UDC classification: 330.36.012+330.46

JEL Classification: C51, C62, D15

Модельна оцінка результативності інноваційної діяльності економічного суб'єкту в контексті сталого розвитку (на прикладі домогосподарства)

Р. Іванов[‡],
Т. Гринько[#]

Мета роботи: Розробити модель формування економічної поведінки домогосподарств в умовах балансу доходів і витрат, яка дозволяє провести якісну оцінку впливу інноваційної діяльності домогосподарства на процеси сталого розвитку.

Результати дослідження: У статті розвинено концепцію сталого розвитку та на основі моделі, побудованої у просторі станів, уперше запропоновано конструкт, який отримав назву «активний економічний диполь». За його допомогою аналітично доведено, що інноваційна діяльність домогосподарств позитивно впливає як на їх сталий розвиток, так і на сталий розвиток економічної системи в цілому.

Практичне значення дослідження: Запропонований підхід може бути використаний для якісної оцінки ефективності діяльності економічних суб'єктів в умовах збалансованої циркуляції ресурсів в контексті сталого розвитку.

Оригінальність / Цінність дослідження: Авторська модель оцінки інноваційної діяльності домогосподарств оригінальна. Модель не має аналогів у науковій літературі досліджуваної предметної області.

Обмеження досліджень / Перспективи подальших досліджень: Дослідження пропонує узагальнену модель без повного опису розмірності її складових та процедури визначення вхідних параметрів. Такий опис та його застосування визначають потенційні напрямки подальших досліджень.

Тип статті: Теоретичний.

Ключові слова: домогосподарство, інноваційна діяльність, сталий розвиток, активний економічний диполь, простір станів.

[‡]Роман В. Іванов,
доктор економічних наук, доцент,
завідувач кафедри економічної кібернетики,
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара,
Україна,
e-mail: romanivanov1926@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0003-2086-5004>

[#]Тетяна В. Гринько,
доктор економічних наук, професор,
деканка факультету економіки,
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара,
Україна,
e-mail: greisy25@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0002-7882-4523>

Reference to this paper should be made as follows:

Ivanov, R. V., & Grynk, T. V. (2021). Model Assessment of the Effectiveness of Innovative Activities of a Economic Subject in the Context of Sustainable Development (Using the Example of a Household). *European Journal of Management Issues*, 29(4). 192-199. doi.org/10.15421/192118. (in Ukrainain).

Model Assessment of the Effectiveness of Innovative Activities of a Economic Subject in the Context of Sustainable Development (Using the Example of a Household)

Roman V. Ivanov[‡],
Tetiana V. Grynko[‡]

[‡]Oles Honchar Dnipro National University, Ukraine

Purpose: To develop a model for the formation of economic behavior of households in the conditions of a balance of income and expenses, which allows for a qualitative assessment of the impact of innovation activities of a household on sustainable development processes.

Findings: The article develops the concept of sustainable development and, on the basis of a model built in the space of states, for the first time proposes a construct, which is called the "active economic dipole". With its help, it is analytically proved that the innovative activity of households has a positive effect on both their sustainable development and the sustainable development of the economic system as a whole.

Practical Implications: The proposed approach can be used for a qualitative assessment of the effectiveness of the activities of economic entities in a balanced circulation of resources in the context of sustainable development.

Originality / Value: The author's model for assessing the innovation activity of households is original. The model has no analogs in the scientific literature of the studied subject area.

Research Limitations / Future Research: The study proposes a generalized model without a complete description of the dimensions of its components and the procedure for determining the input parameters. This description and its application define potential directions for further research.

Paper Type: Theoretical.

Keywords: household, innovation activity, sustainable development, active economic dipole, state space

Модельная оценка результативности инновационной деятельности экономического субъекта в контексте устойчивого развития (на примере домохозяйства)

Роман В. Иванов[‡],
Татьяна В. Гринько[‡]

[‡]Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара, Украина

Цель работы: Разработать модель формирования экономического поведения домохозяйств в условиях баланса доходов и расходов, которая позволяет провести качественную оценку влияния инновационной деятельности домохозяйства на процессы устойчивого развития.

Результаты исследования: В статье развита концепция устойчивого развития и на основе модели, построенной в пространстве состояний, впервые предложен конструкт, который получил название «активный экономический диполь». С его помощью аналитически доказано, что инновационная деятельность домохозяйств положительно влияет как на их устойчивое развитие, так и на устойчивое развитие экономической системы в целом.

Практическое значение исследования: Предложенный подход может быть использован для качественной оценки эффективности деятельности экономических субъектов в условиях сбалансированной циркуляции ресурсов в контексте устойчивого развития.

Оригинальность / ценность исследования: Авторская модель оценки инновационной деятельности домохозяйств оригинальна. Модель не имеет аналогов в научной литературе исследуемой предметной области.

Ограничение исследований / Перспективы дальнейших исследований: Исследование предлагает обобщенную модель без полного описания размерности ее составляющих и процедуры определения входных параметров. Такое описание и его применение определяют потенциальные направления дальнейших исследований.

Тип статьи: Теоретический.

Ключевые слова: домохозяйство, инновационная деятельность, устойчивое развитие, активный экономический диполь, пространство состояний.

1. Вступ

Світовий дослідницький досвід та емпіричний аналіз дозволяють погодитись, що важливу роль у забезпеченні економічного зростання держави відіграють домогосподарства як один з основних макроекономічних агентів, які одночасно беруть участь у виробництві суспільного продукту, його споживанні та відтворенні робочої сили.

Автори дослідження (Lieshchyna & Khmelkova, 2018) доводять важливість фінансів домогосподарств у державних фінансах, які безпосередньо пов'язані з державним бюджетом, місцевими бюджетами та соціальними фондами. Було показано, що домогосподарства як суб'єкт державних фінансів можуть впливати на стабільність цієї категорії.

У статті Horodniak (2019) наголошується, що в сучасному суспільстві домогосподарства є одним із найважливіших ринкових інститутів, що забезпечують необхідний рівень споживчого попиту, заощадження домогосподарств є джерелом інвестицій, а споживання домогосподарств є важливим показником їх добробуту. Тому аналіз доходів і витрат домогосподарств є важливим і привертає увагу вчених.

Крім того, фінанси домогосподарств є значним джерелом фінансових ресурсів з огляду на можливість залучення їх до інвестування у реальний сектор економіки, забезпечення його стабільного та сталого розвитку (Maryna & Volkova, 2020).

Концепція сталого розвитку стала пріоритетною моделлю розвитку більшості країн. Її поява була вимогою часу для вирішення нагальних гострих проблем як соціально-економічного, так і ресурсно-екологічного характеру. І важливим чинником їх ефективного вирішення є розвиток екологічної свідомості та сталого споживання, які мають забезпечуватись насамперед домогосподарствами (Burliai, Burliai, & Riabchenko, 2018), шляхом формування відповідних форм економічної поведінки.

Отже, актуальним є вивчення форм економічної поведінки домогосподарств у контексті сталого розвитку, а також розробка методології якісної оцінки результатів їх застосування. Після короткого вступу дослідження буде зосереджено на створенні та випробуванні моделі формування збалансованого циклу виробництва-споживання-відтворення у процесі інноваційної діяльності домогосподарств, що дозволяє оцінити вплив такої діяльності на формування умов для сталого розвитку.

2. Теоретичні основи дослідження

Використання концепції сталого розвитку, як напрямку економічного аналізу відноситься до 1972 року та пов'язують з відомим звітом «Межі зростання» (Meadows et al., 1972), основною ідеєю якого було оцінити природні та екологічні межі зростання світового господарства та розвитку суспільства.

Водночас, лише у 1987 році вона отримала статус наукового феномену. Перефразувавши його класичне визначення можемо сказати (Brundtland, 1987), що сталий розвиток передбачає задоволення потреб суб'єкта у поточному циклі без шкоди для можливості задоволення потреб у наступному (майбутньому) циклі.

У статті (Starikova, 2017) автор, аналізуючи сучасні підходи до тлумачення концепції сталого розвитку, приходять до висновку, що найбільш прогресивною на сьогодні є триєдина концепція сталого розвитку, оскільки в тій чи іншій мірі вона систематизує та охоплює інші підходи. У рамках такого розуміння сталого розвитку екологічні, соціальні та економічні проблеми розглядаються в цілому, а цілі збереження ресурсів та соціально-економічного розвитку не тільки не суперечать одна одній, але й можуть сприяти взаємному зміцненню (Barbier, 1987). Таке розуміння сталого розвитку передбачає

досягнення високого рівня життя населення, процвітаючої економіки та збереження ресурсів.

Вже на сучасному етапі розвитку цієї економічної концепції існує тенденція перенесення розгляду проблеми сталого розвитку з глобального та макроекономічного рівнів на рівень підприємств (Prokopenko, 2014; Nikolaenko, 2019) та домогосподарств (Lukichev, 2013). Адже, домогосподарства беруть активну участь як у заподіянні шкоди навколишньому середовищу (Ategah & Jaakkola, 2016), так і стають активними суб'єктами її ліквідації (скорочення). Їх інноваційна діяльність у цьому випадку у першу чергу передбачає безпосередню участь у використанні та пропаганді таких технологій індивідуального використання, як домашні очисні споруди (Jóźwiakowski, Mucha, Generowicz, Baran, Bielińska & Wójcik, 2015), побутові біогазові системи (Meeks, Sims & Thompson, 2019) та ін.

При цьому серед загальних властивостей сталого розвитку економічних систем (суб'єктів) на будь-якому рівні економічної діяльності можна виділити інноваційність діяльності (Chekmarev & Konev, 2018). Так, у статті (Isayev, 2020) автор доводить, що першочерговим завданням у сфері сталого розвитку є створення нових видів діяльності, що неможливе без їх теоретичного впровадження та дослідження.

Крім того, стійкість окремого домогосподарства - це не просто концепція, а й об'єкт у сфері сталого розвитку. Це, у свою чергу, відкриває можливості для процесів їх моделювання, проектування, організації та управління (Isayev, 2020).

Слід також зазначити, що «сталий розвиток» належить до категорії понять, які у досить узагальненому вигляді відображають певну ідеальну модель, яку важко уявити за допомогою точних кількісних розрахунків. Проте це не тільки не позбавляє це поняття його теоретичного чи практичного змісту, але й розширює можливості його тлумачення та перспективи використання міжпредметних підходів (Starikova, 2017).

3. Постановка проблеми

Метою дослідження є оцінка впливу інноваційної діяльності такого економічного суб'єкта, як домогосподарство, на реалізацію концепції сталого розвитку. Для досягнення цієї мети необхідно вирішити такі завдання: описати існуючий інструментарій економіко-математичного моделювання процесів формування економічної поведінки домогосподарств в умовах балансу доходів і витрат з урахуванням їх інституційних особливостей; побудувати модель процесів збалансованого обігу ресурсів домогосподарства з урахуванням інноваційної складової; провести модельну оцінку впливу інноваційної діяльності домогосподарства на процеси сталого розвитку. Ми припускаємо, що інноваційна діяльність домогосподарств позитивно впливає як на їх сталий розвиток, так і на сталий розвиток економічної системи в цілому.

4. Методологія дослідження

Унітарний підхід до вивчення поведінки домогосподарства, започаткований в роботі (Becker, 1965), полягає у тому, що домогосподарство діє як єдиний механізм, сформований колективом людей, об'єднаних у домогосподарство. Його рішення приймаються спільно з огляду на максимізацію досягнення спільної для усіх мети.

Такий підхід узгоджується з концепцією інституціоналізму, яка у трактуванні, наведеному в статті (Nort, 1990) визначає «інститут» як правила та механізми, що забезпечують їх виконання, норми поведінки, які структурують повторювані акти взаємодії між людьми. Можна стверджувати, що інституціоналізму притаманний такий тип управління, як самоорганізація (Haken & Portugali, 2017) та синергетичний

підхід до управління (Rakhmonjon, 2021). Головною метою функціонування домогосподарства в таких умовах є рівновага, особливістю економічної поведінки є обмежена раціональність, а координація відбувається на рівні горизонтальних зв'язків.

Слід відзначити, що якщо в статті (Becker, 1976) мотиви економічної поведінки визначаються максимізацією корисності, то в дослідженні (Bentham, 1983) вводиться ключове для цієї концепції слово «насолада», розуміючи виникнення невідповідності максимізуючої вигоди стратегії та задоволення економічного агента, зумовлені соціальними, когнітивними або емоційними факторами. Хоча на нашу думку в даному контексті можна запропонувати еквівалентне за змістом «задоволення».

При цьому сам процес оцінки «задоволення» базується на виконанні домогосподарством когнітивно-рефлексивної та інформаційно-комунікативної функції, які в статті (Ivanov, 2018) класифікуються як вторинні.

Для побудови моделі економічної поведінки домогосподарства в умовах внутрішнього балансу доходів-витрат в дослідженні (Ivanov, 2015a) було використане феноменологічне припущення про ізоморфний зв'язок між процесами «створення-споживання» в економіці та «викидання-поглинання» в механіці суцільного середовища, яке дозволило використати відповідний теоретичний апарат (Milne-Thomson, 1938) та побудувати узагальнену аналітичну модель формування економічної поведінки домогосподарства у вигляді рівняння (1) (Ivanov, 2015b)

$$\frac{dv}{dt} = F - \text{grad}M, \quad (1)$$

де V – швидкість, з якою ресурси переміщуються у просторі; оператор $\text{grad}()$ визначає напрямок збільшення мотиваційного фактору M ;

F – безрозмірна векторна величина зовнішнього впливу в розрахунку до одиниці об'єму ресурсів.

Саме той факт, що «мотивація» M , як причина виникнення потоків, відповідає здійсненню домогосподарством його когнітивно-рефлексивної функції, слід вважати підтвердження адекватності побудованої моделі.

У межах побудованої моделі було запропоновано конструкти, які отримали назву «економічне джерело» (модель точки виробництва), «економічний стік» (модель точки споживання) та «економічний диполь» (збалансована модель процесу виробництва-споживання) (Ivanov, 2015a; Ivanov, 2015b).

Дослідження кінетики економічного диполя показало її узгодженість із структурою руху ресурсів усередині домашнього господарства (Ivanov, 2015b), яка враховує циклічні нелінійні переходи проміж «виробництва-споживання-відтворення».

Отже, можна стверджувати, що отримані результати відображають зміст поняття «сталий розвиток», як процесу змін, спрямованого на реалізацію базових завдань системи на основі балансу її потенціалу, а також поточної та майбутньої динаміки ендегенних та екзогенних факторів (Chekmarev & Konev, 2018).

Конкретизуючи модель формування економічної поведінки домогосподарства (1) у сферичному просторі станів ($r; \theta; \varphi$) (початок відліку співпадає з точкою у просторі станів, яка відповідає рівноважному стану економічної системи), координати якого зв'яжемо з декартовою прямокутною системою координат ($x; y; z$) рівностями (2)

$$x=r \sin \theta \cos \varphi; y=r \cos \theta; z=r \sin \theta \sin \varphi. \quad (2)$$

У припущенні про усталений рух потоку неперервно розподілених у цьому просторі ресурсів та відсутність ендегенного впливу, маємо рівняння (3):

$$\frac{\partial^2 \Omega}{\partial r^2} + \frac{\sin \theta}{r^2} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\frac{1}{\sin \theta} \frac{\partial \Omega}{\partial \theta} \right) + \Gamma(\Omega) \Gamma'(\Omega) + G'(\Omega) r^2 \sin^2 \theta = 0, \quad (3)$$

де координата r називається «кількісною», її значення відповідає величині відхилення від збалансованого стану, у якому знаходиться домогосподарство;

координата θ називається «якісною», її значення характеризує позитивність-негативність (покращення-погіршення) стану при відхиленні на величину r від точки $(0; 0; 0)$; Ω – функція потоку;

функція $\Gamma(\Omega)$ – визначає закон обертання ресурсів;

функція $G(\Omega)$ – характеризує закон розподілу «мотивації» M в потоці ($M = -G(\Omega)$).

Отже, задача моделювання процесів формування економічної поведінки домогосподарства в контексті сталого розвитку зводиться до розв'язування рівняння (3) відносно функції $\Omega(r, \theta)$ у введених припущеннях щодо закону обертання ресурсів (функція $\Gamma(\Omega)$) та закону розподілу «мотивації» M (функція $M = -G(\Omega)$).

5. Результати і обговорення

З огляду на залежності (2) слід пояснити, що обертання ресурсів у просторі станів відбувається так, що у звичній для уявлення декартовій системі координат ($x; y; z$) вісь ординат Ox є віссю симетрії, а сама структура є вісесиметричною ($\frac{\partial}{\partial \varphi} = 0$).

У якості ілюстрації окремих особливостей простору станів на рис. 1 наведено структура потоку, що утворено економічним диполем (ЕД) без обертання ресурсів, який детально описаний у (Ivanov, 2015a; Ivanov, 2015b).

Рисунок 1: Структура «економічного диполя» у просторі станів

Джерело: побудовано автором

Функція потоку $\Omega(r, \theta)$ геометрично відображає так звані «лінії потоку», які при усталеному русі ресурсів співпадають з траєкторіями, що дозволяє визначити топологію відповідних перетворень у просторі станів. Чисельне значення функції $\Omega(r, \theta)$ характеризує інтегральний показник, який характеризує на скільки використовувані ресурси, що рухаються по кожній з «ліній потоку», задовольняють потреби досліджуваного суб'єкту. Функція потоку за своїм змістом співпадає із поняттям економічної дії, введеним в статті (Ogorodnikova, 2005) як реакція мікроекономічного суб'єкту на його економічний стан.

Радіальна та кутова компоненти поля швидкості V такої реакції пов'язані із функцією потоку співвідношеннями

$$v_r = \frac{1}{r^2 \sin \theta} \frac{d\Omega}{d\theta}; v_\theta = -\frac{1}{r \sin \theta} \frac{d\Omega}{dr}. \quad (4)$$

Компоненту швидкості обертання ресурсів v_φ слід задавати у формі

$$v_\varphi = \frac{r}{r \sin \theta}. \quad (5)$$

Зазначимо, що функція потоку економічного диполя, зображеного на рис. 1, задається виразом

$$\Omega_{\text{ЕД}} = \frac{m \sin^2 \theta}{4\pi r}, \quad (6)$$

де m – момент економічного диполю (рис. 1), абсолютна величина якого характеризує здатність (потенціал) економічного агента або до можливого покращення стану, або до протидії факторам, які намагаються його погіршити; момент економічного диполя слід вважати характеристикою потенціальної економічної енергії (Ogorodnikova, 2005).

Обертання ресурсів на відміну від їх циркуляції (рис. 1) передбачає приріст ефективності їх використання (в деяких окремих випадках зниження) за рахунок інноваційної активності за одиницю часу (за один цикл). Тому, цілком логічним розглядати відповідну функцію у формі

$$\Gamma(\Omega) = C_0 \Omega, \quad (7)$$

де C_0 будемо називати «коефіцієнтом обертання» ресурсів.

Для досліджуваного усталеного потоку ознака стійкого (сталого) розвитку полягає у задоволенні потреб у поточному циклі без шкоди для можливості задоволення потреб у наступному (майбутньому) циклі. Вона забезпечується виконанням закону збереження мотивації (Ivanov, 2015b)

$$M(r, \theta) + \frac{v^2}{2} = M_0, \quad (8)$$

де M_0 – стала величина, яка характеризує величину «мотивації» у стані рівноваги (задоволення). З огляду на розуміння сталого розвитку стійкість функціонування у таких умовах будемо відображати величиною $M_0 = 0$.

З урахуванням форми функції обертання ресурсів (7) та закону збереження мотивації (8) рівняння (3) спрощується до форми

$$\frac{\partial^2 \Omega}{\partial r^2} + \frac{\sin \theta}{r^2} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\frac{1}{\sin \theta} \frac{\partial \Omega}{\partial \theta} \right) + C_0^2 \Omega = 0. \quad (9)$$

У випадку відсутності обертання ресурсів за рахунок інноваційної активності (первинний кругообіг в логістичній структурі виробництво-споживання зберігається, що відображено на рис. 1), тобто при $C_0 = 0$, рівняння (9) спрощується і набуває вигляду

$$\frac{\partial^2 \Omega}{\partial r^2} + \frac{\sin \theta}{r^2} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\frac{1}{\sin \theta} \frac{\partial \Omega}{\partial \theta} \right) = 0. \quad (10)$$

Зокрема, функція потоку економічного диполя (6) є окремим розв'язком рівняння (10).

З огляду на те, що функція $\Omega(r, \theta)$ характеризує величину ресурсів, що рухаються по кожній з «ліній потоку», можна говорити про те, що цей рух може мати як позитивний, так і негативний вплив на стан економічного агента. Тобто, в будь-якій точці простору станів величина функції $\Omega(r, \theta)$ безпосередньо залежить як від кількісних характеристик, тобто абсолютної величини впливу, що описується складовою, яка містить змінну r , так і від якісних, тобто компоненти яка містить змінну θ . При цьому така залежність з огляду на синергетичні ефекти, притаманні процесам формування економічної поведінки домогосподарств, не може бути аддитивною. Отже, припускаючи мультиплікативний характер такої взаємодії будемо шукати $\Omega(r, \theta)$ у формі

$$\Omega(r, \theta) = \Phi(r)T(\theta), \quad (11)$$

де $\Phi(r)$ – кількісна складова;
 $T(\theta)$ – якісна.

Така форма дозволяє застосувати для подальшого аналітичного розв'язування метод Фур'є (Olver, 2014). Так,

підстановка форми (11) в рівняння (9) зводить останнє до двох звичайних диференціальних рівнянь другого порядку (штрих – похідна по аргументу функції)

$$T'' - T' \cot \theta + n(n+1)T = 0, \quad (12)$$

$$\Phi'' + \Phi \left(C_0^2 - \frac{n(n+1)}{r^2} \right) = 0, \quad (13)$$

в яких n може бути натуральним числом або нулем.

Очевидно, що рівняння (12) описує якісну характеристику процесу, а (13) – кількісну. При цьому C_0 , як параметр інноваційної активності, впливає безпосередньо саме на характер кількісної складової (13). Отже, можна стверджувати, що активізація інноваційної діяльності безпосередньо впливає на кількісні результати діяльності, а не на їх якісне сприйняття.

Детальне вивчення загальних розв'язків рівнянь (12), (13) не є предметом представленого дослідження. Тому зупинимось на окремому розв'язку рівняння (9) у формі (11) при $n=1$

$$\Omega = C_1 (C_0 r)^{\frac{1}{2}} J_{\frac{3}{2}}(C_0 r) \sin^2 \theta, \quad (14)$$

де C_1 – довільна стала, яка визначається з додаткових умов.

За радіальною (кількісною) координатою розв'язок виражений через сферичну функцію Бесселя половинного аргументу (Korsch, Klumpp & Witthaut, 2006), яка має тригонометричну форму

$$J_{\frac{3}{2}}(C_0 r) = -\sqrt{\frac{2}{\pi C_0 r}} \left(\sin C_0 r + \frac{\cos C_0 r}{C_0 r} \right). \quad (15)$$

що демонструє коливальний характер відповідних функцій потоку за радіальною компонентою.

З огляду на вираз (15) функція (14) набуває вигляду

$$\Omega = -C_1 \sqrt{\frac{2}{\pi}} \left(\sin C_0 r + \frac{\cos C_0 r}{C_0 r} \right) \sin^2 \theta. \quad (16)$$

Якщо довільну сталу C_1 задати виразом $C_1 = -\frac{m C_0}{4\sqrt{2}\pi}$ то його підстановка у функцію (16) зводить її до вигляду

$$\Omega = \frac{m C_0}{4\pi} \left(\sin C_0 r + \frac{\cos C_0 r}{C_0 r} \right) \sin^2 \theta. \quad (17)$$

Не важко переконатись, що

$$\lim_{C_0 \rightarrow 0} \Omega \approx \frac{m \sin^2 \theta}{4\pi r} = \Omega_{\text{ЕД}}. \quad (18)$$

Отже, функція потоку (17) описує структуру, яка є аналогом економічного диполя в умовах інноваційної активності. Для її класифікації пропонуємо назву «активний економічний диполь».

Як відзначається в дослідженні (Ogorodnikova, 2004) виникнення економічного солітону (стійкої нелінійної хвилі) може мати різну природу, а саме: є результатом взаємодії індивідуальних та колективних полів; є результатом економічної політики по відношенню до індивідуальної та колективної поведінки мікросуб'єктів для забезпечення стійкої форми або зміни структури в економічному просторі у відповідності до цільових соціально-економічних завдань; створюється «штучно» шляхом керування еволюцією колективної поведінки. При цьому, в усіх випадках наявність взаємодії є обов'язковою умовою.

З дослідження (Ivanov, 2015a) відомо, що економічний диполь формується, як комбінація економічного джерела (точки виробництва) та економічного стоку (точки споживання), що свідчить про наявність, зокрема, ендегенної взаємодії, яка притаманна також «активному економічному диполю».

Отже, описаний функцією (17) потік можна кваліфікувати як солітон, а саму функцію вважати його коректною формалізацією.

Структура економічного диполя (рис. 1) відображає ідеалізовану ситуацію, в якій такий мікроекономічний суб'єкт, як домогосподарство формує циркуляційні потоки, що охоплюють необмежену область простору станів.

Інша ситуація спостерігається в потоці активного економічного диполя (рис. 2).

Рисунок 2: Осьовий переріз структури активного економічного диполя у просторі станів

Джерело: побудовано автором.

Структура залучення ресурсів активного економічного диполя є такою, що для забезпечення ендogenous циклу «виробництво-споживання-відтворення» з початком (кінцем) у початку відліку (див. рис. 2) використовується лише обмежена їх частина. Вона відповідає складовій потоку, розташованій всередині сфери (на рис. 2 – коло), найменшій за радіусом (r_1).

Таке відокремлення внутрішнього та зовнішнього потоків підтверджується тим, що радіальна складова швидкості потоку на цій сфері дорівнює нулю ($v_r|_{r=r_1} = 0$). Так, використавши форму (4) для функції потоку активного економічного диполя (17), маємо

$$v_r|_{r=r_1} = \frac{mC_0}{2\pi(r_1)^2} \left(\sin(C_0(r_1)) + \frac{\cos(C_0(r_1))}{C_0(r_1)} \right) \cos \theta = 0. \quad (19)$$

Загальна динаміка радіальної складової швидкості потоку активного економічного диполя для модельних значень параметрів та $\theta = 0$ наведена на рис. 3.

Рисунок 3: Характер радіальної складової швидкості потоку активного економічного диполя при $\theta=0$

Джерело: побудовано автором.

Важливим є встановлення факту наявності зовнішніх по відношенню до області $r \leq r_1$ структур (рис. 2), згенерованих діяльністю активного економічного диполя. Вони також є частиною солітону. Отже, характеризуються стійкістю.

З цього випливає очевидний і важливий висновок про те, що інноваційна діяльність досліджуваного мікросуб'єкту позитивно впливає не лише на забезпечення балансу процесів забезпечення його життєдіяльності в контексті сталого розвитку, але й розповсюджує цей вплив на зовнішнє середовище.

Для розуміння змісту та умов забезпечення такого балансу при $r > r_1$ розглянемо складові швидкості (4), (5) потоку (17)

$$v_r = \frac{1}{r^2} \frac{C_0 m}{2\pi} \left(\sin C_0 r + \frac{\cos C_0 r}{C_0 r} \right) \cos \theta, \quad (20)$$

$$v_\theta = -\frac{1}{r} \frac{C_0 m}{4\pi} \left[\frac{\partial}{\partial r} \left(\sin C_0 r + \frac{\cos C_0 r}{C_0 r} \right) \right] \sin \theta, \quad (21)$$

$$v_\varphi = \frac{mC_0^2}{4\pi r} \left(\sin C_0 r + \frac{\cos C_0 r}{C_0 r} \right) \sin \theta. \quad (22)$$

Єдиною ненульовою компонентою швидкості для таких точок, як А та В (рис. 2), для яких $\theta = \frac{\pi}{2}$, буде обертальна складова v_φ .

Загальна динаміка обертальної складової швидкості потоку активного економічного диполя для модельних значень параметрів та $\theta = \frac{\pi}{2}$ наведена на рис. 4.

Рисунок 4: Характер обертальної складової швидкості потоку активного економічного диполя при $\theta = \frac{\pi}{2}$

Джерело: побудовано автором.

Очевидно, що нулі функції (22) співпадають з нулями функції (20) та відповідають радіусам непроникних для потоку сфер: r_1 , r_2 , r_3 і т.д. Адже вони в обох випадках визначаються рівнянням

$$\sin(C_0 r) + \frac{\cos(C_0 r)}{C_0 r} = 0. \quad (23)$$

При цьому екстремуми функції (22) при $\theta = \frac{\pi}{2}$ відповідають центрам зовнішніх циркуляційних структур (точки А та В на рис. 2), позначених на рис. 4 точками А та В.

Суттєвим є також той факт, що в суміжних зовнішніх шарах обертальна складова v_φ має протилежні знаки (рис. 4). Зокрема, $v_\varphi(A; \frac{\pi}{2}) < 0$; $v_\varphi(B; \frac{\pi}{2}) > 0$.

Оскільки v_φ є характеристикою результативності інноваційної активності, то стає зрозумілим, що така діяльність викликає як процеси, що супроводжуються витратами ресурсів, так і процеси, спрямовані на їх відновлення. Такі процеси є стійкими та збалансованими, що й лежить в основі концепції стійкого розвитку.

6. Висновки

У представлений роботі представлено нову методологію якісної оцінки результатів інноваційної діяльності такого економічного суб'єкту, як домогосподарство, в контексті сталого розвитку. Вона ґрунтується на розумінні поняття «сталый розвиток», як процесу змін, спрямованого на реалізацію базових завдань системи на основі балансу процесів розкриття та підтримки її потенціалу та динаміки ендogenous та екзogenous факторів. Дослідження проводилось у межах унітарного підходу до вивчення економічної поведінки домогосподарства та концепції інституціоналізму, якій притаманні можливість самоорганізації процесів та виникнення синергетичних ефектів.

При побудові економіко-математичної моделі були використані та розвинені міжпредметні підходи, зокрема, феноменологічне припущення про ізоморфний зв'язок між процесами «створення-споживання» в економіці та «викидання-поглинання» в механіці суцільного середовища.

Сама модель побудована у просторі станів, як розв'язок диференціального рівняння у частинних похідних. Її структура відображає синергетичні зв'язки між якісними та кількісними показниками досліджуваного процесу за рахунок мультиплікативного зв'язку між ними. Вивчення моделі економічної поведінки домогосподарства в умовах інноваційної діяльності дозволили отримати наступні результати: класифікувати отриманий конструкт, як «активний економічний диполь»; довести, що модель описує стійкі нелінійні хвилі (солітони), виникнення яких є наслідком ендогенної та екзогенної взаємодії, при якій інноваційна діяльність позитивно впливає не лише на забезпечення балансу процесів забезпечення життєдіяльності домогосподарства в контексті сталого розвитку, але й розповсюджує цей вплив на зовнішнє середовище; показано, що вплив на зовнішнє середовище генерує процеси, що супроводжуються витратами ресурсів і процеси, спрямовані на їх відновлення, що й забезпечує умови стійкості та збалансованості.

Отримані результати підтверджують системоутворюючий характер інноваційної діяльності. Побудована модель є нормативною.

Автори планують провести дослідження, що уточнюють зміст та розмірність параметрів, що входять до економіко-математичної моделі. Розвиток запропонованої методології полягає у врахуванні екзогенних факторів, що впливають на досліджуваний процес та вивченні його адаптивної здатності збереження умов стійкості та збалансованості.

7. Фінансування

Дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

8. Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

References

- Amegah, A. K., & Jaakkola, J. J. (2016). Household air pollution and the sustainable development goals. *Bulletin of the World Health Organization*, 94(3), 215–221. [doi:10.2471/BLT.15.155812](https://doi.org/10.2471/BLT.15.155812)
- Barbier, E. (1987). The Concept of Sustainable Economic Development. *Environmental Conservation*, 14(2), 101–110. [doi:10.1017/s0376892900011449](https://doi.org/10.1017/s0376892900011449).
- Becker, G. (1965). A Theory of the Allocation of Time. *Economic Journal*, 75(299), 493–508. [doi:10.2307/2228949](https://doi.org/10.2307/2228949).
- Becker, G. S. (1976). *The economic approach to human behavior*. University of Chicago press.
- Bentham, J. (1983). *The collected works of Jeremy Bentham: Deontology. together with a table of the springs of action and the article on utilitarianism*. Oxford University Press. [doi:10.1093/actrade/9780198226093.book.1](https://doi.org/10.1093/actrade/9780198226093.book.1).
- Brundtland, G. H. (1987). Our Common Future—Call for Action. *Environmental Conservation*, 14(4), 291–294. [doi:10.1017/s0376892900016805](https://doi.org/10.1017/s0376892900016805).
- Burliai, A. P., Burliai, O. L., & Riabchenko, O. O. (2018). Rol silskykh domohospodarstv u stalomu rozvytku Ukrainy [The role of rural households in the sustainable development of Ukraine]. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho natsionalnoho universytetu. Seriya: Mizhnarodni ekonomichni vidnosyny ta svitove hospodarstvo; Scientific Bulletin of Uzhhorod National University. Series: International Economic Relations and the World Economy*, (18(1)), 58–63. (in Ukrainian)
- Chekmarev, O. P. & Konev, P. A. (2018). Ustoychivoye razvitiye: podkhody k opredeleniyu [Sustainable Development: Approaches to Definition]. *Izvestiya Mezhdunarodnoy akademii agrarnogo obrazovaniya; Bulletin of the International Academy of Agricultural Education*, (38), 109–113. (in Russian)
- Haken, H., & Portugali, J. (2017). Information and self-organization. *Entropy*, 19(1), 18. [doi:10.3390/e19010018](https://doi.org/10.3390/e19010018).
- Horodniak, I. V. (2019). Analiz dokhodiv ta vydatkiv domohospodarstv Ukrainy [Analysis of household income and expenditure in Ukraine]. *Biznes-navigator; Business navigator*, 2(51), 8–12. (in Ukrainian)
- Isayev, R. O. (2020). Ontologicheskiye i gnoseologicheskiye aspekty ustoychivogo razvitiya (na primere domokhozyaystva) [Ontological and epistemological aspects of sustainable development (on the example of a household)]. *Vestnik Vyatskogo gosudarstvennogo universiteta; Vyatka State University Bulletin*, 2(136), 32–42. [doi:10.25730/VSU.7606.20.022](https://doi.org/10.25730/VSU.7606.20.022). (in Russian)
- Ivanov, R. V. (2015a). Kontseptualna model ekonomichnoi povedinky domohospodarstva v umovakh samozabezpechennia [A conceptual model of the economic behavior of households in terms of self-sufficiency]. *Biznes Inform; Business Inform*, (10), 137–142. (in Ukrainian)
- Ivanov, R. V. (2015b). Uzahalnena matematychna model ratsionalnoi ekonomichnoi povedinky [Generalized mathematical model of rational economic behavior]. *Biznes Inform; Business Inform*, №12, 139–143. (in Ukrainian)
- Ivanov, R. V. (2018). Sutnist, funktsii ta ekonomichna povedinka domohospodarstv [The nature, functions and economic behavior of households]. *Biznes Inform; Business Inform*, (2), 34–39. (in Ukrainian)
- Jóźwiakowski, K., Mucha, Z., Generowicz, A., Baran, S., Bielińska, J., & Wójcik, W. (2015). The use of multi-criteria analysis for selection of technology for a household WWTP compatible with sustainable development. *Archives of Environmental Protection*, 41(3), 76–82. [doi:10.1515/aep-2015-0033/](https://doi.org/10.1515/aep-2015-0033/)
- Korsch, H. J., Klumpp, A., & Witthaut, D. (2006). On two-dimensional Bessel functions. *Journal of Physics A: Mathematical and General*, 39(48), 14947–14964. [doi:10.1088/0305-4470/39/48/008](https://doi.org/10.1088/0305-4470/39/48/008).
- Lieshchyna, Yu. V., & Khmelkova, I. V. (2018). Vplyv finansiv domohospodarstv na zabezpechennia stabilnosti publicnykh finansiv [The impact of household finances on ensuring the stability of public finances]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho universytetu imeni V.N. Karazina, seriya «Ekonomichna»; Bulletin of V.N. Karazin Kharkiv National University, series "Economic"*, (95), 40–48. [doi:10.26565/2311-2379-2018-95-05](https://doi.org/10.26565/2311-2379-2018-95-05). (in Ukrainian)
- Lukichev, P.M. (2013). Vliyanie kontseptsii ustoychivogo razvitiya na potrebitelskiy vybor [Influence of the concept of sustainable development on consumer choice]. *Bulletin of SPbGAU*, № 32, 90–94. (in Russian)
- Maryna, A., & Volkova, Yu. (2020). Finansy domohospodarstv v strukturi investytsiynykh resursiv krainy [Household finances in the structure of investment resources of the country]. *Pidpriemnytstvo ta innovatsii; Entrepreneurship and innovation*, (13), 104–110. [doi:10.37320/2415-3583/13.20](https://doi.org/10.37320/2415-3583/13.20). (in Ukrainian)
- Meadows, D.L. et al. (1972). *The Limits to Growth: A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*. New York: Universe Books, 205 p. [doi:10.1349/ddlp.1](https://doi.org/10.1349/ddlp.1).
- Meeks, R., Sims, K.R.E. & Thompson, H. (2019). Waste Not: Can Household Biogas Deliver Sustainable Development?. *Environ Resource Econ*, 72, 763–794. [doi:10.1007/s10640-018-0224-1](https://doi.org/10.1007/s10640-018-0224-1).

- Milne-Thomson, L. M. (1938). *Theoretical hydrodynamics*. Macmillan, New York, 660.
- Nikolaenko, A. (2019). Resource efficiency strategies based on the circular economy. *European Journal of Management Issues*. 7(3-4). 90-98. [doi: 10.15421/191910](https://doi.org/10.15421/191910).
- Nort, D. (1990). Institutions, institutional change and economic performance, translated by Nesterenko. *AN (1997)*, Moskva: FEK «Nachala».
- Ogorodnikova, T. V. (2004). Formalizatsiya solitona volny kolektivnogo ekonomicheskogo povedeniya [Formalization of the soliton of the wave of collective economic behavior]. *Izvestiya Bajkal'skogo gosudarstvennogo universiteta; Bulletin of the Baikal State University*, (3). (in Russian)
- Ogorodnikova, T. V. (2005). Osnovnye ponyatiya korpuskulyarno-volnovoj koncepcii ekonomicheskogo povedeniya [Basic concepts of the wave-particle concept of economic behavior]. *Izvestiya Bajkal'skogo gosudarstvennogo universiteta; Bulletin of the Baikal State University*, №. 1. (in Russian)
- Olver, P. J. (2014). Introduction to Partial Differential Equations. *Undergraduate Texts in Mathematics*. [doi:10.1007/978-3-319-02099-0](https://doi.org/10.1007/978-3-319-02099-0).
- Prokopenko, O. V. (2014). Ustoychivoye razvitiye predpriyatiya. regional. obshchestva: innovatsionnyye podkhody k obespecheniyu [Sustainable development of the enterprise. region. societies: innovative approaches to ensuring]. Ruda Ślaska : Drukarnia i Studio Graficzne Omnidium. (in Russian)
- Rakhmonjon, A. (2021). The Importance Of A Synergistic Approach In Management. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*. 24(1). 11-14. [doi:10.52155/ijpsat.v24.1.2510](https://doi.org/10.52155/ijpsat.v24.1.2510).
- Starikova, E. A. (2017). Sovremennyye podkhody k traktovke kontseptsii ustoychivogo razvitiya [The Contemporary Approaches to Interpretation of the Sustainable Development Concept]. *Vestnik rossiyskogo universiteta družby narodov. seriya: ekonomika; RUDN Journal of Economics*, 25(1), 7-17. (in Russian)

This is an open access journal and all published articles are licensed under a **Creative Commons «Attribution» 4.0**.