

Олена М. Лютак¹, Олена В. Баула², Наталія О. Небаба³,
Олег В. Федоренко⁴, Олександр В. Грищай⁵

МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ЗРОСТАННЯ ВВП КРАЇН

У статті досліджено вплив екологічних та економічних факторів на ВВП певних країн. Наведені основні характеристики та класифікація еколого-економічних факторів. На основі використання економіко-математичного моделювання доведено зв'язок між ВВП країн та обсягами викидів CO₂, часткою виробництва відновлюваної електроенергії, надходженням податків, пов'язаних з навколишнім середовищем для США, Китаю, Німеччини та України.

Ключові слова: екологічні та економічні фактори, сталий розвиток, економіко-математичне моделювання, екологічна стійкість, енергетична ефективність, альтернативна енергетика.

Рис. 5. Літ. 13.

DOI: 10.32752/1993-6788-2024-1-277-143-151

Olena M. Liutak, Olena V. Baula, Natalia O. Nebaba,
Oleg V. Fedorenko, Oleksandr V. Hrytsai

SIMULATION OF THE INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC FACTORS ON COUNTRY GDP GROWTH

The article examines the influence of environmental and economic factors on the GDP of certain countries. The main characteristics and classification of ecological and economic factors are given. Based on the use of economic-mathematical modeling, the relationship between the GDP of countries and the volume of CO₂ emissions, the share of renewable electricity production, and the receipt of taxes related to the environment for the USA, China, Germany and Ukraine has been proven.

Keywords: environmental and economic factors, sustainable development, economic-mathematical modeling, environmental sustainability, energy efficiency, alternative energy.

Peer-reviewed, approved and placed: 20.07.2024.

Постановка проблеми. Сучасний розвиток глобальної економіки, швидкі зміни клімату та екологічні виклики ставлять перед країнами завдання знайти оптимальний баланс між економічним зростанням і збереженням навколишнього середовища. У цьому контексті вивчення впливу еколого-економічних факторів на зростання ВВП країни набуває особливої актуальності. В останні десятиліття екологічні проблеми, такі як забруднення повітря і води, нерациональне використання природних ресурсів, зміна клімату, стають все більш значущими для економічного розвитку. Негативний вплив цих факторів на здоров'я населення, сільське господарство, енергетику та інші сектори економіки є суттєвим бар'єром для стабільного економічного зростання. Зокрема, дослідження показують, що високий рівень забруднення

¹ Lutsk National Technical University. Ukraine.

² Lutsk National Technical University. Ukraine.

³ Dnipro National University named after Oles Honchar. Ukraine.

⁴ University of Customs and Finance. Ukraine.

⁵ Lutsk National Technical University. Ukraine.

навколишнього середовища може призводити до значних економічних втрат через зниження продуктивності праці та збільшення витрат на охорону здоров'я. Моделювання впливу еколого-економічних факторів на ВВП є ключовим інструментом для розробки ефективної економічної політики, яка враховує екологічні обмеження та можливості. Такий підхід дозволяє визначити оптимальні стратегії економічного розвитку, які мінімізують екологічні ризики, забезпечити довгострокове економічне зростання за рахунок сталого використання природних ресурсів, підвищити ефективність державної політики у сфері охорони навколишнього середовища.

У багатьох країнах, зокрема і в Україні, реалізуються національні та міжнародні програми, спрямовані на досягнення сталого розвитку. Виконання цих програм вимагає глибокого розуміння взаємозв'язку між екологічними та економічними факторами. Враховуючи, що Україна має значний природний потенціал, але стикається з серйозними екологічними проблемами, дослідження впливу еколого-економічних факторів на ВВП є вкрай важливим для визначення шляхів досягнення сталого економічного зростання.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Сталий розвиток як ключовий елемент майбутнього зростання економік провідних країн світу досліджувався багатьма вченими. На особливу увагу заслуговують напрацювання таких науковців як Аверкіна М., Гавриш О. А., Згуровський О. М., Kozyk V., Кухарук А. Д., Лебедева Л. В., Lisovska L., Mrykhina O., Novakivskiy I. Тарасенко Д. Л. Скоробогатова Н. Є, Сорокіна А. О. Зокрема Аверкіна М. [1] робить акцент на теоретичних засадах забезпечення соціально-економічного розвитку міст, визначенні чинників впливу та підходів до їх оцінки. Гавриш О. А., Згуровський О. М., Кухарук А. Д., Скоробогатова Н. Є. [5] зосередили увагу на показниках для моделювання економічної складової сталого розвитку країн світу, зокрема ними обґрунтовано вибір ключових показників для сценарного моделювання за чотирма напрямками: фінанси, енергетика, макроекономічне середовище, структура валового внутрішнього продукту. Козик В., Лісовська Л., Мрихіна О. та Новаківський І. [7] обґрунтували вплив інноваційної діяльності суб'єктів господарювання на показники сталого розвитку України на основі економетричного моделювання. На основі розроблених моделей визначено актуальні напрями вдосконалення та реформування інноваційної екосистеми для підвищення наукового потенціалу України. Лебедева Л. В., Сорокіна А. О. [9] розглянули використання ВВП для виміру економічного зростання, дослідили негативний вплив економічного зростання, а разом з ним, і сучасної глобалізації, на навколишнє середовище, розподіл доходів населення та споживання. В результаті було доведено потребу у побудові моделі економічного зростання, в основі якої лежить не лише вимір ВВП, а й показники якості життя населення, врахування всіх можливих засобів захисту та відновлення навколишнього середовища.

Проте використання економіко-математичного інструментарію щодо обґрунтування впливу еколого-економічних факторів на економічне зростання не було досліджено у повному обсязі, що й визначило потребу у даному дослідженні.

Метою дослідження є вивчення впливу еколого-економічних факторів на зростання економіки країни та використання їх інструментарію щодо забезпечення сталого розвитку України.

Основні результати дослідження. Валовий внутрішній продукт як показник економічного розвитку країни формує ключовий тренд щодо забезпечення зростання кожної країни. В сучасних умовах все більше уваги зосереджують не лише на економічних факторах, що забезпечують зростання ВВП, а й на екологічній основі щодо збалансованого використання ресурсів. Відповідно саме сукупність еколого-економічних факторів відіграють важливу роль у формуванні та зростанні валового внутрішнього продукту країни. Вони охоплюють вплив екологічних умов та економічної діяльності на продуктивність, добробут населення та стійкість економіки, сталість розвитку в тому числі й з врахуванням соціальної складової. Ось кілька ключових еколого-економічних факторів:

Екологічна стійкість та природні ресурси

- Ресурсна база
- Біорізноманіття
- Землекористування

Енергетична ефективність та відновлювані джерела енергії

- Використання енергії
- Енергетична безпека

Забруднення та зміна клімату

- Забруднення повітря, води та ґрунтів
- Зміна клімату

Технологічні інновації та інвестиції в екологічно чисті технології

- Інновації в екологічних технологіях
- Зелені інвестиції

Економічна політика та управління

- Екологічна регуляція
- Стимули для екологічних інновацій

Рис. 1. Структура еколого-економічних факторів впливу на ВВП країн

Коментуючи рисунок здійснимо характеристику найбільш вагомих структурних елементів, які забезпечують стійкість економічного зростання. Зокрема наявність та якість природних ресурсів, таких як нафта, газ, мінерали, вода та ліси, впливають на можливості економічного розвитку та зростання ВВП, а виснаження ресурсів або їх нерівномірний розподіл може призвести до економічних проблем. Різноманітність видів рослин і тварин сприяє екологічній стійкості, що, в свою чергу, підтримує сільське господарство, рибальство та туризм, а раціональне використання земельних ресурсів, включаючи сільське господарство, лісівництво та урбанізацію, має вирішальний вплив на екологічну стійкість і економічний розвиток. Енергетична ефективність та відновлювані джерела енергії знижують залежність від викопних видів палива та зменшують вплив на довкілля, що

сприяє сталому економічному зростанню. В свою чергу енергетична безпека, яка формується через забезпечення стабільного та доступного постачання енергії є ключовим для економічного розвитку. Розвиток власних енергетичних ресурсів та диверсифікація джерел енергії зміцнюють економіку. Високий рівень забруднення негативно впливає на здоров'я населення, продуктивність праці та сільськогосподарські врожаї, що, в свою чергу, знижує ВВП. Кліматичні зміни впливають на сільське господарство, інфраструктуру та добробут населення, а економічні витрати на адаптацію та боротьбу з наслідками зміни клімату можуть бути значними. В свою чергу технологічні інновації та інвестиції в екологічно чисті технології, спрямовані на зменшення екологічного навантаження, може підвищити ефективність виробництва та створити нові галузі економіки. Інвестиції в екологічно чисті проекти (наприклад, зелену енергетику, екологічний транспорт) стимулюють економічне зростання та створюють робочі місця. Ключовим у реалізації зазначеного потенціалу виступає економічна політика та управління. Впровадження державних регулювань щодо захисту навколишнього середовища, таких як податки на викиди вуглекислого газу або стандарти якості повітря та води, сприяють сталому розвитку. Державні програми та субсидії, спрямовані на підтримку екологічних ініціатив та досліджень, можуть значно вплинути на економічне зростання.

В основі побудови моделі впливу еколого-економічних факторів на ВВП країн ми пропонуємо використання економіко-математичного інструментарію, що дозволяє графічно відобразити лінії тренду впливу тих чи інших показників на результуючий. Зокрема на наступному рисунку представлені лінії тренду впливу викидів CO₂ на ВВП на душу населення таких країн як США, Китай, Німеччина та Україна. Дана вибірка обумовлена значним потенціалом цих держав у системі міжнародних економічних відносин та порівнянням їх тенденцій з українськими реаліями (рис. 2).

Коментуючи рисунок ми можемо зазначити, що для США та Китаю як двох найбільших вуглецевих економік спостерігається пряма залежність між викидами CO₂ та зростанням ВВП, яка виражена у поліноміальній та степеневій залежності. В свою чергу для України та Німеччини зв'язок між цими факторами відсутній, оскільки коефіцієнт кореляції R² суттєво нижчий за 0,5.

Побудуємо аналогічну залежність від виробництва відновлюваної електроенергії у % від загального виробництва електроенергії (рис. 3 та 4).

В даному випадку лише для України відсутній зв'язок між зростанням частки відновлювальної енергетики та приростом ВВП, хоча на нашу думку тут закладені певні суб'єктивні фактори, зокрема у 2014 році внаслідок нападу росії та анексії Криму в нашій державі спостерігалася значна девальвація національної валюти, що і призвело до суттєвого скорочення ВВП у дол. США на душу населення у 2014–2019 рр. (рис. 5).

Що стосується безпосередньо економічних факторів, які впливають на ВВП країн, то тут важливо використати такий комбінований еколого-економічний показник як надходження податків, пов'язаних з навколишнім середовищем, що розраховується у % від ВВП (рис. 5).

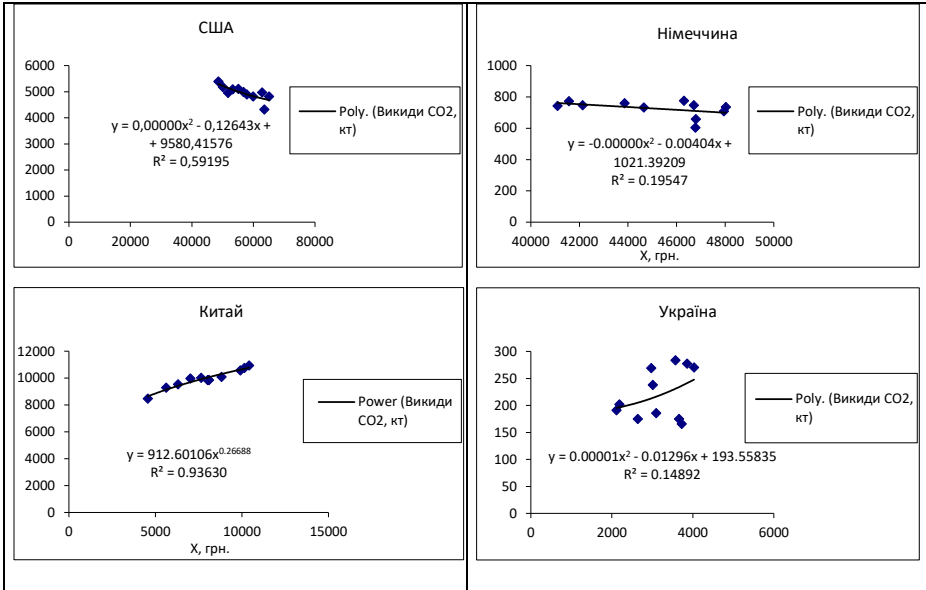


Рис. 2. Лінії тренду залежності ВВП на душу населення в тис. дол. США від обсягів викидів CO2 в кг, розраховано авторами на основі даних [13]

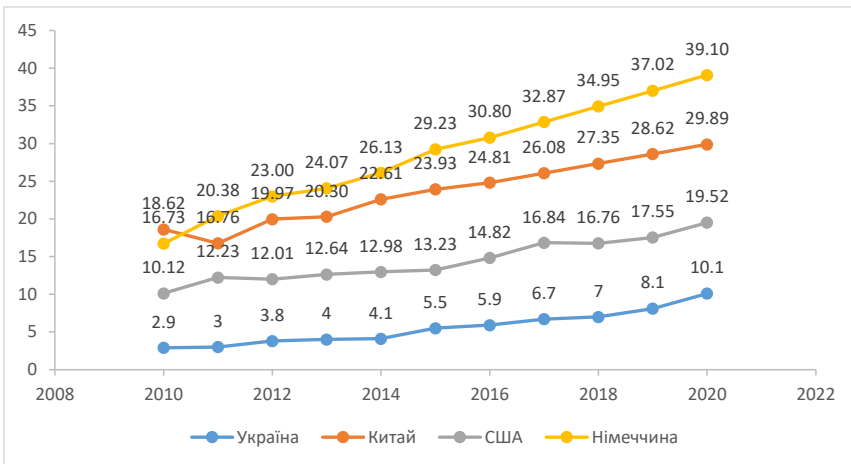


Рис. 3. Виробництво відновлювана електроенергії, % загального виробництва електроенергії у 2010-2020 рр., побудовано авторами на основі даних [13]

Аналізуючи рис. ми можемо констатувати високу залежність ВВП від незалежного фактору для США та Китаю, та відсутність впливу податків, пов'язаних з навколишнім середовищем на ВВП в Україні та Німеччині.

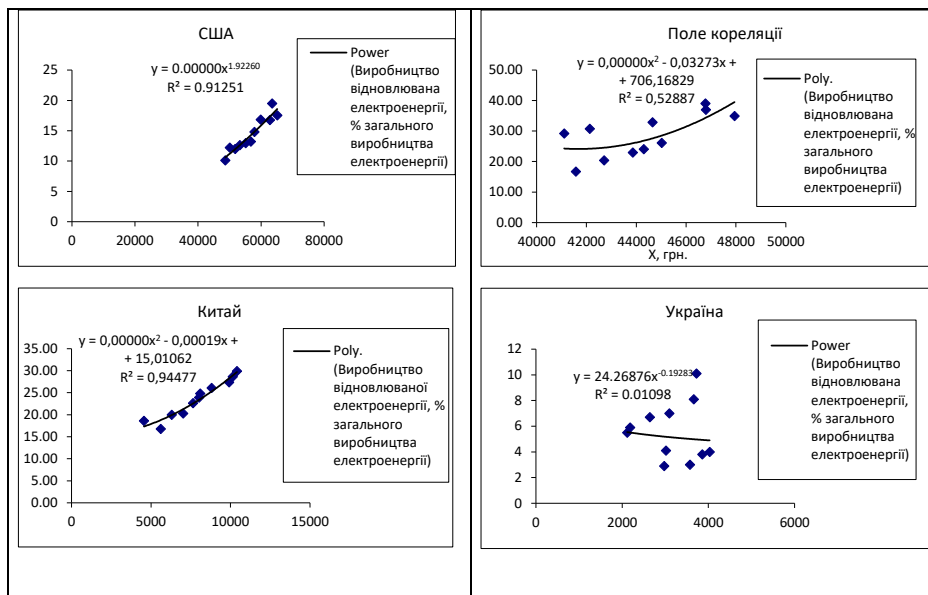


Рис. 4. Лінії тренду залежності ВВП на душу населення в тис. дол. США від частки виробництва відновлюваної електроенергії у % загального виробництва електроенергії, розраховано авторами на основі даних [13]

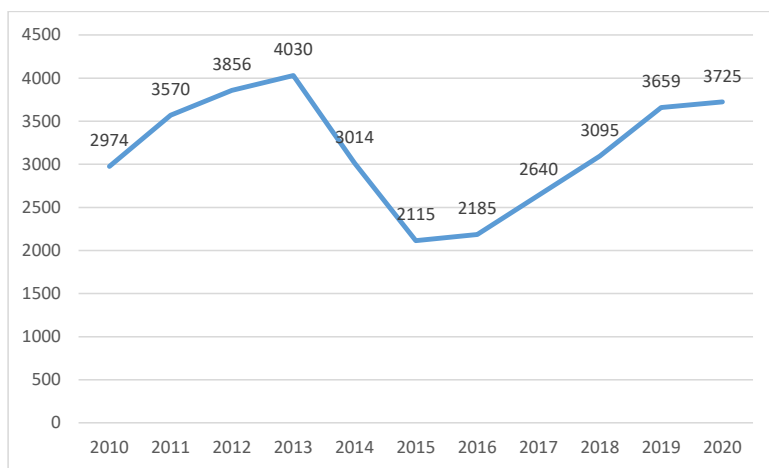


Рис. 5. ВВП на душу населення в Україні у 2010-2020 рр, тис. дол., розраховано авторами

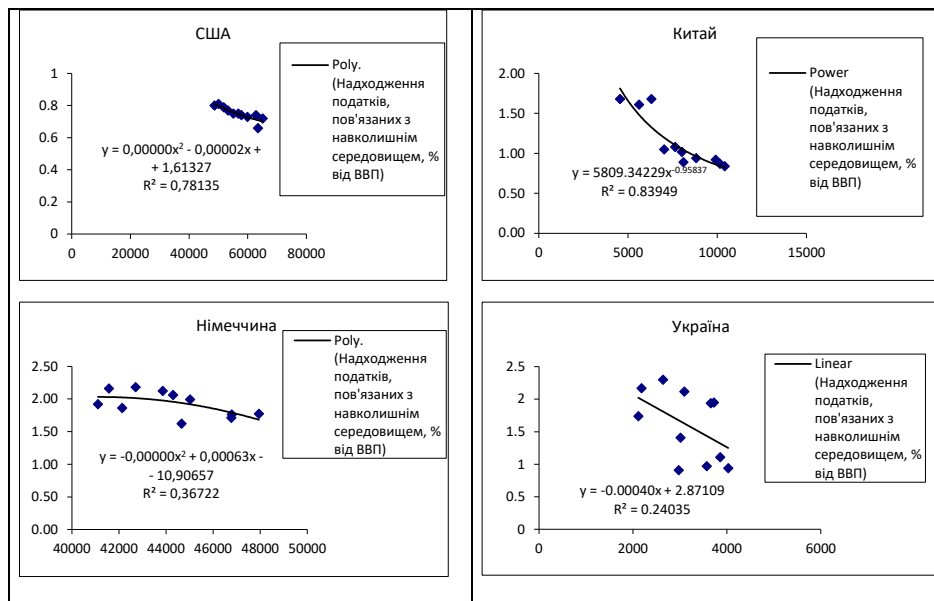


Рис. 6. Лінії тренду залежності ВВП на душу населення в тис. дол. США від надходження податків, пов'язаних з навколишнім середовищем, розраховано авторами на основі даних [13]

Висновки та перспективи подальших досліджень. Еколого-економічні фактори мають великий вплив на зростання ВВП країни, визначаючи напрямки сталого розвитку та забезпечуючи економічну стійкість. Інтеграція екологічних пріоритетів в економічну політику сприяє не лише захисту довкілля, але й довгостроковому економічному зростанню та підвищенню якості життя населення.

Таким чином, дослідження впливу еколого-економічних факторів на зростання ВВП країни є вкрай актуальним і необхідним для розробки стратегій сталого розвитку, що дозволить забезпечити довгострокову економічну стабільність, зберегти природні ресурси і підвищити якість життя населення. Екологічні проблеми серед яких зміна клімату, деградація екосистем, втрата біорізноманіття та забруднення середовища стають все більш гострими і мають значний вплив на економічну діяльність через зростання економічних втрат та їх подолання і соціальних проблем.

Ключовим фактором виступає врахування принципів сталого розвитку у стратегічному прогнозуванні економічного зростання. Концепція сталого розвитку стає центральною в економічній політиці багатьох країн. Традиційні економічні моделі часто не враховують екологічні обмеження і наслідки, що призводить до короткострокового планування і неефективного використання ресурсів. Інтеграція еколого-економічних моделей дозволяє більш точно оцінювати вплив екологічних змін на економіку та розробляти ефективні стратегії розвитку. Багато країн, включаючи Україну, приймають стратегії і

політики, спрямовані на зниження впливу негативних екологічних факторів і підтримку сталого економічного зростання. Моделювання впливу еколого-економічних факторів допоможе розробити ефективні заходи для досягнення цих цілей. Впровадження науково обґрунтованих моделей дозволить державним органам і підприємствам приймати обґрунтовані рішення, які сприятимуть сталому економічному розвитку, знижуючи при цьому негативний вплив на навколишнє середовище. Результати моделювання впливу еколого-економічних факторів на зростання ВВП країни сприяють розробці науково обґрунтованих стратегій, які дозволять досягти балансу між економічними інтересами і збереженням навколишнього середовища, забезпечуючи стійке економічне зростання та підвищення якості життя населення.

1. Аверкіна М. Ф., Вальчук В. В. Забезпечення соціально-економічного розвитку міст. Ефективна економіка. 2019. № 4. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6976>
2. App P. Kinzig, Paul R. Ehrlich, Lee J. Alston, Kenneth Arrow, Scott Barrett Social Norms and Global Environmental Challenges: The Complex Interaction of Behaviors, Values, and Policy BioScience, Volume 63, Issue 3, 1 March 2013, P. 164-175
3. Баула О.В., Лютак О.М. Роль світових фінансових інституцій у детінізації глобальної економіки. Економічний форум. №2. 2023. с31-39. URL: <https://doi.org/10.36910/6775-2308-8559-2023-2-6>
4. Congjun Rao & Bangjie Yan Study on the interactive influence between economic growth and environmental pollution. Published: 10 July 2020 Volume 27, pages 39442–39465, (2020). URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-020-10017-6>
5. Гавриш О. А., Згуровський О. М., Кухарук А. Д., Скоробогатова Н. Є. Методичне забезпечення моделювання економічного розвитку країн світу. «Ефективна економіка». № 4, 2018. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6218>
6. «Зелені» інвестиції у сталому розвитку: світовий досвід та український контекст. Центр Разумкова. Київ : Заповіт, 2021. 316 с
7. Kozyk V., Liutak O., Lisovska L., Mrykhina O. and Novakivskiy I. The Impact Of Economic Entities' Innovative Activity On The Indicators Of Sustainable Development Of Ukraine. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 628 (2021) 012041 doi:10.1088/1755-1315/628/1/012041
8. Khan, S., Akbar, A., Nasim, I., Hedvi бковб, М., & Bashir, F. (2022). Green finance development and environmental sustainability: a panel data analysis. *Frontiers in Environmental Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.1039705>
9. Лебедева Л. В., Сорокіна А. О. Проблеми економічного зростання та його виміру в умовах інтенсифікації глобалізаційних процесів. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/2_2021/73.pdf
10. Liutak, O., Baula, O., & Tkachuk, A. (2023). Simulation of the influence of investment and innovation activities on ensuring the international competitiveness of countries. *Informatyka, Automatyka, Pomiaru W Gospodarce I Ochronie rodowiska*, 13(2), 86-92. URL: <https://doi.org/10.35784/iapgos.3470>
11. Muhammad Usman, Atif Jahanger, Muhammad Sohail, Amjad Makhdam, Daniel Balsalobre-Lorente de, Adnan Bashir How do financial development, energy consumption, natural resources, and globalization affect Arctic countries' economic growth and environmental quality? An advanced panel data simulation. URL: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.122515>
12. Тарасенко Д. Л. Моделювання еколого-економічних процесів для забезпечення ефективної соціальної політики у сталому регіональному зростанні. Економіка природокористування та охорони навколишнього середовища. Том 29 (68). № 5. 2018. С. 129–133.
13. The Organisation for Economic Co-operation and Development. URL: <https://www.oecd.org/>

1. Averkina M.F., Valchuk V.V. Ensuring social and economic development of cities. Efficient economy. 2019. No. 4. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6976>

2. Ann P. Kinzig, Paul R. Ehrlich, Lee J. Alston, Kenneth Arrow, Scott Barrett Social Norms and Global Environmental Challenges: The Complex Interaction of Behaviors, Values, and Policy *BioScience*, Volume 63, Issue 3, March 1, 2013 , P. 164-175
3. Baula O.V., Lyutak O.M. The role of world financial institutions in the detinization of the global economy. *Economic Forum*. No. 2. 2023. c31-39. URL: <https://doi.org/10.36910/6775-2308-8559-2023-2-6>
4. Congjun Rao & Bangjie Yan Study on the interactive influence between economic growth and environmental pollution. Published: 10 July 2020 Volume 27, pages 39442–39465, (2020). URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-020-10017-6>
5. Havrysh O. A., Zgurovskiy O. M., Kuharuk A. D., Skorobogatova N. E. Methodological support for modeling the economic development of countries of the world. "Efficient economy". No. 4, 2018. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6218>
6. "Green" investments in sustainable development: world experience and the Ukrainian context. Razumkov Center. Kyiv: Zapovit, 2021. 316 p
7. Kozyk V., Liutak O., Lisovska L., Mrykhina O. and Novakivskiy I. The Impact Of Economic Entities' Innovative Activity On The Indicators Of Sustainable Development Of Ukraine. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 628 (2021) 012041 doi:10.1088/1755-1315/628/1/012041
8. Khan, S., Akbar, A., Nasim, I., Hedvi бков6, M., & Bashir, F. (2022). Green finance development and environmental sustainability: a panel data analysis. *Frontiers in Environmental Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.1039705>
9. Lebedeva L.V., Sorokina A.O. Problems of economic growth and its measurement in conditions of intensification of globalization processes. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/2_2021/73.pdf
10. Liutak, O., Baula, O., & Tkachuk, A. (2023). Simulation of the influence of investment and innovation activities on ensuring the international competitiveness of countries. *Informatyka, Automatyka, Pomiarы W Gospodarce I Ochronie rodowiska*, 13(2), 86-92. URL: <https://doi.org/10.35784/iagpos.3470>
11. Muhammad Usman, Atif Jahanger, Muhammad Sohail, Amjad Makhdum, Daniel Balsalobre-Lorente de, Adnan Bashir How do financial development, energy consumption, natural resources, and globalization affect Arctic countries' economic growth and environmental quality? An advanced panel data simulation. URL: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.122515>
12. Tarasenko D. L. Modeling of ecological and economic processes to ensure effective social policy in sustainable regional growth. *Economics of nature use and environmental protection*. Volume 29 (68). No. 5. 2018. P. 129–133.
13. The Organization for Economic Co-operation and Development. URL: <https://www.oecd.org/>