

# ЕКОНОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В КРАЇНАХ З ПЕРЕХІДНОЮ ЕКОНОМІКОЮ

Маринич Тетяна Олександрівна, кандидат економічних наук, Сумський державний університет;

Сотник Микола Іванович, доктор технічних наук, Сумський державний університет

У роботі досліджено взаємозв'язки між показниками споживання електроенергії та енергоефективності і макроекономічними, демографічними та кліматичними факторами в країнах, що розвиваються. Було використано панельні дані 1990-2018 років та методологію авторегресійних моделей розподіленого лагу (ARDL). Емпірично доведено двонаправлену каузальність між валовим внутрішнім продуктом (ВВП) та споживанням електроенергії на душу населення. Оцінено взаємовідношення між рівнем економічної свободи та структурою виробництва і споживання електроенергії.

Забезпечення зростаючого попиту на електроенергію за умови дотримання конкурентних ринкових цін та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище залишаються актуальними викликами для багатьох країн. Однією з умов реалізації ефективної енергетичної політики є розуміння причинно-наслідкових зв'язків між показниками енергетичного сектору, соціально-економічними, кліматичними та регулятивними чинниками. Прогнозування та сценарний аналіз є важливою складовою забезпечення результативності енергетичної політики.

Метою даного дослідження є емпіричний аналіз короткострокових та довгострокових взаємозв'язків між споживанням електроенергії на душу населення та трьома десятками різноманітних факторів, спираючись на дані 1990-2018 рр. з 21 країни колишнього СРСР та Варшавського пакту [1-3]. Статистичний аналіз та моделювання проведено у пакеті EViews [4].

У роботі використано методологію авторегресійних моделей розподіленого лагу (ARDL), що дозволяють оцінити короткострокові та довгострокові зв'язки:

$$\Delta y_{it} = \theta_i [y_{it-1} - \lambda_i x_{it}] + \sum_{j=1}^{p-1} \xi_{ij} \Delta y_{it-j} + \sum_{j=0}^{q-1} \beta'_{ij} \Delta x_{it-j} + \varphi_i + \varepsilon_{it}, \quad (1)$$

де:  $y_{it}$  – панельні ряди,  $\Delta y_{it}$  – перші різниці  $y_{it}$ .  $x_{it}$  є  $k$ -вектором пояснювальних змінних.  $p$ ,  $q$  – порядок лагу змінних.  $\varphi_i$  – константа.  $\theta_i = -(1 - \delta_i)$  є індивідуальним для кожної країни коефіцієнтом пристосування до довгострокової рівноваги.  $ECT = [y_{it-1} - \lambda_i x_{it}]$  є рівнянням корекції помилки.  $\xi_{ij}$ ,  $\beta'_{ij}$  є коефіцієнти короткострокової динаміки.

Додатково для аналізу динамічних зв'язків між змінними було проведено тестування згідно з підходом Думітреску та Хурліна [5]:

$$y_{it} = \alpha_i + \sum_{k=1}^K \gamma_{ik} y_{it-k} + \sum_{k=1}^K \pi_{ik} x_{it-k} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$x_{it} = \alpha_i + \sum_{k=1}^K \gamma_{ik} y_{it-k} + \sum_{k=1}^K \pi_{ik} x_{it-k} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

де  $K$  – порядок лагу змінних;  $\gamma_{ik}$  та  $\pi_{ik}$  – коефіцієнти залежної та пояснювальних змінних, що змінюються за крос-секціями та є постійними у часі.

У результаті моделювання за алгоритмами (1)-(3) було підтверджено, що у короткостроковій перспективі (від одного до трьох років) на рівень споживання електроенергії на душу населення найбільше впливають такі показники: ВВП та державні витрати на душу населення, рівень свободи згідно з [3], ціни на електроенергію, викиди CO<sub>2</sub> у атмосферу на душу населення, населення старше 65 років, рівень виробництва та споживання енергії з відновлюваних джерел. При цьому, каузальності не виявлено між споживанням електроенергії та середньорічною температурою, імпортом електроенергії, а також валовою доданою вартістю промисловості у ВВП. У той же час минулі значення споживання електроенергії на душу населення покращують прогнозування таких змінних, як: ВВП на душу населення, споживання енергії з відновлювальних джерел, середньорічна температура, викиди CO<sub>2</sub> у атмосферу.

Виявлено, що оцінки та знаки деяких коефіцієнтів моделей різняться для повної вибірки даних, що містить більшість країн з перехідною економікою, та вибірки, що містять дані виключно розвинутих країн. Це пояснюється більшою активністю країн з високим рівнем доходу у розвитку відновлюваної енергетики та впровадженню енергоефективних технологій, що зменшують негативний вплив на навколишнє середовище. Рівняння (4)-(5) представляють моделі ARDL, оцінені для повної панелі даних та панелі країн, відповідно:

$$\begin{cases} \Delta \ln y_{it} = -0.24 [0.72 \ln x_{it} + 0.19 \ln z_{it}] + 0.27 \Delta \ln x_{it} + 0.13 \Delta \ln z_{it} - 0.004 \\ \Delta \ln x_{it} = -0.10 [-0.67 \ln y_{it} - 0.52 \ln z_{it}] + 0.21 \Delta \ln x_{it-1} + 0.52 \Delta \ln y_{it} + \\ + 0.10 \Delta \ln y_{it-1} - 0.10 \Delta \ln z_{it} + 0.06 \Delta \ln z_{it-1} + 0.16 \\ \Delta \ln z_{it} = -0.09 [-0.59 \ln x_{it} + 0.60 \ln y_{it}] - 0.68 \Delta \ln x_{it} + 0.48 \Delta \ln y_{it} - 0.004 \end{cases} \quad (4)$$

$$\begin{cases} \Delta \ln y_{it} = -0.3 [0.95 \ln x_{it} + 0.28 \ln z_{it}] + 0.17 \Delta \ln x_{it} + 0.03 \Delta \ln z_{it} - 0.21 \\ \Delta \ln x_{it} = -0.4 [0.43 \ln y_{it} + 0.5 \ln z_{it}] + 0.23 \Delta \ln x_{it-1} + 0.4 \Delta \ln y_{it} + 0.03 \Delta \ln z_{it} + 0.6 \\ \Delta \ln z_{it} = -0.19 [-2.08 \ln x_{it} + 2.31 \ln y_{it}] - 0.23 \Delta \ln x_{it} - 0.26 \Delta \ln y_{it} + 0.12 \end{cases} \quad (5)$$

де  $\Delta \ln y_{it}$  – перші різниці логарифму споживання на душу населення,  $\Delta \ln x_{it}$  – перші різниці логарифму ВВП на душу населення,  $\Delta \ln z_{it}$  – перші різниці логарифму викидів CO<sub>2</sub> на одиницю ВВП.

Отримані нами оцінки показують, що у розвинутих країнах збільшення споживання електроенергії у довгостроковій перспективі призводить до збільшення ВВП на душу населення, у той час як у країнах, що розвиваються, навпаки, до його зменшення. Пояснення цього феномену часто криється у неефективному використанні енергетичних ресурсів та субсидіюванням відновлювальних джерел енергії в країнах, що розвиваються.

Результати дослідження вказують на необхідність збалансування та трансформації ринку електроенергії у напрямку підвищення ефективності споживання та виробництва електроенергії, розвитку інфраструктури відновлюваних джерел енергії, прозорих правил на ринку, економічно обґрунтованих цін та конкуренції. Робота може бути продовжена аналізом впливу економічних криз та циклічності на споживання електроенергії в країнах з різним рівнем розвитку.

#### Література:

1. World energy balances and statistics // International Energy Agency Forum [Electronic resource]. – Режим доступу: <https://www.iea.org/>. – Дата звернення: 12.05.2020.
2. World Bank Open Data // The World Bank [Electronic resource]. – Режим доступу: <https://data.worldbank.org/>. – Дата звернення: 12.05.2020.
3. Economic Freedom of the World: 2018 Annual Report // The Fraser Institute [Electronic resource]. – Режим доступу: [www.fraserinstitute.org/studies/economic-freedom-of-the-world-2018-annual-report](http://www.fraserinstitute.org/studies/economic-freedom-of-the-world-2018-annual-report). – Дата звернення: 05.05.2020.

4. EViews 11. Innovative Solutions for econometric analysis, forecasting & simulation // EViews [Electronic resource]. – Режим доступу: <http://www.eviews.com/>. – Дата звернення: 03.06.2020.

5. Dumitrescu, E. I. Testing for granger non-causality in heterogeneous panels / E. I. Dumitrescu, C. Hurlin // Economic Modelling [Electronic resource]. – 2012. – Vol. 29, Issue 4, – P. 1450–1460. – DOI: 10.1016/j.econmod.2012.02.014. – Дата звернення: 17.06.2020.

Матеріали підготовлено в процесі виконання держбюджетної теми 0118U003583 (договір № 53.17.01-01.18/20.3П).

Маринич, Т.О. Економетричне моделювання споживання електроенергії в країнах з перехідною економікою [Текст] / Т.О. Маринич, М.І. Сотник // "П'ятдесят другі економіко-правові дискусії": Секція 5. Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці: тези доповідей міжнародної науково-практичної інтернет-конференції м. Львів, 25 листопада 2020 р. – URL: <http://www.spilnota.net.ua/ua/article/id-3586/> (дата звернення: 09.12.2020)



