

DOI: <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2025-55-49>

УДК 336.22:502.171]:330.3(477:4)

Бірюков Тимур Романович

аспірант, асистент кафедри підприємництва менеджменту організацій та логістики,
Запорізький національний університет
ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-8552-9944>

Павлюк Тетяна Сергіївна

кандидат економічних наук,
доцент кафедри підприємництва менеджменту організацій та логістики,
Запорізький національний університет
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7480-5475>

Полусмяк Юлія Ігорівна

кандидат економічних наук,
доцент кафедри підприємництва менеджменту організацій та логістики,
Запорізький національний університет
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7521-6418>

Шишкін Віктор Олександрович

кандидат економічних наук,
доцент кафедри підприємництва менеджменту організацій та логістики,
Запорізький національний університет
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8620-4722>

Tetiana Pavliuk, Tymur Biriukov, Viktor Shyshkin, Yuliia Polusmiak
Zaporizhzhia National University

ПОДАТКОВІ ІНСТРУМЕНТИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОСТІЙНОГО ВІДТВОРЕННЯ ПЕРЕДУМОВ МІНІМІЗАЦІЇ ЕНТРОПІЇ ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

TAX INSTRUMENTS IN ENSURING CONSTANT REPRODUCTION OF THE ECONOMIC PROCESSES ENTROPY PREMISES MINIMIZATION

Анотація. Стаття присвячена актуальним питанням пошуку ефективних інструментів забезпечення постійного відтворення передумов мінімізації ентропії економічних процесів. У статті досліджено сутність, зміст, а також здійснено огляд поглядів на розуміння ентропії в економічній теорії. Визначено передумови виникнення ентропії в економіці. Обґрунтовано необхідність впровадження економічної моделі орієнтованої на природозбереження та забезпечення постійного відтворення передумов мінімізації ентропії економічних процесів. Визначено, що найефективнішим економічним інструментом екологічної політики, який сприяє переходу до циркулярної економіки є екологічні податки та збори. Проведено аналіз ефективності застосування основних податкових інструментів націлених на стимулювання становлення циркулярної економічної моделі.

Ключові слова: ентропія, економічна теорія, підприємство, виробничий процес, управління відходами, енергозберігаючі технології, циркулярна економіка, логістична система, економічні інструменти, податкові інструменти, податковий менеджмент, екологічні податки, досвід країн ЄС, економіка, економічна безпека

Summary. The article is devoted to the study of effective instruments for ensuring constant reproduction of the economic process's entropy premises minimization. The paper examines the essence, content, and various views on the entropy interpretation in economic theory. The main prerequisites for the entropy emergence in the economy are determined. The necessity to implement an economic model focused on environmental conservation and ensuring of the constant reproduction of the economic processes entropy premises minimization is substantiated. The process of functioning of an organization as an open system is examined. Attention is focused on the irreversible energy and resources dissipation in economic processes, which leads to the need to increase input resources to maintain the previous level of production. It is determined that waste generated as a result of the economic activities of business entities is a physical manifestation of entropy in the economy. The essence and basic principles of the circular economic model are revealed. It is noted that waste recycling is a key element of this economic model. It is determined that the economic processes entropy can be minimized by a circular economic model implementation, since this model is focused on preventing the inevitable loss of valuable resources and reducing the need for primary raw materials. The main economic instruments for incentivizing of the transition from a linear model based on use and disposal to

a circular economy are studied. It is determined that the most effective economic instrument of state environmental policy that stimulates economic entities to minimize the negative impact on the environment and fosters the transition to a circular economy are environmental taxes. The main categories of current environmental taxes in EU countries are considered. It is established that the main part in the structure of tax revenues from eco-tax payments in EU countries forms energy taxes. The main methods of waste management system in EU countries are analyzed. It is determined that the use of such economic instruments as environmental taxes has allowed European countries to build a powerful waste management industry and significantly reduce a landfilling. An analysis of the effectiveness of the main tax instruments aimed at stimulating the formation of a circular economic model has been conducted.

Keywords: entropy, economics, enterprise, production process, waste management, energy-saving technologies, logistics system, circular economy, economic instruments, tax instruments, tax management, experience of EU countries, environmental taxes, economic security.

Постановка проблеми. Посилення антропогенного впливу на довкілля в результаті прогресивного розвитку світової економіки неминує веде до поступової деградації навколишнього природного середовища та його ресурсних компонентів. Будь-яке виробництво є необоротним процесом, який характеризується втратами корисної енергії та матеріалів, та призводить до необхідності збільшення вхідних ресурсів для підтримки попереднього рівня виробництва. Спроби повернути економічну системи в її попередній стан в кінцевому рахунку призводять до ще більшого збільшення загальної ентропії. Залежність життєзабезпечення людства від рівня забруднення довкілля висуває на перший план завдання пошуку економічної моделі орієнтованої на природозбереження та забезпечення постійного відтворення передумов мінімізації ентропії економічних процесів. Такою моделлю є циркулярна економіка. Циркулярна економічна модель запобігає неминучій втраті цінних ресурсів через продовження життєвого циклу продуктів та матеріалів за рахунок їхнього повторного використання, ремонту, відновлення та переробки, скорочення утворення відходів, та зниження потреби у первинній сировині. Тому дослідження ефективних інструментів впровадження циркулярної економічної моделі є своєчасним та актуальним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Визначенню сутності та трактуванню терміну «ентропія» в економіці присвячено праці багатьох вітчизняних та зарубіжних науковців, зокрема японського науковця Козо Маюмі [1], та британських дослідників, Кокшотта П. та Райта І. [2], які пропонують трактувати досліджуване поняття, як кількісний показник безладу, міру зайвої роботи у досягненні поставленої мети, частину некорисних побічних процесів або явищ, супроводжуючих яку-небудь діяльність. На думку вітчизняних науковців Янковського Н.А., Макогон Ю.В. та Рябчина А.М. [3] ентропійний закон зв'язаний з економічною системою характеризує міру господарського порядку – безладу за часовий цикл взаємодії через стабільні та дестабілізовані режими економічного обміну, що реалізуються. Чаленко О.Ю. [4] у своїй праці присвяченій самоорганізації, та ентропії в природі та економіці наводить таке визначення досліджуваного

поняття: «міру незворотної дисипації енергії, її втрати, розсіювання в навколишній простір при переході від збудженого до термодинамічно рівноважного стану». Шарапов О.Д., Дербенцев В.Д. та Семьонов Д.Є. [5] у своїй роботі, присвяченій дослідженню економічної кібернетики, розглядають ентропію з точки зору теорії інформації. Автори пропонують визначити досліджуване поняття як кількісну міру невизначеності ситуації або події. Інші вітчизняні науковці, зокрема Л.Н. Беркман, Л.О. Комарова та О.І. Чумак [6], у своїх дослідженнях присвячених основним поняттям та теоремам теорії інформації визначають ентропію, як міру неупорядкованості, хаосу або невизначеності системи. Схожого визначення дотримується Лійв Е.Х. [7], який трактує даний термін як показник невизначеності, безладу, розмаїття, хаосу, нерівноважності у системі.

Разом із тим, попри вагомий внесок у дослідження сутності поняття ентропії, вітчизняні та зарубіжні науковці у своїх наукових працях не надають загальноприйнятого визначення терміну «ентропія» з економічної точки зору, тому постає питання у визначенні цієї категорії з метою більш глибокого розуміння процесів, що відбуваються в економічних системах.

Мета статті – аналіз практики функціонування податкових інструментів впровадження циркулярної економіки для відтворення передумов мінімізації ентропії економічних процесів.

Викладення основного матеріалу дослідження. Застосування термінів природничих наук в економіці є поширеною практикою, що сприяє більш глибокому розумінню економічних процесів. Так поняття ентропії, що традиційно використовується в фізиці та термодинаміці отримало широке застосування в економічній теорії для аналізу складності та невизначеності економічних систем. Такий підхід дозволяє уявити економіку як складну, динамічну систему, яка функціонує за певними законами та принципами.

Поняття ентропії, як фізичної величини, було вперше введено німецьким фізиком Рудольфом Клаузіусом у 1865 році. На думку вченого ентропія – це функція стану термодинамічної системи, яка характеризує ступінь неупорядкованості або розсіювання енергії в системі [8]. За своєю сутністю ентропія є універсальним теоретичним

поняттям, що носить міждисциплінарний характер та має широке застосування в різних галузях знань. Так в різних контекстах ентропія виражає міру неупорядкованості, невизначеності або розсіювання та має важливе значення для розуміння фізичних процесів, інформаційних систем та економічних явищ (табл. 1).

Так поняття ентропії в економіці аналогічно поняттю ентропії в термодинаміці та теорії інформації, та відображає ступінь неупорядкованості, хаосу або невизначеності в системі, а також розсіювання енергії (табл. 1).

В економіку поняття ентропії вперше було введено румунським економістом, професором університету Вандербілта Ніколасом Джорджеску-Регеном, який використав цей термін у своїй книзі «Закон ентропії та економічний процес» та заклав основи нової галузі економічної науки – екологічної економіки [11]. Вчений одним із перших проаналізував господарську активність з точки зору породжуваної нею неупорядкованої енергії. В своїй роботі автор зазначає, що економічна діяльність, як і всі процеси у природі, підпорядковується закону ентропії, згідно з яким будь-яка ізольована система з часом приходить до стану рівноваги, втрачаючи свою здатність виконувати корисну роботу. З економічної точки зору це означає, що будь-які процеси, пов'язані із споживанням ресурсів та генерацією відходів, збільшують ентропію системи, що негативно позначається на довкіллі та призводить до виснаження ресурсів. Ентропія в контексті його наукових праць відображає незворотне розсіювання енергії та ресурсів в економічних процесах, що має прямі наслідки для довкілля.

Ентропія виникає через те, що в природі не існує абсолютно ізольованих систем. Усі природні системи так чи інакше взаємодіють з навколишнім середовищем, обмінюючись енергією та

речовиною. В будь-якій системі, навіть якщо вона здається ізольованою, завжди відбуваються процеси розсіювання енергії, втрати інформації та ресурсів, а також збільшення хаосу та неупорядкованості.

Сучасне виробництво – це відкрита система, що перебуває в стані постійної взаємодії зі своїм навколишнім середовищем у формі обміну інформацією, енергією або матеріального трансферу. Вся маса матеріалів, що надходить в систему із зовнішнього середовища, проходить один або декілька етапів обробки, а потім виходить із системи у вигляді кінцевого продукту. Поряд з ним на всіх етапах обробки з системи викидаються відходи (рис. 1).

Утворення відходів в процесі економічної діяльності означає, що корисні ресурси замість їхнього перетворення на цінні продукти або послуги, були втрачені та розсіяні. Таким чином відходи є фізичним проявом ентропії в економіці, оскільки вони являють собою невикористані ресурси, енергію та інформацію, що перейшли в стан непридатний для подальшого використання у виробничому процесі. Чим більше відходів утворюється в економічній системі, ти вищою є її ентропія. Високий показник ентропії економічної системи свідчить про неефективне використання ресурсів, низький рівень переробки та як наслідок необхідність збільшення вхідних ресурсів для підтримки попереднього рівня виробництва. Таким чином будь-яка економічна діяльність неминуче призводить до збільшення ентропії в природі, через виснаження ресурсів та забруднення навколишнього природного середовища утвореними відходами.

Повністю виключити ентропію в економіці неможливо, оскільки економічна система є складною системою з великою кількістю взаємопов'язаних елементів, яка постійно підда-

Таблиця 1 – Аналіз підходів до визначення поняття ентропії

Автор, джерело	Визначення	Область застосування
Клаузіус Р. [9]	функція стану термодинамічної системи, яка характеризує ступінь неупорядкованості або розсіювання енергії в системі	Фізика (термодинаміка)
Великий тлумачний словник сучасної української мови [10]	функція стану термодинамічної системи, яка характеризує розсіювання енергії, зумовлене перетворюванням усіх видів її на теплову і рівномірним розподілом тепла між тілами	Фізика (термодинаміка)
Чумак О.В. [6]	міра неупорядкованості, хаосу або невизначеності системи	Теорія інформації
Шарапов О.Д., Дербенцев В.Д., Семьонов Д.С. [5]	кількісна міра невизначеності ситуації або події	Теорія інформації
Кокшотт П., Райт І. [2]	кількісний показник безладу, міра зайвої роботи у досягненні поставленої мети, частина некорисних побічних процесів або явищ, супроводжуючих яку-небудь діяльність	Економічна теорія
Лійв Е.Х. [7]	показник невизначеності, безладу, розмаїття, хаоса, нерівноважності у системі	Теорія інформації

Джерело: власне дослідження

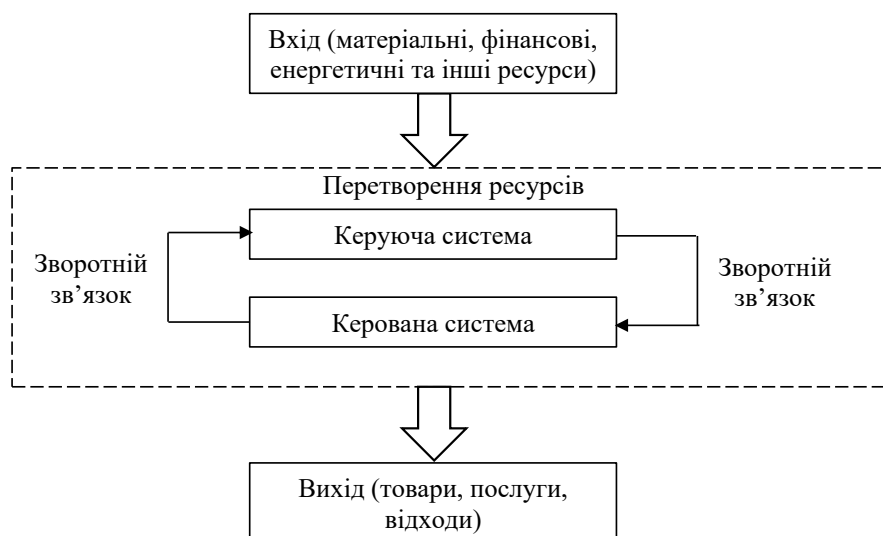


Рисунок 1 – Процес функціонування організації як відкритої системи

Джерело: [12]

ється впливу зовнішніх факторів та внутрішніх процесів. Економічна система за своєю природою схильна до хаосу, непередбачуваності та деградації, подібно до фізичних систем, де ентропія має тенденцію до збільшення. Проте ентропію економічних процесів можна мінімізувати через впровадження економічної моделі зорієнтованої на запобігання неминучій втраті цінних ресурсів та зниження необхідності у первинній сировині.

Якщо виключити дисипацію енергії, то можна досягти максимальної ефективності. Проте це можливо тільки в таких системах, де енергія не виходить назовні та не розсіюється, а отже її втрати є мінімальними. Пошук механізмів та інструментів забезпечення постійного відтворення передумов мінімізації ентропії економічних процесів передбачає циркулярна економічна модель.

Циркулярність – це економічна модель, що представляє сталий розвиток як перехід від лінійної моделі, що базується на використанні й утилізації, до моделі, в якій термін служби продуктів – максимально можливий, а матеріали та відходи мінімізуються у замкнутих циклах [13]. Циркулярній моделі властивий відновний та замкнутий характер економіки [14]. Такий підхід сприяє використанню меншої кількості ресурсів для виробництва того ж обсягу продукції, що й у лінійній економіці, за рахунок повторного використання, відновлення та переробки матеріалів та продуктів, а також мінімізації забруднення довкілля відходами утвореними внаслідок господарської діяльності підприємств (рис. 2).

Циркулярна економіка може існувати виключно на основі формування замкнених ланцюгів постачання, зорієнтованих на відновлення доданої вартості продукції, шляхом повернення відхо-

дів з кінця ланцюга постачання на його початок (рис. 2). Головним інструментом для реалізації принципів циркулярної економіки виступає реверсивна логістика, яка являє собою процес планування, організації та контролю логістичних товаропотоків, повернених зі сфери обігу та споживання до першоджерела з метою відновлення їхньої економічної та екологічної цінності та мінімізації обсягів утворення відходів.

Перероблення є ключовим елементом циркулярної економіки. В результаті перероблення відходи перетворюються на вторинну сировину або готову продукцію, що сприяє збереженню природних ресурсів та допомагає скоротити обсяг утворення відходів. Таким чином циркулярна економічна модель враховує перший закон термодинаміки, закон збереження енергії, який стверджує, що енергія не створюється і не зникає, а лише перетворюється з однієї форми в іншу. У циркулярній економіці це означає, що відходи одного процесу можуть бути використані як ресурси для іншого, зменшуючи потребу в нових матеріалах та енергії. Це відповідає принципу збереження енергії, оскільки уникнення утворення нових відходів та їх рециклінг потребує менше енергії, аніж виробництво з первинної сировини. Циркулярна економічна модель також враховує другий закон термодинаміки, за яким у будь-якій замкненій системі всі види енергії мають тенденцію поступово перетворюватись на теплоту та розсіюватися. Так в економічній системі ентропія, як міра хаосу та розсіювання енергії, завжди зростає. У результаті дії цього закону утворюється особлива річ – відходи. У циркулярній економіці це виклик, який висуває на перший план завдання пошуку інструментів підвищення ефективності економічних процесів та мінімізації утворення

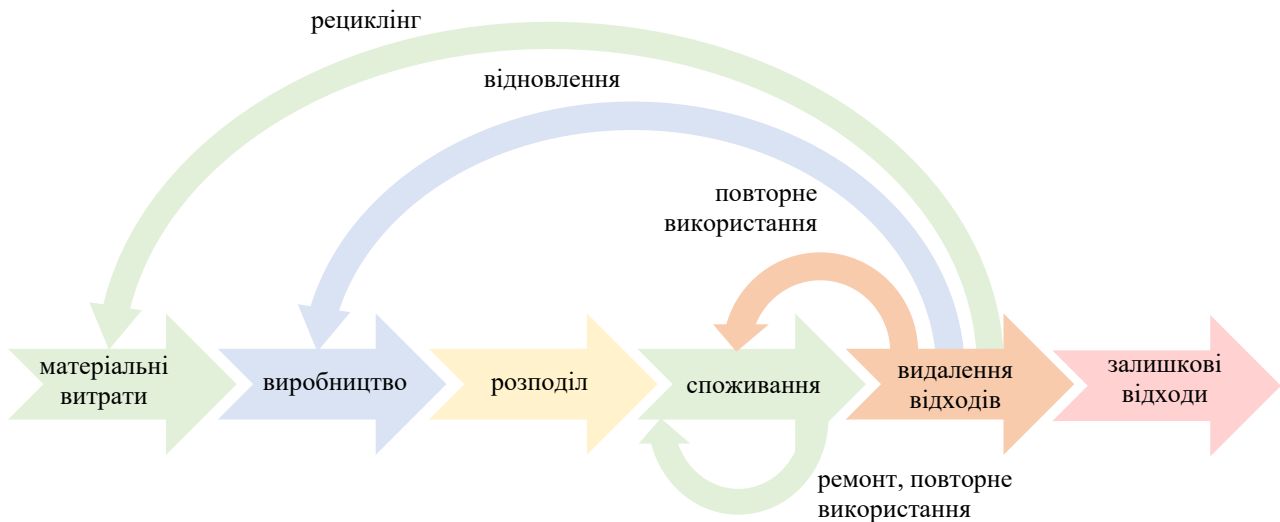


Рисунок 2 – Структурна схема циркулярної економічної моделі

Джерело: складено автором за даними джерел [15; 16]

відходів, оскільки будь-яке виробництво, навіть у циркулярній моделі, неминуче супроводжується втратами енергії.

Одним із найважливіших засобів стимулювання переходу до циркулярної економіки є використання економічного інструментарію, який можна поділити на інструменти стимулювання та стримування (рис. 3).

Одним із найефективніших економічних інструментів, екологічної політики, який стимулює суб'єкти господарської діяльності до мінімізації негативного впливу на довкілля та сприяє переходу до циркулярної економіки є екологічні податки та збори (рис. 3). Екологічний податок являє собою обов'язковий платіж, що сплачується з фактичних обсягів різних викидів, скидів, розміщення відходів у довкіллі [19]. Проаналізуємо

систему екологічного оподаткування в країнах-членах ЄС. Податки на навколишнє природне середовище в країнах ЄС класифікуються за видами об'єкта оподаткування на такі групи:

- 1) податки на енергію (Energy Tax);
- 2) транспортні податки (Transport Tax);
- 3) податки на забруднення навколишнього природного середовища (Pollution Tax);
- 4) податки на ресурси (Resource Tax).

За даними Євростату за результатами 2023 року надходження від досліджуваних податків в 27 країнах ЄС склали 341,5 мільярдів євро, що становить 2% ВВП та 5,1% від всіх податкових надходжень та соціальних внесків до загального бюджету (рис. 4).

З рис. 4 видно, що за період 2014–2023 рр. обсяг надходжень від екологічних податків в ЄС

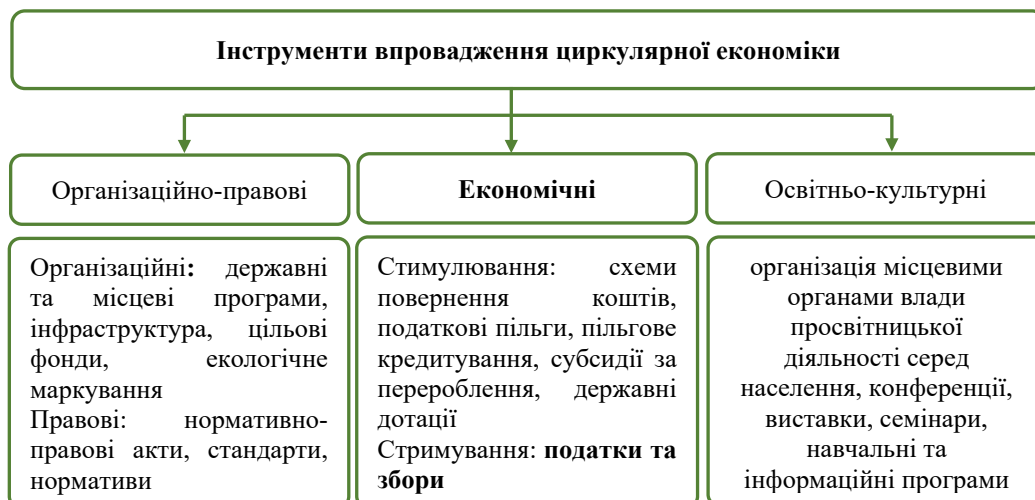


Рисунок 3 – Класифікація інструментів впровадження циркулярної економічної моделі

Джерело: складено автором за даними джерела [17; 18]

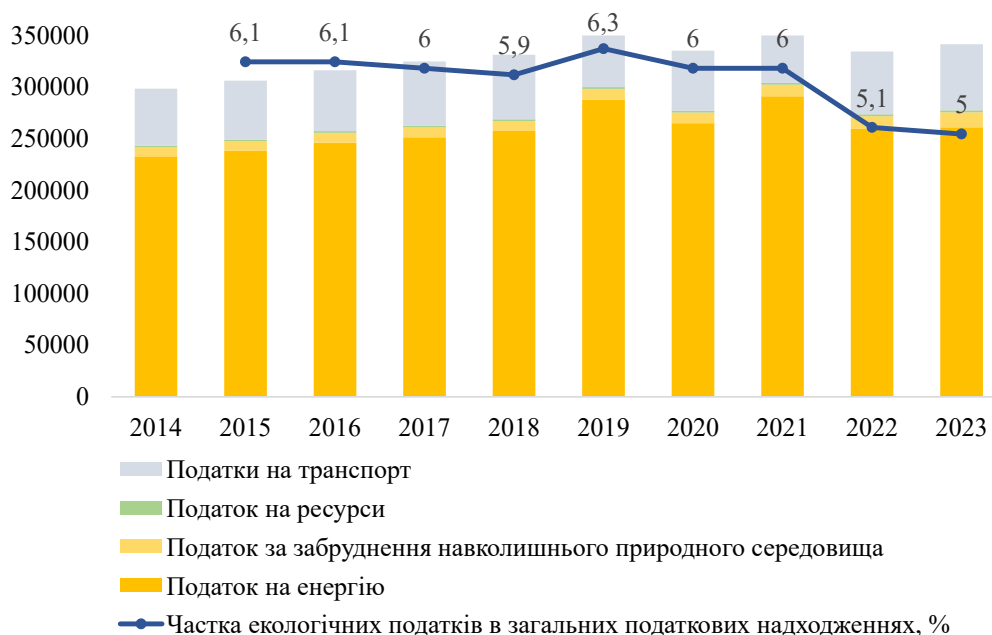


Рисунок 4 – Структура загального доходу від сплат екологічного податку за видами податку в країнах ЄС в динаміці за останні 10 років, млн євро

Джерело: складено автором за оперативними даними статистичної служби Європейського союзу [20]

збільшилися на 12,6%. Якщо розглядати тенденцію надходжень від екологічних податків по відношенню до всіх податкових надходжень та соціальних внесків, то попри тенденцію до збільшення номінальної величини надходжень від екологічних податків, їхня частка в досліджуваній період скоротилась з 6,1% до 5%. Падіння частки надходжень від екологічних податків в загальній структурі податкових надходжень та соціальних внесків в 2023 році спостерігається у Болгарії (11,2%), Греції (10,1%), Хорватії (8,8%), Латвії (7,3%), Нідерландах (7,2%), Словенії (7,6%) та Польщі (7,1%).

Основну частину в структурі податкових надходжень від сплат екоподатку в країнах ЄС складають податки на енергію, частка яких в 2023 році становила 76,5%, транспортні податки є другими за обсягом надходжень в загальних доходах від екологічного оподаткування, їх частка склала – 18,7%. Податки на ресурси та податки на забруднення навколишнього природного середовища, як правило, аналізуються разом з огляду на їх незначну частку в загальному обсязі надходжень від екологічного оподаткування – 0,6% та 4,2% відповідно.

Застосування таких ефективних економічних інструментів як екологічні податки та збори дозво-

лило країнам ЄС побудувати потужну індустрію переробки відходів та значно скоротити розміщення сміття на полігонах, що є нераціональним способом управління відходами, оскільки такі операції збільшують антропогенне навантаження на довкілля (рис. 5).

Найефективнішим інструментом стимулювання розвитку смітєпереробної індустрії є додатковий збір на захоронення відходів. Так податок за захоронення відходів на полігонах застосовується урядами 23 країнах-членів ЄС, а також Швейцарії та Великої Британії. Такі європейські країни як Нідерланди, Швейцарія, Швеція та Данія практично відмовилися від розміщення відходів на полігонах, а основними способами управління відходами обрали рециклінг та спалювання з метою отримання енергії (рис. 5).

Для більш наглядного аналізу та визначення сутності податкових інструментів впровадження циркулярної економічної моделі зведемо дані в таблицю.

Так через збільшення ціни товарів та послуг, виробництво яких пов'язано із негативним впливом на навколишнє природне середовище, екологічні податки впливають на поведінку споживача, стимулюючи його до вибору більш стійких альтернатив або скорочення споживання, що в свою чергу знижує рівень навантаження на довкілля. А завдяки збільшенню витрат підприємств, пов'язаних із екологічно небезпечними видами діяльності, екоподаток виконує роль засобу економічного стимулювання суб'єктів підприємницької діяльності до запровадження маловідходних

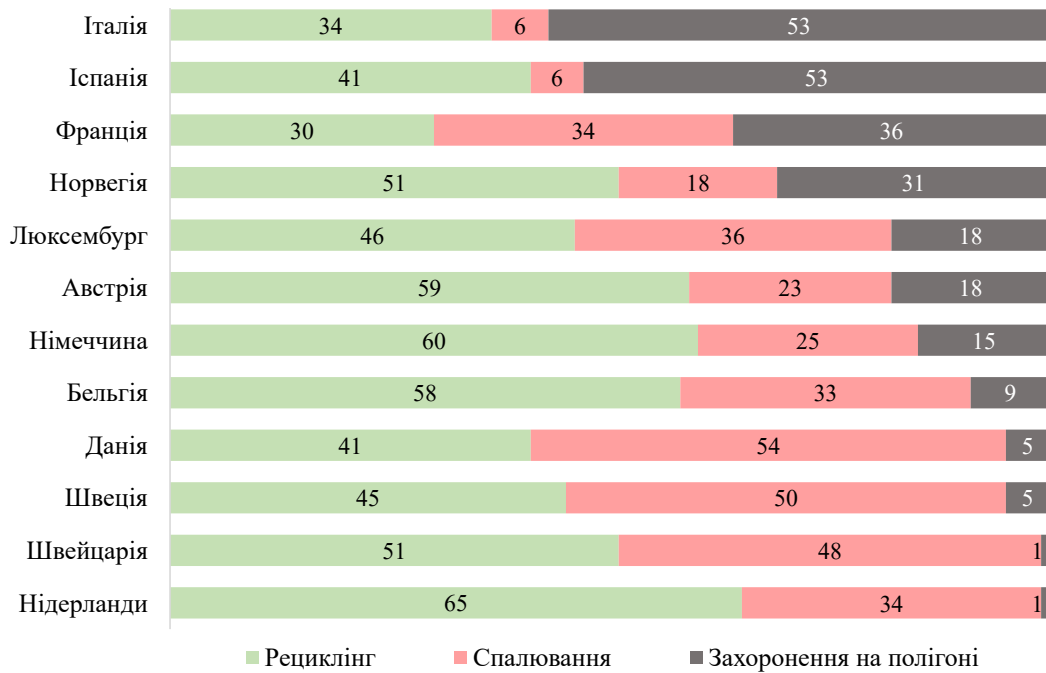


Рисунок 5 – Основні способи управління відходами в країнах ЄС в 2023 році, %

Джерело: складено автором за оперативними даними статистичної служби Європейського союзу [21]

Таблиця 2 – Основні податкові інструменти впровадження циркулярної економічної моделі

Назва інструменту	Механізм дії
Податки на енергію	підвищення вартості викопного палива та інших невідновлювальних джерел енергії створює економічні стимули для суб'єктів господарської діяльності та споживачів до більш ефективного використання ресурсів та знижує залежність від первинних матеріалів, що в свою чергу, знижує енергоємність виробництва та обсяги генерації відходів; доходи від податку на енергію можуть бути реінвестовані в розвиток відновлювальних джерел енергії, що сприяє переходу до циркулярної економіки
Транспортні податки	через диференціацію податкових ставок за віком й екологічними характеристиками транспортних засобів, податок сприяє більш економічному використанню транспортних засобів, переходу на більш стійкі та ресурсозберігаючі види транспорту, а також мінімізації забруднення атмосферного повітря
Податок на забруднення	аккумуляція коштів для фінансування заходів, спрямованих на компенсацію шкоди нанесеної довкіллю та корекції негативних зовнішніх ефектів, стимулювання підприємств до запровадження маловідходних, енерго- і ресурсозберігаючих технологій виробництва за рахунок впливу на екологічно небезпечні види діяльності та продукцію
Податок на захоронення відходів на полігонах, залежно від виду відходів та класу полігону (landfill tax)	створення економічних стимулів для запровадження підприємствами маловідходних, енерго- і ресурсозберігаючих технологій; зниження техногенного впливу відходів на довкілля; стимулювання перероблення
Податки на ресурси	підвищення вартості природних ресурсів робить використання вторинних матеріалів більш економічно вигідним та стимулює підприємства до запровадження технологій спрямованих на підвищення ефективності використання матеріалів; створення ринкових умов, за яких відходи розглядаються як цінний ресурс, що стимулює розвиток індустрії переробки відходів
Податкові пільги	отримання виробниками, які орієнтовані на циркулярне виробництво та здійснюють капіталовкладення для зменшення негативного впливу своєї діяльності на довкілля; стимулювання повторного використання за рахунок надання податкових пільг та субсидій підприємствам, що здійснюють ремонт, відновленням та повторним використанням продукції

Джерело: складено автором за даними [22]

і безвідходних, ресурсо- і енергозберігаючих технологій виробництва. Таким чином екологічні податки через стимулювання суб'єктів господарювання до скорочення забруднення навколишнього середовища та споживання природних ресурсів, упорядковують економічну діяльність та зменшують негативний вплив на довкілля, а отже виступають опосередкованим фактором зниження ентропії економічних процесів.

Висновки. Будь-яка економічна діяльність є необоротним процесом, тобто призводить до втрат корисної енергії та матеріалів, а отже неминує супроводжуватися утворенням відходів. Відходи є фізичним проявом ентропії економічних процесів – тенденції системи до розсіювання, зниження впорядкованості та корисності. Одним із найбільш ефективних та стійких підходів до постійного відтворення передумов мінімізації ентропії економічних процесів є впровадження циркулярної економічної моделі.

Пріоритетним питанням для циркулярної економіки є підтримка максимально довгого життєвого циклу та цінності ресурсів, а також мініміза-

ція відходів, у тому числі попередження їхнього утворення. Таким чином перехід на циркулярну економічну модель призводить до більш впорядкованої та організованої економічної системи, де ресурси використовуються раціонально, а процеси відбуваються більш ефективно, що зменшує загальний рівень хаосу та невизначеності, а отже уповільнює зростання ентропії в економічній системі.

Одним із найважливіших засобів стимулювання впровадження економіки замкненого циклу є використання економічного інструментарію, зокрема, екологічних податків та зборів. Застосування екологічних податків дозволило країнам ЄС побудувати потужну індустрію переробки відходів та значно скоротити розміщення сміття на полігонах. За рахунок збільшення витрат підприємств, пов'язаних із екологічно небезпечними видами діяльності, екоподаток виконує роль засобу економічного стимулювання суб'єктів підприємницької діяльності до запровадження маловідходних і безвідходних, ресурсо- і енергозберігаючих технологій виробництва та сприяють переходу до циркулярної економічної моделі.

Список використаних джерел:

1. Mayumi K. *The Origins of Ecological Economics: The Bioeconomics of Georgescu-Roegen*. L., N.-Y. : Routledge, 2001. 161 p.
2. Cockshott P., Wright I. Entropy and econophysics. *The European Physical Journal Special Topics*. 2016. Vol. 225. P. 3091–3104
3. Янковський Н.А., Макогон Ю.В., Рябчин А.М. Інноваційні та класичні теорії катастроф та екологічних криз: монографія / за ред. Макогона Ю.В. Донецьк : ДонНУ, 2009. 331 с.
4. Chalenko A. Y. Self-organization, entropy in nature and economics. *Наука та інновації*. 2013. Т. 9. № 4. P. 13-24.
5. Шарапов О.Д., Дербенцев В.Д., Семьонов Д.С. Економічна кібернетика: навчальний посібник. Київ : КНЕУ, 2004. С. 231.
6. Беркман Л.Н., Комарова Л.О., Чумак О.І. Основні поняття та теореми теорії інформації: навчальний посібник. Київ: Державний університет телекомунікацій, 2015. С. 91.
7. Лійв Е.Х. Інфодинаміка. Узагальнена ентропія та негентропія. Таллінн, 1998. С. 200.
8. Cropper W. H. *The Road to Entropy Rudolf Clausius. Great Physicists: The Life and Times of Leading Physicists from Galileo to Hawking*. Oxford University Press, 2004. P. 93-105.
9. Clausius, R. *The Mechanical Theory of Heat – with its Applications to the Steam Engine and to Physical Properties of Bodies*. London: John van Voorst, 1867. P. 376.
10. Бусел В.Т. Великий тлумачний словник сучасної української мови. Київ, Ірпінь: ВТФ 'Перун', 2003.
11. Georgescu-Roegen N. *The entropy law and the economic process*. Cambridge: *Harvard University Press*, 1971. 457.
12. Бухаріна Л., Бірюков Т., Павлов О. (2025) Механізми переходу національної економіки на циркулярну модель розвитку в умовах інтеграції України в європейський економічний простір: податковий та регуляторний аспекти, *Менеджмент та підприємництво: тренди розвитку*. 2025. Вип. 2(32). С. 10-33. DOI: <https://doi.org/10.26661/2522-1566/2025-2/32-01>.
13. Шебанін В.С., Решетілов Г.О. Циркулярна економіка регіону: теоретичний аспект. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2021. Вип. 4. С. 4–13. DOI: <https://doi.org/10.31521/2313-092X/2021-4> (112)
14. Сергієнко-Бердюкова Л.В. Передумови формування та впровадження концепції циркулярної економіки. *Проблеми, теорії та методології бухгалтерського обліку, контролю і аналізу*. 2015. Вип. 3. С. 327-350. DOI: [https://doi.org/10.26642/pbo-2015-3\(33\)-327-352](https://doi.org/10.26642/pbo-2015-3(33)-327-352)
15. Official page of United Nations Development Programme. Circular economy action plan (CEAP). URL: https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2022-08/2%20FINAL_Tree_Circular_economy_action_plan_297x210mm_4%2B4_web_180822.pdf (дата звернення: 27.07.2025)
16. Official web-page of global impact organisation 'Circle Economy Foundation'. We need an economic system that ensures the planet and all living beings can thrive. URL: <https://www.circle-economy.com> (дата звернення: 27.07.2025).
17. Official page of United Nations Development Programme. Circular economy action plan (CEAP). Available at: https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2022-08/2%20FINAL_Tree_Circular_economy_action_plan_297x210mm_4%2B4_web_180822.pdf (дата звернення: 27.07.2025)

18. Official page of United Nations Development Programme. Circular economy action plan (CEAP). Available at: https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2022-08/2%20FINAL_Tree_Circular_economy_action_plan_297x210mm_4%2B4_web_180822.pdf (дата звернення: 27.07.2025).
19. Податковий кодекс України: Закон України від 06.10.2022 р. № 2654-IX. Відомості Верховної Ради України. 2011. № 13-17. Ст. 112. URL: <https://tax.gov.ua/nk/rozdil-viii--ekologichniy-poda/> (дата звернення: 27.07.2025).
20. Eurostat. Environmental taxes by economic activity. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_ac_taxind2/default/table?lang=en (дата звернення: 27.07.2025).
21. Eurostat. Treatment of waste by waste category, hazardousness and waste management operations. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_wastr/default/table?lang=en (дата звернення: 30.07.2025).
22. Булавинець В. М. Екологічне оподаткування як інструмент 'зелених' фінансів *Ефективна економіка*. 2020. Вип. 12. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek_2020_12_68 (дата звернення: 30.07.2025).

References:

1. Mayumi K. (2001). *The Origins of Ecological Economics: The Bioeconomics of Georgescu-Roegen*. L., N.-Y.: Routledge, 161 p.
2. Cockshott P., Wright I. (2016). Entropy and econophysics. *The European Physical Journal Special Topics*, vol. 225, pp. 3091-3104.
3. Yankovsky N.A., Makogon Y.V., Ryabchyn A.M. (2009). *Innovatsiyini ta klasychni teoriiy katastrofta ekonomichnykh kryz: monohrafiya* [Innovative and classical theories of disasters and economic crises: monograph]. Donetsk: DonNU, 331 p. (in Ukrainian)
4. Chalenko O. YU. (2013). Samoorganizatsiya, entropiya v pryrodі ta ekonomitsi [Self-organization, entropy in nature and economics]. *Nauka ta innovatsiyi*, vol. 9, no. 4, pp. 13-24. (in Ukrainian)
5. Sharapov O.D., Derbentsev V.D., Sem'onov D.YE. (2004). *Ekonomichna kibernetyka: navchal'nyy posibnyk* [Economic Cybernetics: Textbook]. Kyiv: KNEU, p. 231. (in Ukrainian)
6. Berkman L.N., Komarova L.O., Chumak O.I. (2015) *Osnovni ponyattya ta teoremy teoriiy informatsiyi* [Basic Concepts and Theorems of Information Theory Kyiv: Derzhavnyi universytet telekomunikatsii, p. 91. (in Ukrainian)
7. Liyv E.KH. (1998). *Infodynamika. Uzahal'na entropiya ta nehentropiya* [Generalized entropy and negentropy]. Tallinn, p. 200. (in Ukrainian)
8. Cropper W.H. (2004). 'The Road to Entropy Rudolf Clausius'. *Great Physicists: The Life and Times of Leading Physicists from Galileo to Hawking*. Oxford University Press, pp. 93-105.
9. Clausius R. (1867). *The Mechanical Theory of Heat – with its Applications to the Steam Engine and to Physical Properties of Bodies*. London: John van Voorst, p. 376.
10. Busel V.T. (2003). *Velykyy tлумachnyy slovnyk suchasnoyi ukrayins'koyi movy* [Large Explanatory Dictionary of the Modern Ukrainian Language]. Kyiv, Irpin: VTF 'Perun'.
11. Georgescu-Roegen N. (1971) *The entropy law and the economic process*. Cambridge: Harvard University Press, p. 457.
12. Bukharina L., Biriukov T., Pavlov O. (2025). Mekhanizmy perekhodu natsional'noyi ekonomiky na tsyrkulyarnu model' rozvytku v umovakh intehratsiyi Ukrayiny v yevropeys'kyy ekonomichnyy prostir: podatkovyy ta rehulyatornyy aspekty [Mechanisms of the national economy transition to a circular model of development in the conditions of Ukraine's integration into the European economic area: tax and regulatory aspects]. *Menedzhment ta pidpriemnytstvo: trendy rozvytku*, vol. 2(32), pp. 10-33. DOI: <https://doi.org/10.26661/2522-1566/2025-2/32-01>. (in Ukrainian)
13. Shebanin V.S., Reshetilov H.O. (2021) *Tsyrkulyarna ekonomika rehionu: teoretychnyy aspekt* [Circular economy of the region: theoretical aspect]. *Visnyk ahrarnoyi nauky Prychornomorya*, vol. 4., pp. 4-13. DOI: <https://doi.org/10.31521/2313-092X/2021-4> (112) (in Ukrainian)
14. Serhiyenko-Berdyukova L.V. (2015) *Peredumovy formuvannya ta vprovadzhennya kontseptsiyi tsyrkulyarnoyi ekonomiky* [Prerequisites for the formation and implementation of the concept of a circular economy]. *Problemy, teoriiy ta metodolohiyi bukhhalters'koho obliku, kontrolyu i analizu*, vol. 3. pp. 327-350. DOI: [https://doi.org/10.26642/pbo-2015-3\(33\)-327-352](https://doi.org/10.26642/pbo-2015-3(33)-327-352) (in Ukrainian)
15. Official page of United Nations Development Programme. Circular economy action plan (CEAP). Available at: https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2022-08/2%20FINAL_Tree_Circular_economy_action_plan_297x210mm_4%2B4_web_180822.pdf
16. Official web-page of global impact organisation 'Circle Economy Foundation'. We need an economic system that ensures the planet and all living beings can thrive. Available at: <https://www.circle-economy.com>
17. Official page of United Nations Development Programme. Circular economy action plan (CEAP). Available at: https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2022-08/2%20FINAL_Tree_Circular_economy_action_plan_297x210mm_4%2B4_web_180822.pdf
18. Official page of United Nations Development Programme. Circular economy action plan (CEAP). Available at: https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2022-08/2%20FINAL_Tree_Circular_economy_action_plan_297x210mm_4%2B4_web_180822.pdf
19. Podatkoviy kodeks Ukrainy: Zakon Ukrainy vid 06.10.2022 r. № 2654-IX. Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy. 2011. № 13-17. St. 112 [Tax Code of Ukraine: Law of Ukraine dated 06.10.2022 No. 2654-IX. Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine. 2011. No. 13-17. Art. 112]. Available at: <https://tax.gov.ua/nk/rozdil-viii--ekologichniy-poda/> (in Ukrainian)

20. Eurostat. Environmental taxes by economic activity. Available at: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_ac_taxind2/default/table?lang=en
21. Eurostat. Treatment of waste by waste category, hazardousness and waste management operations. Available at: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_wastrt/default/table?lang=en
22. Bulavynets V. M. (2020) Ekolohichne opodatkuvannya yak instrument "zelenykh" finansiv [Environmental taxation as a tool of "green" finance]. *Efektivna ekonomika*, vol. 12. Available at: http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/12_2020/118.pdf (in Ukrainian)

Стаття надійшла до редакції 04.08.2025