

**Вінничук О. Ю. к.е.н., доцент**  
*Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, м. Чернівці*  
**Войтоловський Е. І., магістрант**  
*Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, м. Чернівці*

## **ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ТА МАКРОЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ: МОДЕЛЮВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ПАНЕЛЬНИХ ДАНИХ**

Останні роки для економіки світу характеризуються високим рівнем невизначеності та нестабільності. Зростаючі темпи економічного зростання та розвитку призводять до цілої низки явищ в економіці та повсякденному житті людини, і далеко не всі з цих явищ мають передбачуваний і позитивний характер. Загалом можна чітко виділити тенденцію до збільшення обсягів споживання енергії різних джерел походження (як відновлюваних, так і не відновлюваних). Факт вичерпності енергетичних ресурсів невідновлюваних джерел походження особливо бентежить науковців сучасності, адже за умови зникнення всіх паливно-енергетичних ресурсів планети стане неможливим не тільки будь-яка економічна діяльність, але й повсякденне життя людини. Також особливу увагу до себе привертає проблема негативного впливу видобутку та використання енергетичних ресурсів невідновлюваних джерел походження на екологічну ситуацію у світі, яка щорічно погіршується, від чого страждає якість життя [2, с. 178]. Все описане вище спонукає досліджувати взаємозв'язки між енергоспоживанням та основними макроекономічними показниками.

Якщо розглядати окрему державу як дискретний економічний об'єкт, ізольований від зовнішнього впливу та взаємодії з іншими економічними об'єктами, то для дослідження залежності обсягу спожитої енергії від макроекономічних факторів, визначення кореляційних та інших економетричних характеристик, можна скористатись лінійними чи нелінійними моделями множинної регресії [7]. Проте, така специфікація не завжди підходить для випадку дослідження зв'язків між показниками, статистичні дані яких поєднують в собі як просторові дані, так і часові ряди. Такий спосіб дослідження зв'язків між показниками має ряд суттєвих недоліків: 1) дослідження проводяться для кожного окремого об'єкта (часові ряди); 2) при проведенні таких досліджень не враховуються індивідуальні особливості економічних одиниць (країн, регіонів, фірм тощо); 3) неможливо ефективно усунути гетерогенність (неоднорідність) коротких часових рядів.

Враховуючи соціально-економічні умови розвитку різних країн доцільно використати як інструмент аналізу панельні дані, які є особливим типом вибірки: показники індивідуальних одиниць (країн) спостерігаються протягом вибраного періоду часу [6, с. 5]. Регресійні моделі, які побудовані на масивах панельних даних називають регресіями панельних даних або моделями панельної регресії (Panel Data Regression) [3, 1]. Такий підхід є більш інформативним та адекватним при дослідженні різноманітних шаблонів поведінки країн, що вивчаються протягом різних періодів часу. Виділимо такі основні переваги використання панельних даних для дослідження причинно-наслідкових зв'язків:

- 1) Можливість врахування й аналізу індивідуальних особливостей між економічними одиницями;
- 2) Можливість ефективного усунення гетерогенності між економічними одиницями;
- 3) Обчислення більш точних оцінок у випадку наявності корельованих з іншими пояснюючими змінними факторів.

Припустимо, що обсяг спожитої енергії залежить від низки макроекономічних факторів (річний приріст ВВП на душу населення, річний приріст чисельності населення, обсяг викидів CO<sub>2</sub> та прямі іноземні інвестиції). Тоді функція залежності матиме вигляд:

$$EC = f(GDP, PC, CO_2, FDI), \quad (1)$$

де  $EC$  – обсяг споживання енергії (в нафтовому еквіваленті на одну особу населення),  $GDP$  – річний приріст ВВП на одну особу населення (%),  $PC$  – річний приріст чисельності населення (%),  $CO_2$  – обсяг викидів вуглекислого газу (CO<sub>2</sub>) в атмосферу (у тоннах на одну особу населення),  $FDI$  – прямі іноземні інвестиції (у % до ВВП). Потрібно зауважити, змінна  $FDI$  є лаговою змінною, оскільки вплив інвестицій на макроекономічні показники можна прослідкувати лише в наступних періодах.

Для побудови моделей панельної регресії та їх оцінки найчастіше використовують мову програмування “R”. Сфера застосування цієї мови дуже широка, фактично її використовують скрізь, де необхідно працювати з даними. “R” дозволяє здійснювати первинний аналіз, статистичний аналіз та складне математичне моделювання. Серед переваг цієї мови в порівнянні з іншими можна виокремити дві основні: високий ступінь гнучкості та вільний код. Перша перевага пояснюється тим, що в “R” на даний момент вже існує величезна кількість пакетів та додатків для дуже великого переліку задач в побудові графіків, проведенні статистичного аналізу, створенні складних математичних моделей тощо. Вільний код дає можливість не тільки власноруч виправляти помилки в коді та вдосконалювати роботу програми, але й досліджувати, за яким принципом працюють ті чи інші вбудовані функції, для глибокого розуміння процесу розрахунку статистичних показників.

Виявлення та оцінювання кореляційно-регресійного зв'язку між вибраними змінними, а також побудову моделей панельної регресії можливо з використанням вбудованих програмних інструментів, зокрема R, SPSS тощо. Враховуючи переваги мови програмування R та середовища розробки R Studio побудовано три моделі панельної регресії: модель панельної регресії зі сталими коефіцієнтами (наскрізна регресія), модель панельної регресії з фіксованими ефектами, модель панельної регресії з випадковими ефектами [4, 8]. Для побудови моделей сформована вибірка статистичних даних 28 країн Європи (в тому числі України) з сайту World Data Bank [5]. Результати побудованих моделей дозволяють проаналізувати оцінки параметрів відповідних регресії, їх значущість та інші кореляційно-регресійні статистики. Для порівняння побудованих моделей панельної регресії та прийняття рішення про використання моделі з фіксованими чи випадковими ефектами використано тест Хаусмана та Бройша-Пагана [1, 8]. Отримані результати дозволяють встановити, що обрані

макроекономічні показники дійсно мають вплив обсяг споживання енергії. Модель панельної регресії з фіксованими ефектами виявилась кращою серед побудованих моделей панельної регресії, що свідчить про наявність специфіки динаміки макроекономічних показників у вибраних країнах.

#### **Список використаних джерел**

1. Badi H. Baltagi. *Econometric Analysis of Panel Data*. 2021. URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-53953-5>
2. Kais Saidi, Sami Hammami. The impact of energy consumption and CO2 emissions on economic growth: Fresh evidence from dynamic simultaneous-equations models [Електронний ресурс]. *Sustainable Cities and Society* 14 (2015) 178–186. – Режим доступу: <https://www.journals.elsevier.com/sustainable-cities-and-society>
3. Panel data regression: a powerful time series modeling technique. URL: <https://towardsdatascience.com/panel-data-regression-a-powerful-time-series-modeling-technique-7509ce043fa8>
4. Regression with Panel Data. URL: <https://www.econometrics-with-r.org/10-rwpd.html>
5. The World Bank : DataBank : World Development Indicators. URL: <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>
6. Гур'янова Л. С. Прикладна економетрика: навчальний посібник у двох частинах. Частина 2. Харків: ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2016. 252 с.
7. Економетрика : лаб. практикум. – Ч. 1. – вид. 2-ге, перероб. та доп. / уклад. : В. С. Григорків, О. Ю. Вінничук. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2015. – 96 с.
8. Заметки по R: Работа с панельными данными. URL: [https://bdemeshev.github.io/r\\_cycle/cycle\\_files/09\\_panel\\_regression.html](https://bdemeshev.github.io/r_cycle/cycle_files/09_panel_regression.html)