженням екології є однією із ключових глобальних проблем, і технологічний розвиток, а саме поширення проектів відновлюваної енергетики частково вирішує дану проблему, проте постає питання забезпечення нових джерел генерації енергетичною інфраструктурою. Новітні джерела потребують нових мереж передачі енергії та інтелектуальних систем координації і контролю – так званих smart grid.

Розвинені країни поступово переходять на нові системи управління енергетичними мережами, але перехідні економіки постають перед проблемою доступу до капіталу та ресурсним озброєнням для виконання настільки масштабних проектів.

У роботі аналізується технологічна готовність та економічна доцільність переходу на енергетичні мережі нового покоління для економік перехідного періоду. Фінансова самостійність інфраструктурних проектів становить окрему проблему для відновлення інфраструктури.

Зваживши іноземний досвід та оцінивши фактори зростання продуктивності праці на базі відновленої інфраструктури, зроблено висновок, що реновація енергетичних мереж є обґрунтованим і надійним драйвером зростання економіки та обов'язковою передумовою для забезпечення довгострокового зростання національної економіки.

Ключові слова: економічне зростання, сталий розвиток, енергетична інфраструктура, smart grid, розподільчі мережі, мультиплікатор, продуктивність праці.

Актуальність теми: в сучасних умовах експоненційного технологічного розвитку та інноваційному зламі в енергетичній сфері глобальна енергетична політика потребує системного перегляду для виконання основних задач енергетики:

- доступ до електроенергії - забезпечення необхідних обсягів та якості енергії,
- енергетична безпека - система балансування та захисту енергетичних станцій та мереж,
- забезпечення зростання економіки достатньою енергетичною пропозицією,
- відповідність концепції сталого розвитку та декарбонізації світового господарства.

Мета роботи: в умовах існуючих визнаних глобальних економічних та енергетичних проблем структурувати сучасні перспективи розвитку енергетики, оцінити перспективи економічного зростання національних економік у новітній парадигмі енергетичної інфраструктури.

Ступінь розробки в літературі: попередня парадигма економічного розвитку передбачала балансування між економічним ростом та карбонізацією економіки, адже економічний ріст потребував забезпечення електроенергією, яка спричиняла забруднення навколишнього середовища. Ці проблеми розглянуті в доповіді Римського Клубу [1].

Сучасні дослідження доводять, впровадження новітніх технологій та раціоналізація генерації та дистрибуції електроенергії дозволяють уникнути або суттєво послабити негативний зв'язок між зростанням економіки та забрудненням і забезпечити сталий розвиток при скороченні викидів вуглецю. Значний внесок у цю теорію зробили Пол Ромер та Вільям Нордгауз.

Вільям Нордгауз досліджував взаємний вплив людської діяльності та клімату, поєднавши базові економічні теорії з фізичними спостереженнями. Клімат та природа розглядаються не

лише як фактори обмеження людської діяльності, але і як феномен, на який суттєво впливає економічна активність [2, 3].

Пол Ромер є автором теорії ендегенного зростання, яка допускає можливості розвитку не лише завдяки зовнішнім факторам впливу, а за рахунок формування ефективних внутрішніх інститутів та ринкових стимулів. На підставі теорії ендегенного зростання ми спроможні розробити таку архітектуру внутрішніх правил, які будуть стимулювати застосовувати раціональні ідеї та прибуткові технології. Таким чином, модель Ромера дозволяє побудувати інститути й регулювання, які поліпшують людський та економічний розвиток завдяки ефективності технологій [4].

Проблеми економічного зростання в умовах сталого розвитку посилюються через економічні диспропорції, коли значна частка світового ВВП припадає на обмежену кількість промислово розвинених країн. Водночас темпи зростання економіки здебільшого припадають на країни з перехідними економіками на противагу розвиненим країнам. Так, відносна доля країн ОЕСР у світовому господарстві зменшується з економічним зростанням БРІКС. Країни ОЕСР поєднували близько 50% світового ВВП у 2011 році, і 60% у 2005 році – попередній рік фіксації показників. Натомість сьогодні частка країн ОЕСР впала нижче 50% і продовжує скорочуватися. Так КНР, Бразилія, Індія, Індонезія, Російська Федерація та ПАР разом становлять близько 30% світового ВВП [5].

У той час, коли розвинені країни спроможні зменшувати кількість викидів за рахунок посилення технологічної складової та інновацій у власних енергетичних системах, країни з перехідними економіками, які почали будувати свої економічні системи в іншому технологічному укладі, неспроможні впровадити політику скорочення викидів без суттєвого послаблення економічного потенціалу. Зміна темпів довгострокового зростання має нищівні наслідки для перехідних економік. Припустимо, дві економічні системи мають однаковий рівень ВВП на душу населення на базовому рівні, але одна з економік зростає на 4% швидше. Такий незначний розрив складе п'ятикратну різницю між країнами в перспективі 40 років. У разі розриву в 2%, різниця за 40 років складе двократну перевагу однієї економіки над іншою. Таким чином, переконання урядів країн, які є головним драйвером світового зростання на нинішньому етапі, поступитися перспективами свого зростання на користь концепції сталого розвитку є надзвичайно складним дипломатичним та економічним завданням. Балансування проблем зростання й обмеження викидів вуглецю потребує як технологічних, так і економічних способів вирішення.

Сьогодні проблему побудови нових потужностей генерації вирішує розвиток відновлюваної енергетики. Так, капітальні інвестиції в генерацію електричної енергії від відновлюваних джерел сьогодні суттєво менші за теплову генерацію вже на теперішньому етапі і очевидно, що вартість будівництва нових потужностей буде продовжувати зменшуватись (Табл. 1) [6]:

Джерело генерації	2016	2013
Сонячні фотоелектричні станції (20 MW)	2671.00	4450.00
Двоконтурна атомна електростанція	5945.00	5882.98
Вітрогенератор	1877.00	2354.26
Парогазова установка	1101.00	1035.11
Вугільна електростанція (з УЗВ)	5084.00	N/A

Табл. 1. Вартість капітального будівництва генеруючих потужностей (\$/kW)

Проблемою розвитку відновлюваної енергетики в країнах перехідного періоду є їхня залежність від якості існуючої інфраструктури. Головною відмінністю з традиційною тепловою або атомною генерацією є потреба постійного балансування відновлюваних джерел електроенергії.

Така особливість потребує зміни фізичної інфраструктури електричних мереж, чия

архітектура була побудована на початку XX століття й відповідала потребам масивних централізованих генеруючих потужностей із стабільною напругою в мережі. Натомість за сучасних умов відновлювана енергетика потребує децентралізації архітектури й постійного балансування перепадів напруги через особливості генерації.

Стівен Чу та Арун Мажумдар доводять потребу створення новітньої розподільчої мережі для відновлюваної енергетики [7]. Розвиток відновлюваної та біоенергетики змінить архітектуру генерації і буде потребувати більшої диверсифікації мереж та балансування джерел генерації. Ускладнення енергомереж потребує впровадження інформаційних систем, які в автоматичному режимі зможуть вирішувати оптимізаційні задачі з великими масивами даних. Отже, другою особливістю є інформаційна складова – новітні способи генерації потребують інших підходів в управлінні та координації балансуванням мереж. Для вирішення цих проблем у XXI столітті активно почала розвиватися smart grid технологія як обов'язкове доповнення до фізичної інфраструктури [8].

Smart grid можна визначити як самодостатню систему пошуку оптимального стану мережі з позиції використання ресурсів, надійності, безпеки та якості електричної енергії для споживача [9].

Сучасна енергетична інфраструктура потребує суттєвих інвестицій для відповідності сучасним викликам глобальної економічної та енергетичної систем. В умовах обмеженості ресурсів постає питання обґрунтування підтримки саме енергетичної складової проти альтернативних напрямків інвестування.

Енергетична галузь створює ряд обмежень для економічного зростання, адже без забезпечення енергетикою економіка не може нарощувати продукт. У той же час неефективне використання ресурсів суттєво знижує економічний потенціал. Так, на прикладі України ми бачимо 16% ВВП припадає на енергоресурси при середніх показниках близько 7-8 у світі [10]. Так, зведення енергетичної ефективності до середнього рівня звільнить до 10% ВВП на інвестиції.

Крім того, інвестиції в інфраструктуру створюють мультиплікаційний ефект. Перехресний аналіз країн та міжнародні дослідження показують кореляцію між зростанням темпів інвестицій та ростом доходів. Приток коштів в економіку викликає зростання заробітної платні. Зростання доходів нівелюється інфляцією і зростанням цін [11]. У той же час капітальні інвестиції в інфраструктуру спрямовані за зростання продуктивності праці й більш ефективного використання ресурсів. Таким чином, дослідження показує, що капітальні інвестиції забезпечують надійне зростання, яке значно менше залежить від інфляційних ризиків і гарантує довгострокові темпи росту замість епізодичних та спекулятивних сплесків активності [12].

Прикладами інвестування в капітальну інфраструктуру можна назвати заявлені \$133.7 млрд., які Євросоюз анонсує вкласти в інфраструктуру smart grid до 2027 року [13]. Дані інвестиції вирішують як проблеми залучення коштів для стабільного зростання і підвищення продуктивності праці, так і для відповідності потребам сучасної енергетики.

Проблема окупності проекту є ключовою, адже в умовах глобальної економічної системи й запланованої глобалізації та поєднання енергетичних систем неможливо вирішити проблеми передачі енергії в одному окремо взятому регіоні.

Обсяги у \$133.7 млрд. говорять про суттєві потреби в капіталі і за його відсутності необхідним є залучення інвесторів. За таких умов ключовим є поняття окупності проекту.

Розрахунки спільного дослідницького центру Європейської комісії свідчать, що для забезпечення повернення інвестицій та позитивного грошового потоку такі амбітні проекти, як smart grid потребують додаткового доходу в розмірі зваженої середньої вартості капіталу. Так, розподільчі оператори Європейського Союзу продемонстрували, що при наявності стимулюючого тарифу в розмірі зваженої середньої вартості капіталу інвестиційна чиста теперішня вартість проекту була позитивною. Натомість у тих випадках, коли регулятор не надавав дозвіл на стимулюючий тариф, чиста теперішня вартість проекту була від'ємною [14]. Отже, наразі регулятор не має можливості впроваджувати стимулююче тарифоутворення, існує потреба компенсувати інвестиційні розриви заради соціального та екологічного впливу від

технологічного зростання.

Висновок: сучасні темпи зростання економіки несумісні з енергетичною системою ХХ століття. Подолання проблем бідності й нерівності потребує суттєвих енергетичних затрат, які екологія неспроможна сприйняти, і викиди двоокису вуглецю в атмосферу спричинять подальше посилення парникового ефекту і глобальне потепління. Дієвим способом забезпечення суспільства енергією є відновлювані джерела генерації енергії – вітряна, сонячна та гідроелектрична енергія. Проте підключення нових джерел генерації до наявної інфраструктури є неефективним і нетехнологічним як на фізичному рівні, так і на управлінському. Розвиток відновлюваних джерел енергії потребує перебудови наявної інфраструктури розподільчих мереж та впровадження інтелектуальних систем моніторингу та організації навантаження й балансування мережі. Розвинені країни світу вже залучають суттєві обсяги ресурсів на модернізацію мереж, проте країни з перехідними економіками можуть зіткнутися з проблемами браку ресурсів на модернізацію. Останні дослідження доводять, що інвестиції в енергетичну інфраструктуру є сприятливими для економічного зростання й обов'язковими для продуктивності праці та довгострокового росту. Крім того, впровадження стимулюючого тарифу робить інвестиційні проекти в енергетичну інфраструктуру вигідними не лише із соціального боку, але й фінансово самодостатніми.

References:

1. Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., & Behrens III, William W. (1972). *The Limits to Growth: A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*. New York: Universe Books.
2. Gillingham, K., Nordhaus, W., Anthoff, D., Blanford, G., Bosetti V., Christensen, P. et al. (2018). Modeling Uncertainty in Integrated Assessment of Climate Change: A Multimodel Comparison. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 5 (4), 791-826.
3. Nordhaus, W. (2018). Projections and Uncertainties about Climate Change in an Era of Minimal Climate Policies. *American Economic Journal: Economic Policy*, 10 (3), 333-60.
4. Romer, P. M. (1994). The Origins of Endogenous Growth. *The Journal of Economic Perspectives*, Vol. 8, No. 1. Retrieved from <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/jep.8.1.3>.
5. OECD now accounts for slightly less than 50% of world GDP, large emerging economies for about 30%. (n.d.). *OECD.org*. Retrieved from <http://www.oecd.org/sdd/prices-ppp/oecdnowaccountsforslightlylessthan50ofworldgdplargeemergingeconomiesforabout30.htm>.
6. Updated Capital Cost Estimates for Utility Scale Electricity Generating Plants. (2016, November 22). *U.S. Energy Information Administration*. Retrieved from <http://www.eia.gov/analysis/studies/powerplants/capitalcost/>.
7. Chu, Steven, & Majumdar, Arun. (2012, August 16). Opportunities and challenges for a sustainable energy future. *Nature*, Vol. 488, 294-303.
8. Farhangi, H. (2017). Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences. *Encyclopedia of Sustainable Technologies*, 195-203.
9. Bayindir, R., Colak, I., Fulli, G., & Demirtas, K. (2016, December). Smart grid technologies and applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 66, 499-516.
10. GDP per unit of energy use. (n.d.). *IEA Statistics*. Retrieved from <https://data.worldbank.org/indicator/EG.GDP.PUSE.KO.PP.KD?view=chart>.
11. Flego, G., Vitiello, S., Fulli, G., Marretta, L., & Stromsather, J. (2018, October 28). Cost-benefit analysis of Smart Grid projects: Isernia. Costs and benefits of Smart Grid pilot installations and scalability options. *publications.europa.eu*. Retrieved from <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/a426f9ea-7e6e-11e8-ac6a-01aa75ed71a1/language-en>.
12. Booth, A., Greene, M., & Tai, H. (n.d.). *U.S. smart grid value at stake: The \$130 billion question*. Retrieved from https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/dotcom/client_service/EPNG/PDFs/McK%20on%20smart%20grids/MoSG_130billionQuestion_VF.aspx.
13. Johnston, Adam. (2017, June 23). Western Europe Smart Grid Investment To Reach \$133.7 Billion Over Next 10 Years, Northeast Group Reports. *CleanTechnica.com*. Retrieved from <https://cleantechnica.com/2017/06/23/western-europe-smart-grid-investment-reach-133-7-billion-next-10-years-northeast-group-reports/>.

14. Bivens, Josh. (2017, March 12). A 'high-pressure economy' can help boost productivity and provide even more 'room to run' for the recovery: Economic policy report. [www.epi.org](https://www.epi.org/publication/a-high-pressure-economy-can-help-boost-productivity-and-provide-even-more-room-to-run-for-the-recovery/) Retrieved from <https://www.epi.org/publication/a-high-pressure-economy-can-help-boost-productivity-and-provide-even-more-room-to-run-for-the-recovery/>.

Glib S. Buriak

Energy infrastructure renovation investment as economic growth driver

The article deals with the prospects of energy infrastructure projects investment within current condition of the global economic growth driven by transition economies. Economic growth heavily relies on energy consumption, so under the limits of the sustainable development paradigm, economic development must take into account the consequences of environmental pollution in order to preserve the ecological system. Balancing between economic growth and preservation of ecology is one of the key global problems and technological development, the step of renewable energy projects partially solves this problem, but the question arises about the infrastructure for the new sources of energy generation. New sources require new energy transmission grids and intelligent systems of coordination and control – the so-called smart grid.

Developed countries are gradually shifting to new energy management systems, but transition economies face the problem of access to capital and scarcity of resources to carry out large-scale projects.

The paper analyzes technological readiness and economic reason of transition to new generation energy networks for transition economies. The financial expediency of infrastructure projects is a particular problem for the renovation of infrastructure.

Having considered the international experience and evaluating the factors of productivity growth based on the restored infrastructure, it was concluded that the renovation of energy networks is a sound and reliable driver of economic growth and a prerequisite for ensuring long-term growth of the national economy.

Keywords: economic growth, sustainable development, energy infrastructure, smart grid, distribution networks, multiplier, labour efficiency.

УДК 657.412

JEL Classification G11

Oleksandr O. Romanovskyi

A COMPARATIVE REVIEW OF THE TRANSFORMATION OF ECONOMIC INDICATORS IN A TRANSITIONAL PERIOD IN THE HISTORY OF UKRAINE'S INDEPENDENCE

The paper provides a comparative review of the transformation of economic indicators in a transitional period in the history of Ukraine's independence. The illustration of comparison of the dynamics of economic development of Ukraine, Poland and Kazakhstan during the period from 1990 to 2017 is given. Analysis of political, social and economic problems of Ukraine in the period of its independence is carried out. Author's vision of the important prerequisites for the further creation of conditions for the sustainable development of Ukraine is formulated. These prerequisites are based on fact that the last four years of political, social and economic development of Ukraine in a state of unceasing military aggression, constant shelling of the territory of Ukraine in the Donbass region, leading to the death of Ukrainian citizens, attacks on ships in the Black and Azov Sea adversely affect the entire spectrum of life and activities of Ukraine.