

Моделювання поведінки економічних агентів у цифровому просторі

Турлакова Світлана Сергіївна, д.е.н., доц.

ORCID ID 0000-0002-3954-8503

Інститут економіки промисловості НАН України

Сучасні виклики відповідно карантинним обмеженням COVID-19 та військової агресії Російської Федерації в Україні, широке впровадження нових інформаційно-комунікаційних технологій суттєво прискорили процеси цифровізації у всіх сферах життєдіяльності людини. Пов'язані із цим стрімкі темпи розширення мережевого простору неминуче змінюють комунікаційні реалії та базові характеристики соціально-економічних процесів. При цьому цифровий простір, що формується, відіграє вирішальну роль у новій інформаційній картині світу, коли інформація виступає в якості двигуна громадського та технічного прогресу та стає об'єктивною характеристикою соціально-економічних систем та взаємодії економічних агентів.

Цифрова інформація стає одним з нових економічних ресурсів. Проте експлуатація цифровими гігантами інформації щодо прагнень, емоцій, думок, переваг, подій, смаків користувачів цифрового простору з метою прогнозування поведінки та монетизації отриманих даних шляхом використання їх в управлінні поведінкою економічних агентів в різних соціально-економічних системах [1], переносить у площину досліджень поведінкової економіки вивчення механізмів взаємодії агентів у цифровому просторі. Тому, актуальним стає питання моделювання процесу прийняття рішень економічними агентами у цифровому просторі для забезпечення можливості прогнозування та визначення можливих методів управління їх поведінки. Також важливими в цьому контексті стає визначення можливостей і загроз, що пов'язані із такими процесами, для підвищення ефективності функціонування соціально-економічних систем.

Дійсно, нобелівський лауреат 2017 р. Р. Галер [2] довів, що результати прийняття економічних рішень агентами залежать від властивих людям когнітивних спотворень, які обумовлені обмеженою раціональністю. Тож, Р. Галер встановив зв'язок між економічними та психологічними факторами процесу прийняття індивідуальних рішень. Виявлення систематичних наслідків результатів таких когнітивних спотворень доводять, що поведінкові ефекти часто визначають результат процесу прийняття рішень та впливають на ефективність функціонування соціально-економічних систем, в межах яких відбувається взаємодія агентів в цифровому просторі.

В [3] запропоновано концепцію, що ув'язує дослідження взаємодій економічних агентів в цифровому просторі межах теорій поведінкової економіки із теорією рефлексивного управління В.О. Лефевра [4] з огляду на суттєву роль когнітивних компонент в процесі окреслених процесах. При цьому для прогнозування поведінки економічних агентів запропоновано використання математичного підходу В.О. Лефевра [4], який запропонував для передбачення людської поведінки прості рівняння (функції рефлексивного вибору агентів). Параметрами рівнянь в базовій моделі біполярного вибору В.О. Лефевра виступають вплив світу на суб'єкта, суб'єктивний образ дії та інтенція суб'єкта (спрямованість, цілі, бажання), а результатом - число, що виражає ймовірність того, що суб'єкт виконає певну дію.

Гіпотеза про виявлення особливостей проявів (передумов, чинників і причин) поведінки економічних агентів у цифровому просторі дозволяє виділити складові механізми прийняття рішення економічними агентами, від яких залежить схильність до прийняття того чи іншого рішення [3]. Так, наприклад, інтенсивність взаємодії із цифровим простором управління визначає ступінь його впливу результат прийняття рішень агента. Чим більш інтенсивно економічні агенти взаємодіють у цифровому просторі, тим більше вони схильні до впливу самого цифрового середовища на результат прийняття рішень.

Окрім того, взаємозв'язок результатів прийняття рішень та факторів (особистих характеристик агентів) можна окреслити наступним чином: чим менше досвіду, знань і чим

менш компетентний агент щодо області рішення, яке приймається, чим більш невизначені власні цілі та мотиви прийняття рішень економічного агента, тим більша ймовірність того, що в процесі прийняття рішення він буде шукати відповіді на свої питання та «вірні рішення» у цифровому просторі. Тож, ймовірність впливу цифрового простору на таких агентів стрімко зростає. Аналогічно, чим менше часу для прийняття рішення і чим меншою кількістю інформації володіє агент управління, тим більше він звертається до цифрового простору для пошуку відповідей в процесі прийняття власного рішення та, відповідно, тим більше ризик передати свої особисті дані та підпасти під вплив цифрового простору.

Припустимо, є два агенти управління, які беруть участь в економічній взаємодії в цифровому просторі: суб'єкт і об'єкт управління. Метою суб'єкта управління (СУ) є прийняття об'єктом (ОУ) вигідного СУ рішення. Об'єкт управління (ОУ) приймає свої рішення на основі деякого механізму вибору, ключовими рефлексивними параметрами якого є: ступінь інформованості економічного агента; його компетентність щодо області прийняття рішень; оцінка інтенцій (цінності того чи іншого рішення для агента управління); інтенсивність взаємодії економічного агента із цифровим простором. На рис. 1 схематично представлено взаємодію економічних агентів в цифровому просторі з урахуванням окресленого механізму вибору економічних агентів [3].

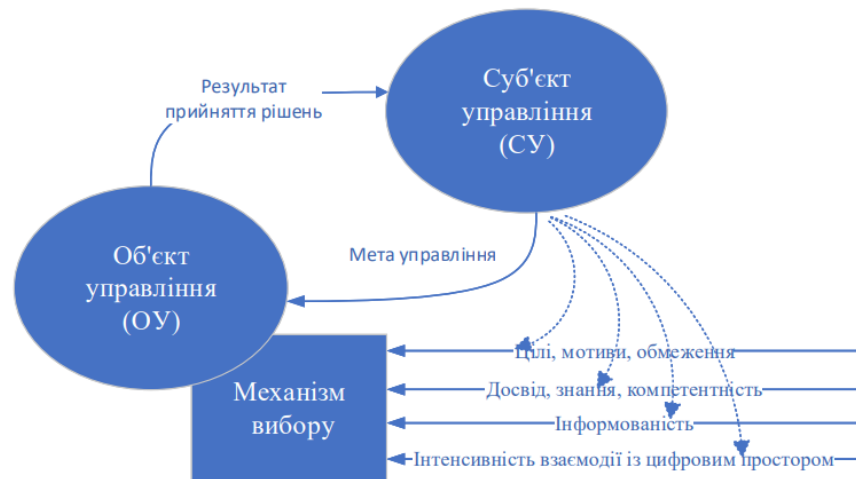


Рисунок 1 – Взаємодія економічних агентів в цифровому просторі

Припустимо, що при взаємодії СУ– ОУ прийняття рішення ОУ, являє собою акт вибору між деякою альтернативою 1 (вигідною СУ) і 2 (протилежною).

Тоді, згідно моделі біполярного вибору В.О. Лефевра в межах дослідження пропонуємо наступну модифікацію функції рефлексивного вибору агентів з урахуванням особливостей механізму вибору економічних агентів в контексті досліджуваної тематики.

Нехай рішення, вигідне СУ, відповідає альтернативі 1. При цьому ймовірність того, що СУ в процесі взаємодії з ОУ будуть схилити його зробити вибір на користь 1ї альтернативи відповідно рефлексивній моделі біполярного вибору В.О. Лефевра [4], адаптованої для вирішення задач прийняття рішень в системі рефлексивного управління поведінкою економічних агентів у цифровому просторі, можна представити наступним чином.

Відповідно третьої теореми про рефлексії В.О. Лефевра [4] функцію рефлексивного вибору можна представити як композицію:

$$X_{1j} = F(x_{1j}, F(x_{2j}, x_{3j})), \quad (1)$$

де $x_{1j}, x_{2j}, x_{3j} \in [0; 1]$ і всі значення функції $F(x_{2j}, x_{3j}) \in [0; 1]$; X_{1j} – ймовірність, з якою ОУ готовий обрати альтернативу, вигідну агенту СУ, в реальності; x_{1j} – ймовірність того, що сприйняття ОУ тиску СУ в сторону прийняття рішення про вибір альтернативи 1 в

момент вибору, дорівнює 1. Визначається в тому числі інтенсивністю взаємодії у цифровому просторі; x_{2j} – імовірність того, що тиск у сторону вибору альтернативи 1, яка вигідна СУ, очікуваний ОУ на основі його попереднього досвіду прийняття подібних рішень, дорівнює 1. Визначається добутком інформованості та компетентності агентів управління. Ступінь інформованості агента може змінюватися з плином часу для кожного з агентів управління в залежності від тієї кількості інформації, яке їм доступно. Подібно й компетентність; x_{3j} – імовірність того, що оцінка інтенцій ОУ здійснити в процесі прийняття рішення вибір на користь альтернативи 1, яка вигідна СУ, дорівнює 1; чим більше x_{3j} , тим більше бажання ОУ зробити такий вибір. Враховує інтенції агентів управління.

Тут функція $F(x_{2j}, x_{3j})$ – це модель себе у агентів управління, представлених ОУ. Композиція $F(x_{1j}, F(x_{2j}, x_{3j}))$ описує процес когнітивних обчислень значення X_{1j} : спочатку розраховується $X_{2j} = F(x_{2j}, x_{3j})$, потім $X_{1j} = F(x_{1j}, X_{2j})$. Образу себе у ОУ відповідає функція: $X_{2j} = F(x_{2j}, x_{3j}) = 1 - x_{3j} + x_{2j} \cdot x_{3j}$ [4]. Тоді прямим розрахунком отримуємо, що $X_{1j} = F(x_{1j}, X_{2j}) = 1 - X_{2j} + X_{2j} \cdot x_{1j}$.

Підставивши X_{2j} отримаємо:

$$X_{1j} = x_{1j} + (1 - x_{1j})(1 - x_{2j})x_{3j} \quad (2)$$

Отже, будемо розглядати вираз (2) як узагальнену модель вибору ОУ в рамках концепції рефлексивного управління поведінкою економічних агентів у цифровому просторі [3].

На основі визначеного підходу до розрахунку функції рефлексивного вибору проводиться дослідження поведінки економічних агентів в цифровому просторі.

Таким чином, запропонована удосконалена модель біполярного вибору В.О. Лефевра дозволяє врахувати когнітивні властивості сприйняття та інтерпретації інформації економічних агентів в процесі взаємодій у цифровому просторі, прогнозувати їх поведінку у цифровому просторі, формувати рефлексивні керуючі впливи для забезпечення цілеспрямованої поведінки соціально-економічних систем для підвищення ефективності їх функціонування. Окрім того, модель дозволить в процесі подальших досліджень допомогти виявити можливості та загрози процесу взаємодій економічних агентів в межах цифрового простору та окреслити безпечні межі таких взаємодій.

Література:

1. Zuboff, Sh. (2019). *The Age of Surveillance Capitalism: The Fight for a Human Future at the New Frontier of Power*. London: Profile Books.
2. Thaler, R. H. (2015). *Misbehaving: The Making of Behavioral Economics*. N.-Y.: W.W. Norton & Company.
3. Турлакова, С.С. (2023). Рефлексивне управління поведінкою економічних агентів у цифровому просторі із використанням інструментів штучного інтелекту. *Актуальні проблеми системного аналізу та моделювання процесів управління*. За ред. В. Пономаренка, Л. Гур'янової, Я. Пеліової, Е. Ніжинського (С. 268-283.). Братислава-Харків, ВШЕМ – ХНЕУ ім. С. Кузнеця.
4. Lefebvre, V. A. (2001). *Algebra of conscience*. Springer Science & Business Media.