

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОНОМІЧНОГО ЗРОСТАННЯ В УМОВАХ СТАЛОГО РОЗВИТКУ : НЕЙРОМЕРЕЖЕВИЙ ПІДХІД

Проаналізовано сутність економічного зростання в умовах сталого розвитку. Показано наявність зв'язку між економічним зростанням і обсягом шкідливих викидів на основі даних Світового банку по деяких країнах. За допомогою нейромереж визначено основні фактори, які впливають на обсяг шкідливих викидів для груп країн за рівнем доходу відповідно до класифікації Світового банку.

Ключові слова: економічне зростання, сталий розвиток, шкідливі викиди, нейромережевий підхід.

Постановка проблеми. Протягом останніх десятиліть зростає увага до проблем охорони природи й раціонального використання природних ресурсів, зокрема зменшення викидів забруднювальних речовин, підвищення ефективності виробництва, енерго- та ресурсоощадливості, пошук нових джерел енергії, інноваційність суспільного розвитку тощо. Проблема забруднення навколишнього середовища та зміни клімату пов'язана з рядом факторів, які стосуються виробничої сфери, соціальної інфраструктури та екологічної безпеки в цілому.

Економічне зростання є основною макроекономічною метою, показником розвитку національної економіки. Без економічного зростання не уявляється можливим розв'язання проблем підвищення доброту населення та зниження рівня бідності. З іншого боку, економічне зростання у світовому масштабі посилює загрози погіршення якості життя внаслідок високого ступеня забруднення навколишнього середовища. У зв'язку з цим останніми роками виникають серйозні сумніви щодо бажаності економічного зростання для країн, які вже досягли добробуту. Супротивники економічного зростання насамперед стурбовані погіршенням стану навколишнього середовища. Чим значніше економічне зростання і вищий рівень життя, тим більше відходів повинно буде поглинути навколишнє середовище. У будь-якому суспільстві, які вже досягли добробуту, подальший економічний ріст може означати тільки задоволення усе більш несуттєвих потреб при зростанні загрози екологічної кризи. Тому деякі економісти вважають, що економічне зростання повинно цілеспрямовано стримуватися.

Ураховуючи вищесказане та екологічну ситуацію у світі, можна стверджувати, що забезпечення економічного зростання будь-якої країни має базуватися на засадах сталого розвитку. Це означає, що становлення сучасної національної економіки зумовлює актуальність і прикладну значимість проблеми розробки методології довготривалого економічного зростання в умовах еколого-економічної рівноваги. Така взаємодія природного середовища і людського фактора повинна розглядатися в межах єдиної еколого-економічної системи на будь-якому рівні й об'єднувати економічні, природні та соціальні процеси, що взаємопов'язані між собою.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Широке коло теоретико-методологічних питань екологічно збалансованої економіки є об'єктом наукових досліджень і численних публікацій українських і зарубіжних учених. У сучасних наукових публікаціях спостерігається підвищення інтересу до проблеми забезпечення сталого розвитку, тобто такого, що «задовольняє потреби поточного покоління та не підриває можливості майбутніх поколінь задовольняти власні потреби» [1-3]. Дослідники аналізують принципи та шляхи досягнення сталого розвитку, пропонують моделі раціонального природокористування, застосування яких має сприяти як економічному зростанню, так і підвищенню якості життя населення в довгостроковому періоді. У руслі таких досліджень докладного вивчення потребує питання взаємозв'язків між динамікою ВВП і ступенем забруднення довкілля [4-8]. Їх виявлення допоможе визначити більш безпечні для навколишнього середовища шляхи зростання національних економік.

Постановка завдання. Метою статті є дослідження економічного росту в умовах сталого розвитку, вивчення деяких аспектів взаємозв'язку між економічним ростом і шкідливим викидами для деяких країн, аналіз факторів, що впливають на обсяги і прогноз шкідливих викидів, з використанням нейронних мереж для груп країн поділених за рівнем доходу відповідно до класифікації Світового банку. Для досягнення сформульованої мети потрібно вирішити такі ключові задачі: дослідити концепцію економічного росту в умовах сталого розвитку; проаналізувати залежність темпів зміни ВВП і обсягів шкідливих викидів на основі статистичних даних деяких країн; за допомогою нейронних мереж проаналізувати вплив різних факторів, що впливають на прогнозування обсягів шкідливих викидів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Перед вивченням деяких аспектів зв'язку між економічним зростанням і шкідливими викидами, спочатку розкриємо концепцію економічного росту в умовах сталого розвитку. Економічний ріст розглядається макроекономічною наукою як складова частина й одна з найважливіших характеристик економічного розвитку країни. Це поняття пов'язане з кількісною зміною обсягів виробництва і споживання ВВП.

В останні роки виникли сумніви щодо бажаності економічного росту для країн, які вже досягли добробуту. В основі цих сумнівів лежить ряд взаємозалежних аргументів проти економічного зростання, зокрема: забруднення навколишнього середовища; відсутність гарантій (працівники будь-якого рівня побоюються, що накопичені ними професійні навички і досвід можуть виявитися застарілими зі зростанням технічного прогресу); людські цінності тощо.

Отже, забезпечення економічного росту будь-якої країни має базуватися на засадах сталого розвитку, на гармонізації економічної, соціальної й екологічної політики, зміні моделей виробництва та споживання, подоланні бідності разом зі збереженням навколишнього природного середовища. Умови негативних екологічних наслідків економічного розвитку змушують людство переглянути показники економічного зростання із залученням екологічної складової і переглянути пріоритети свого майбутнього. Змінити ситуацію можна при системному взаємоузгодженому розв'язанні соціальних, економічних та екологічних проблем суспільства, зобто його переходу на умови сталого збалансованого розвитку та моделі збалансованої еколого-економічної системи.

Побудова й дослідження моделі збалансованої еколого-економічної системи вимагає розробки

нових методологічних засобів еколого-економічного моделювання з метою створення практичного інструментарію для оптимальних управлінських еколого-економічних рішень. Такий підхід дає можливість використовувати моделі і методи еколого-економічного моделювання для розв'язання проблеми збереження природного середовища, що є неминучим результатом економічного зростання.

Дослідження зв'язку між економічним зростанням і шкідливими викидами вивчено багатьма вченими [4-7]. Зокрема, Д. Коен у статті «The close relationship between economic growth and carbon emissions» доводить існування тісного зв'язку між економічним зростанням і шкідливими викидами на основі статистичних даних США, країн Європи та Азіатсько-Тихоокеанського регіону [4]. А. Акаравчі, І. Озтюрк вивчають причинно-наслідковий зв'язок між викидами двоокису вуглецю, споживання енергії, а також економічного зростання за допомогою авто регресійних моделей з розподіленими лагами для дев'ятнадцяти європейських країн тощо [6].

На основі статистичних даних Світового банку досліджено залежність між економічним зростанням та його негативним впливом на довкілля, а саме: обсягами шкідливих викидів [9].

На рис 1. подано графіки динаміки темпів зміни ВВП деяких країн за 1991-2012 роки.



Рис. 1. Динаміка темпів зміни ВВП з 1991 по 2012 роки

Як видно з графіка для всіх країн у 2009 році спостерігається значне зниження темпів зростання ВВП, що пов'язане з наслідками глобальної фінансово-економічної кризи 2008 року.

Динаміка темпів зміни викидів CO₂ подана на рис. 2.

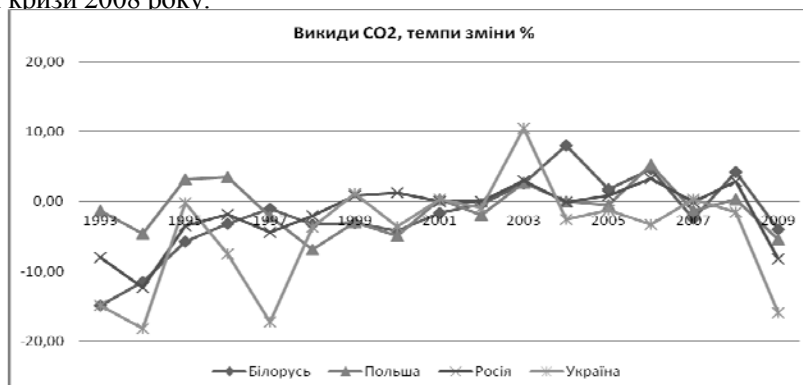


Рис. 2. Динаміка темпів зміни викидів CO₂ з 1993 по 2009 роки

Аналізуючи рис. 1, 2, можна зробити висновок, що темп зміни ВВП тісно взаємопов'язаний з

темпом зміни обсягів шкідливих викидів. Зокрема, як бачимо, у 2009 році спостерігається одночасне

зниження ВВП і обсягів викидів, що пояснюється наявністю тісного прямого зв'язку між економічним зростанням і шкідливими викидами.

Дослідження динаміки ВВП і обсягів шкідливих викидів в Україні демонструє наявність

стійкої позитивної кореляції між цими двома показниками. З графіка зрозуміло, наскільки тісно темп зміни реального ВВП взаємопов'язаний з темпом зміни обсягів шкідливих викидів до атмосфери (рис. 3).



Рис. 3. Динаміка темпів зміни CO₂ та ВВП з 1993 по 2009 роки

На основі статистичних даних для вибраних країн побудовані рівняння регресії та знайдено основні кореляційні характеристики. Результати кореляційно-регресійного аналізу дозволяють стверджувати, що між темпами росту ВВП і шкідливими викидами існує прямий зв'язок (додатні значення коефіцієнтів кореляції та параметрів рівняння регресії) (табл. 1).

Процес розвитку екологічно збалансованої економіки залежить від багатьох факторів.

Важливо знати, як різні фактори впливають на обсяг шкідливих викидів і відповідно вибрати певний набір незалежних змінних, який може забезпечити оптимальний прогноз досліджуваного показника. На основі такого аналізу вже можна приймати відповідні економічні рішення, які допоможуть досягти економічного зростання в умовах сталого розвитку [10].

Таблиця 1

Результати кореляційно-регресійного аналізу

Країна	Коефіцієнт кореляції	Коефіцієнт детермінації	Рівняння регресії
Білорусь	0,69	0,48	CO ₂ =73,8+0,22GDP
Польща	0,49	0,24	CO ₂ =83,34+0,14GDP
Росія	0,59	0,35	CO ₂ =86,1+0,11GDP
Україна	0,48	0,24	CO ₂ =77,44+0,17GDP

Аналіз проведено за допомогою апарату нейронних мереж засобами надбудови MS Excel NeuralTools. Процес моделювання нейронної мережі складався з таких етапів:

1. Збір і підготовка даних. Для побудови нейронних мереж використано статистичні дані Світового банку [9] для таких показників: CO₂ викиди (метричні тонни на душу населення); ВВП на душу населення (долари США); споживання електроенергії (кВт/год у розрахунку на душу

населення); споживання енергії (кг нафтового еквівалента на душу населення); виробництво електроенергії (кВт/год на душу населення); виробництво електроенергії з відновлювальних джерел (кВт/год на душу населення).

Вибірку побудовано на основі статистичних даних для 134 країн (кількість спостережень 4742). Країни поділені на п'ять груп за рівнем доходу (income level) відповідно класифікації Світового банку (табл. 2):

Таблиця 2

Класифікація країн за рівнем доходу

Група країн	Рівень доходу (Income level)	Кількість країн
High income: non OECD	12 476\$ та більше	13
High income: OECD		31
Upper middle income	4 036-12 475\$	42
Lower middle income	1 026-4 035\$	33
Low income	1 025 \$ або менше	15

Україна (2 973,4\$) належить до групи країн з доходом нижче середнього рівня (Lower middle income).

2. Вибір топології мережі. Оскільки для прогнозування числових значень можна використовувати як GRNN (Generalized Regression Neural Networks), так і MLF (Multi-Layer

Feedforward Networks), то для вибору оптимального варіанта було обрано параметр Best Net Search. NeuralTools обирає оптимальну мережу на основі параметру Root Mean Square Error. В процесі побудови нейронних мереж для кожної країни було побудовано 6 моделей: GRNN та MLF з кількістю прихованих нейронів від 2 до 6.

3. Навчання мережі. Для навчання мережі були створені масиви даних для кожної групи країн. Критерієм завершення навчання було обрано два параметри: час навчання (дорівнює 1 година) та кількість спроб (дорівнює 1200000).

4. Перевірка адекватності моделі. Для перевірки адекватності нейронної мережі проводилось її тестування на основі тестових вибірок. Результати тестування показали, що нейронні мережі можуть бути використані для прогнозування, оскільки забезпечують допустимий рівень похибок (15%).

Однією із переваг використання нейромереж є аналіз впливу незалежних факторів на прогнозовану величину (в нашому випадку, це CO₂ викиди). Аналіз побудованих нейромереж для п'яти груп країн показує, що найбільший вплив на прогноз рівня CO₂ має показник споживання енергії і складає в середньому частку 49,92%, частка ВВП на душу населення становить 29,6%, споживання електроенергії – 12,3%, виробництво електроенергії на душу населення – 11,6%; виробництво електроенергії з відновлювальних джерел на душу населення – 7,9%. Як бачимо, показник ВВП на душу населення займає вагомий частину, що підтверджує явний зв'язок.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Аналіз залежності економічного росту і обсягу викидів дозволяє стверджувати, що необхідно забезпечити перехід до екологічно збалансованих моделей виробництва і споживання. Перехід до екологічно збалансованих моделей виробництва і споживання полягає в ліквідації залежності між економічним ростом і деградацією навколишнього середовища за рахунок підвищення ефективності використання природно-ресурсного потенціалу країни, удосконалення організаційно-економічної системи управління виробництвом, зменшення енергоємності ВВП і збільшення кількості електроенергії виробленої з відновлюваних ресурсів тощо.

Однак сформовані економічні умови і накопичені екологічні проблеми виступають перешкодою для здійснення політики сталого розвитку. Складність урахування екологічної складової при побудові концепції сталого розвитку може бути з'ясована за допомогою математичного та комп'ютерного моделювання. Зокрема, це можуть бути моделі, які є певними модифікаціями неокласичних моделей зростання, які дозволяють оптимізувати траєкторію економічного розвитку в умовах еколого-економічного балансу.

Список літератури

1. Гринів Л. С. Екологічно збалансована економіка: проблеми теорії: Монографія. / Л. С. Гринів.– Львів: ЛНУ ім. І.Франка, 2001. – 240 с.
2. Шевчук В. Я. Макроекономічні проблеми сталого розвитку / В. Я. Шевчук. – К. : Гео-принт, 2006.– 200 с.
3. Шевчук В. Я. Формування інноваційної моделі сталого розвитку України в посткризовий період / В. Я. Шевчук // Економічний часопис-XXI. – 2010. – N1-2. – С.6-8.
4. Cohen D. (2012). The Close Relationship between Economic Growth and Carbon Emissions from <http://oilprice.com/Finance/the-Economy/The-Close-Relationship-between-Economic-Growth-and-Carbon-Emissions.html>
5. Sanglimsuwan K. (2011). Carbon Dioxide Emissions and Economic Growth: An Econometric Analysis. International Research Journal of Finance and Economics from http://www.eurojournals.com/IRJFE_67_09.pdf
6. Acaravci A., Ozturk I. (2009). On the relationship between energy consumption, CO₂ emissions and economic growth in Europe. The 3rd International Conference on Sustainable Energy and Environmental Protection, SEEP 2009 from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544210003737>
7. Фертікова Т. М. Можливості зменшення шкідливого впливу на довкілля в умовах економічного зростання / Т. М. Фертікова // Наукові праці. – 2010. – Вип. 120. – С. 37-42.
8. Анасімова Г. В. Статистичне дослідження екологічної складової сталого розвитку регіону / Г. В. Анасімова, Н. В. Скоробогатов // Вісник ЖДТУ. – 2011. – №2. – С. 194-199.
9. Сайт Світового банку [Електронний ресурс].– Режим доступу : <http://data.worldbank.org/>
10. Vinnychuk O., Grygorkiv V., Makhnats L. Research of economic growth in the context of sustainable development // In Proceedings of the 3-rd International Scientific Conference «Practice and research in private and public sector», (Vilnius, Lithuania, 11 – 12 April 2013). – Mykolas Romeris Univeristy, 2013. – P. 484-494.

Анотація

Елена Винничук

ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА В УСЛОВИЯХ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ : НЕЙРОСЕТЕВОЙ ПОДХОД

Проанализированы сущность экономического роста в условиях устойчивого развития. Показано наличие связи между экономическим ростом и объемом вредных выбросов на основе данных Всемирного банка по некоторым странам. С помощью нейросетей определены основные факторы, которые влияют на объем вредных выбросов для групп стран по уровню дохода согласно классификации Всемирного банка.

Ключевые слова: экономический рост, устойчивое развитие, вредные выбросы, нейросетевой подход.

Summary

Olena Vinnychuk

RESEARCH OF ECONOMIC GROWTH IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT: NEURAL NETWORK APPROACH

This paper analyzes the nature of economic growth in terms of sustainable development. Shown the relationship between economic growth and the amount of harmful emissions on the basis of the World Bank for some countries. Using neural network identifies the key factors that affect the amount of emissions by country groups by income level according to World Bank classification.

Keywords: economic growth, sustainable development, emissions, neural network approach.