

Vitalina Zubova, Senior Lecturer
V. N. Karazin Kharkiv National University
Kharkiv, Ukraine

Kateryna Potykun, Student
V. N. Karazin Kharkiv National University
Kharkiv, Ukraine

DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-552-5-6>

MODELING THE GREEN ECONOMY: AN OVERVIEW OF KEY MODELS

МОДЕЛЮВАННЯ ЗЕЛЕНОЇ ЕКОНОМІКИ: ОГЛЯД ОСНОВНИХ МОДЕЛЕЙ

У сучасних умовах глобальних екологічних викликів і виснаження природних ресурсів перехід до зеленої економіки є критично важливим. Моделювання зеленої економіки дозволяє оцінювати ефективність екологічних політик, прогнозувати наслідки впровадження сталих технологій і оптимізувати використання ресурсів. Воно забезпечує ухвалення обґрунтованих рішень, сприяє зниженню рівня забруднення довкілля та мінімізує негативний вплив на екосистеми. Завдяки моделюванню можна розробляти стратегії сталого розвитку, що враховують економічні, соціальні та екологічні аспекти, створюючи баланс між економічним зростанням і збереженням навколишнього середовища.

Моделювання зеленої економіки є доволі потужним інструментом для економіки країни, який допомагає прогнозувати вплив поточних і майбутніх політичних рішень на екологію, визначати цілі і будувати взаємозв'язок між ними та екологічними показниками.

Міжурядовою Програмою ООН з довкілля (ЮНЕП) (англ. *UNEP, United Nations Environment Programme*) в рамках Партнерства для дій щодо зеленої економіки (PAGE) було розроблено фреймворк Інтегрованої системи моделювання зеленої економіки (IGEM), який краще відповідатиме потребам країн в аналізі наслідків політики в галузі зеленої економіки [1].

Фреймворк представляє інтеграцію основних моделей зеленої економіки, а саме моделей системної динаміки (SD), моделей

загальної рівноваги (CGE) на основі моделей IO-SAM (модель міжгалузевого балансу і матриці соціального обліку).

Також, крім перелічених методів моделювання поза IGEM, використовуються моделі часткової рівноваги та економетричні моделі.

Такі моделі, як моделі системної динаміки (SD), моделі часткової рівноваги та моделі загальної рівноваги (CGE) були прийняті для розробки та оцінки низьковуглецевої політики.

Економетричні моделі як і моделі CD є проблемно-орієнтованими і вимагають індивідуальних методів моделювання, тоді як моделі часткової рівноваги та CGE є більш структурованими, а отже, більш придатними для застосування в політиці. Зокрема, моделі CGE виділилися в аналізі кліматичної політики завдяки своєму високоструктурованому та всебічному опису економіки, гнучкості та різноманітності вхідних даних, а також широкому спектру оцінок впливу на політику.

За допомогою моделей CGE політики можуть передбачити можливі соціально-економічні та екологічні наслідки різних вхідних та вихідних факторів, а аналіз впливу може слугувати зворотним зв'язком при розробці політики [2].

Для прикладу, розглянемо одну із моделей, які можна використовувати в контексті моделювання зеленої економіки.

Форма моделі:

$$GDP_t = \beta_0 + \beta_1 GreenInv_t + \beta_2 REnergy_t + \beta_3 CO_2 Red_t + \varepsilon_t$$

Пояснення змінних:

– GDP_t – валовий внутрішній продукт у час t (показник економічного зростання).

– $GreenInv_t$ – інвестиції в екологічно чисті технології (відновлювані джерела енергії, енергоефективність, «зелені» підприємства).

– $REnergy_t$ – частка відновлюваних джерел енергії в загальному енергоспоживанні.

– $CO_2 Red_t$ – скорочення викидів CO_2 (як показник екологічної стійкості).

– ε_t – випадковий шум, що враховує інші непередбачувані фактори.

Інтерпретація моделі:

$\beta_1 > 0$: збільшення інвестицій у зелену економіку позитивно впливає на ВВП.

$\beta_2 > 0$: зростання частки відновлюваної енергії сприяє економічному розвитку.

$\beta_3 < 0$: зменшення викидів CO₂ може мати двоякий вплив: у короткостроковій перспективі можливі витрати на адаптацію, але у довгостроковій перспективі – позитивний вплив на сталий розвиток.

Цю модель можна оцінити, наприклад, за допомогою методу найменших квадратів (OLS) на основі історичних даних країн або регіонів.

За результатами аналізу моделі варто зазначити, що одним із важливих завдань зеленої економіки є зменшення обсягів викиду вуглецю. Програмне забезпечення для обліку вуглецю допомагає компаніям переглянути альтернативні методи виробництва або варіанти транспортування, які мають менший вплив на навколишнє середовище.

На даний момент популярними платформами є Greenly, перевагами якої є візуалізація даних в режимі реального часу, можливість аналізу сценаріїв, взаємодії з постачальниками, автоматизованого збору даних. Persephony – програмне забезпечення з оптимізованою звітністю щодо викидів вуглецю, спрощеним прийомом і використанням даних і розширеною аналітикою, яка дозволяє визначити області з високим рівнем викидів і порівняти продуктивність компанії з галузевими стандартами. IBM Envizi – потужний і комплексний хмарний інструмент (SaaS), який спрощує збір, об'єднання, управління, аналіз і звітність даних про екологічні, соціальні та управлінські (ESG) показники. Корисними функціями цієї платформи є управління навколишнім середовищем, гігієною та безпекою (EHS), виявлення можливостей для економії енергії та викидів і відстеження прогресу на кожному етапі шляху до сталого розвитку. А також вона надає широкі можливості візуалізації та налаштування дашбордів для полегшення співпраці та взаєморозуміння [3].

Окрім економічних моделей значну роль для прогнозування сталого розвитку мають кліматичні моделі. Наприклад однією з ефективних моделей є Community Earth System Model (CESM). Це комплексна гнучка кліматична модель, яка забезпечує сучасне комп'ютерне моделювання минулих, сучасних і майбутніх кліматичних станів Землі, що дозволяє досліджувати широкий спектр

актуальних наукових питань, надаючи нові прогнози щодо можливих майбутніх кліматичних умов і розширюючи колективні знання про поведінку та взаємодії земної системи [4].

Використання різних підходів моделювання розширює можливості впровадження і розвитку принципів зеленої економіки на макро- і мікроекономічних рівнях. Також у сучасному світі збільшується роль використання штучного інтелекту і аналізу великих даних. Важливим залишається принцип відкритості (Open Source) моделей, що дає змогу вільного використання і адаптації під конкретні цілі та умови. Відкриті моделі забезпечують прозорість, полегшують співпрацю між країнами та експертами і сприяють вдосконаленню аналізу.

Література:

1. PAGE, The Integrated Green Economy Modelling Framework – Technical Document. URL: <https://www.unep.org/resources/report/integrated-green-economy-modelling-framework-technical-document>
2. An K., Zhang S., Zhou J., Wang C. (2023). How can computable general equilibrium models serve low-carbon policy? A systematic review. *Environmental Research Letters*. 2023. Vol. 18(3). DOI: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/acbbe212>
3. Best Carbon Accounting Software for Sustainability & Emission Transparency, Dhruvir Zala
4. James W. Hurrell, M. M. Holland, P. R. Gent. The Community Earth System Model: A Framework for Collaborative Research. *Bulletin of the American Meteorological Society*/ 2013. Vol. 94(9). P. 1339–1360. DOI: <https://doi.org/10.1175/bams-d-12-00121.1>