

МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

УДК 330.101

DOI: <https://doi.org/10.32782/2224-6282/173-16>**Орловська Ю. В.**

доктор економічних наук, професор,
завідувачка кафедри міжнародної економіки
та публічного управління і адміністрування,
Придніпровська державна академія будівництва та архітектури
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5915-4261>

Мащенко С. О.

кандидат економічних наук, доцент кафедри
міжнародної економіки та публічного управління і адміністрування,
Придніпровська державна академія будівництва та архітектури
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2036-5405>

Orlovska Yulia, Mashchenko Svitlana

Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture

ТРАНСФОРМАЦІЯ МЕТОДІВ ЕКОНОМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ У ПОСТІНДУСТРІАЛЬНУ ЕПОХУ

Статтю присвячено аналізу напрямів трансформації наукових методів економічного пізнання в постіндустріальний період суспільного розвитку. Об'єктивною соціальною причиною необхідності методологічних змін економічної науки названо перехід до цифрової економіки. Використання цифрових технологій в економічному секторі породжує ситуацію віртуалізації господарських, ринкових та грошових відносин. Відповіддю економічної науки є удосконалення наявних та пошук нових інструментів економічного пізнання. Зазначено, що зміни об'єктивної реальності детермінують модифікацію економіки, висуваючи сучасні вимоги до її інструментів вимірювання реальності – методів економічних досліджень. Як головні тенденції сучасного розвитку методів економічних досліджень розглянуто математизацію, цифровізацію, міждисциплінарність та домінування моделювання як методу економічних досліджень.

Ключові слова: методологія та методи економічних досліджень, постіндустріальна епоха, цифрова економіка, математичні методи, економіко-математичне моделювання, цифрові технології.

TRANSFORMATION OF ECONOMIC RESEARCH METHODS IN THE POST-INDUSTRIAL ERA

The article is devoted to the analysis of the directions of transformation of scientific methods of economic cognition in the post-industrial period of social development. It has been determined that the objective social reason for the need for methodological changes in economics is the transition to the digital economy. The use of digital technologies in the economic sector creates a situation of virtualization of production, market and monetary relations. The answer of economics is to improve existing and search for new tools of economic knowledge. The following areas of transformation of economic research methods have been identified by the authors: at first, the rapid development of the mathematical apparatus necessary for the study of economic processes has caused a tendency to mathematize economic research. Second, mathematical modeling becomes the leader among the most used economic methods. Mathematical models in economic research are used extremely widely. They are used to find a specific solution to economic problem, and to conduct an experimental test of the chosen solution, and to forecast trends in the further development of a large economic system or a private enterprise. The third trend is digital technologies, which allow conducting analytical research, tracking any changes in the environment, timely and flexible response to market needs. An example is Data Mining technology, which is a set of different methods of searching and analyzing data to find new, non-trivial, practically useful and interpretable knowledge needed to make decisions in various spheres of human life. Finally, the latest trend is the borrowing of methodological tools from other sciences, both the exact and the humanities. Only under the condition of a multidimensional study of economic reality, it is possible to obtain adequate to reality knowledge. These trends reveal the mathematization of economic methods, the dominant role of modeling in economic cognition, digitalization of economic research and at the same time are the most obvious signs of the transformational state of science during the transition of society to post-industrial level.

Keywords: methodology and methods of economics, post-industrial era, digital economy, mathematical methods, economic and mathematical modeling, digital technologies.

JEL classification: C10, O10

Постановка проблеми. Сучасність характеризується якісними змінами в економічній сфері життєдіяльності суспільства, що торкаються найглибших засад господарської діяльності. Якщо в попередні часи економіка структурувалася навколо виробництва матеріальних речей та надання нематеріальних послуг, то сьогодні, в постіндустріальну епоху, спостерігається перехід до виробництва систем управління засобами труда, названий «цифровою економікою». Цифрові технології, непередбачувані темпи їхнього стрімкого росту та колосальні можливості залучення їх до економічного сектору створюють нову економічну реальність, що окрім нововведень у виробництві включає небачені раніше форми торгівлі, грошові одиниці, платіжні системи тощо.

Логічно, що економічна наука та її методологічне забезпечення мають відповідним чином відображувати зазначені трансформації реальності. Безумовно, за час свого існування економічна наука накопичила певний потенціал осмислення та пояснення економічних явищ та процесів, проте наскільки цей арсенал придатний для аналізу новітніх тенденцій – це відкрите питання. Можна зазначити, що сучасна економічна наука зіткнулася з черговим історичним викликом: чи вистачить їй евристичної потужності для подолання кризи, в якій вона опинилася через об'єктивні зміни реальності?

У цій ситуації такий напрям наукового пошуку, як розгляд методів економічних досліджень та аналіз можливості їхньої трансформації для застосування при аналізі економіки постіндустріального суспільства, є абсолютно адекватним вимогам часу.

Аналіз досліджень та публікацій. У вітчизняному науковому просторі проблемі трансформації економічної сфери в постіндустріальний період приділяється достатньо уваги; серед дослідників можна назвати К. Бліщук, І. Булеєва, О. Джусова, С. Манжулу та ін. Трохи рідше у поле наукового інтересу потрапляє тематика методів економічної науки; їй присвятили свої праці С. Светуньков, М. Кизим, Т. Клебанова, В. Серединська тощо. Однак безпосередньо проблема трансформації методів економічних досліджень, викликаній переходом до суспільства постіндустріального типу, в науковій літературі не розглядалася.

Мета статті у світлі вищезазначеного може бути сформульована як аналіз напрямів трансформації наукових методів економічного пізнання в постіндустріальний період суспільного розвитку.

Виклад основного матеріалу. Початок ХХІ сторіччя супроводжувався багатьма ознаками необхідності трансформаційних перетворень економіки як науки. Світові економічні кризи, необхідність урахувати умову обмеженості планетарних ресурсів, викликана науково-технічною революцією модернізація економічної та інвестиційно-інноваційної діяльності спонукають економічну науку перебувати в стані постійного розвитку та вдосконалення, і насамперед це стосується її методологічних засад.

Постіндустріальний перехід, що знайшов відбиття у перетворенні індустріальної економіки на економіку цифрову, характеризується багатьма специфічними рисами. Серед таких слід назвати віртуальну взаємодію учасників економічних процесів та обмін економічною інформацією у всесвітній мережі Інтернет, поширення в економічному обігу автоматизованих операцій, гло-

бальне розповсюдження криптовалют, а також нестабільність ситуації внаслідок високошвидкісних змін. Усе зазначене вимагає від науковця-спостерігача відповідної адаптації теоретичних підходів щодо розуміння економічної реальності та методів її дослідження до об'єктивних тенденцій сучасності.

Важливо при цьому тримати у фокусі уваги, що головне призначення економічної теорії – це не просто надати опис існуючих економічних феноменів та процесів, але насамперед продемонструвати їхню взаємну залежність та взаємозв'язок. Саме для реалізації цієї задачі призначені методи економічних досліджень, які в науковій літературі визначають як «засоби засвоєння реальності, засновані на раціональному, науково обґрунтованому, систематичному вивченні економічних сторін життєдіяльності суспільства, головна мета яких – отримання об'єктивної істини щодо світу знання, який нас оточує, незалежно від самого предмета знання» [1, с. 14].

Зазначимо, що формулювання мети використання економічних методів як «отримання об'єктивної істини» сьогодні виглядає дещо занадто оптимістичним; вірніше, на наш погляд, було б очікувати від економічного пізнання створення уявлення про реальний світ (тобто економічний його аспект), яке б відповідало першоджерелу більшою або меншою мірою – у ступені, що дозволяв би розуміти закономірності економічних процесів та будувати адекватні реальним тенденціям прогнози їх подальшого розвитку. І інструментом набуття такого знання виступає комплекс методів економічних досліджень.

У найбільш широкому розумінні під «методом» у науковій літературі зазвичай мають на увазі підхід до наукового вивчення реальної дійсності, спосіб дослідження явищ природи та суспільства [2, с. 7]. Широта та різноманіття методичного арсеналу економічної науки не потребують додаткової аргументації; він вміщує всезагальні, загальнонаукові та спеціальні методи пізнання, комбінація яких у кожному конкретному випадку сприяє досягненню мети певного дослідження. Безумовно, у рамках цієї статті неможливо репрезентувати аналіз змін кожного з економічно-наукових методів; завдання такого масштабу не під силу навіть дослідженню монографічного рівня. Тому ми зосередимося на пошуку загального вектору методологічних та методичних трансформацій сучасних економічних досліджень.

На початку статті ми згадали об'єктивні зміни в реальності, які змушують науковців коригувати комплекс методів економіки, щоб вони відповідали новим умовам. Проте не менш важливим є безпосередньо науковий бекграунд методичних трансформацій економічних досліджень, тобто якісні зміни в самій науці економіці, що дозволяють виробити потрібний методичний арсенал.

Якщо охарактеризувати нинішній стан розвитку економічної науки, то слід виділити декілька особливостей, що відрізняють її сьогодні. Передусім фахівці звертають увагу на удосконалення математичного інструментарію: за останні десятиліття відбувся стрімкий розвиток математичного апарату, необхідного для дослідження економічних процесів, у першу чергу теорії екстремальних задач та специфічних методів аналізу даних, що становлять зміст економетрики.

Крім того, до аналізу економічних явищ застосовувалися щоразу новіші розділи математики: теореми про нерухомі точки, диференціальна топологія, теорія стійкості, функціональний аналіз тощо. Здається, не залишилося жодного розділу математики, якими би не користувалися в економіці.

Іншою тенденцією є поглиблене дослідження та узагальнення базових економічних моделей – моделі рівноваги Ерроу-Демсе, моделі оптимального росту, моделі рівноваги Неша тощо. До того ж економічна теорія потроху охоплює щоразу інші сфери економічної діяльності. Так, апарат теорії рівноваги та теорії ігор послугував основою для створення сучасних теоретичних моделей міжнародної торгівлі, податкообкладання та публічних благ, теорії виробничих організацій.

Крім того, завдяки комп'ютерним технологіям, зростанню обсягу економічних досліджень, стандартизації національних показників та створенню дослідних відділів у міжнародних організаціях на кшталт Світового банку та Міжнародного валютного фонду відбувається прогресивне зростання економічної інформації, яка є доступною для багатьох дослідників у різних країнах [3, с. 51–52]. Це стимулює розробку наукового інструментарію для економічно ефективного використання цієї інформації, яка, по суті, стає в постіндустріальному суспільстві головним товаром та ресурсом.

Таким чином, говорячи про напрями трансформації, які найчастіше спостерігаються при аналізі методів економічних досліджень, притаманних постіндустріальній епісі, пропонуємо зосередитися на таких головних трендах.

По-перше, це математизація економічної науки. Удосконалення математичного інструментарію спростило використання економіко-математичних методів, забезпечило можливості обробки великих масивів даних, створило сприятливе середовище для проведення економічних досліджень та симуляцій обчислювальних моделей загальної рівноваги. Використання цього арсеналу дедалі більше стає характерним атрибутом провідних аналітичних розвідок у галузі економіки. Доречним тут буде згадати висловлювання видатного економіста, лауреата Нобелівської премії з економіки П. Самюельсона: «Ніщо так не заважає стрімкому прогресу, як погана математична підготовка деяких економістів» [4].

Аргументом на користь тези щодо тенденції до математизації економічних методів може послугувати аналіз праць, за які було присуджено Премію Шведського державного банку імені Альфреда Нобеля з економічних наук: у період з 1969 р. по 2015 р. економісти отримали Нобелівську премію 47 разів, і з них лише 4 роботи, що заслужили таку високу оцінку, не містили економіко-математичного підґрунтя [5, с. 19].

Евристичні можливості математичних методів у економіці надзвичайно потужні; проілюструвати це можна обсягом їхнього застосування в економічних дослідженнях різної спрямованості та тематики. Так, методи елементарної математики використовують в традиційних економічних розрахунках: потреб підприємства в матеріальних ресурсах, при складанні балансу (матеріальних ресурсів, готової продукції), при перевірці обґрунтованості планів тощо; методи вищої математики (диференціальне та інтегральне обчислення, теорія ймовірності, методи аналітичної геометрії) – приміром, для факторного аналізу впливу факторів на

результативний показник. Методи математичної статистики (кореляційний аналіз, регресія, варіаційний ряд, закони розподілу, вибірковий метод, дисперсійний метод, компонентний аналіз) використовуються у тих випадках, коли зміни аналізованих показників можна представити як випадковий процес, а зв'язки, що виникають між показниками, є не детермінованими, а опосередкованими (непрямими), тобто має місце стохастична залежність між факторами. Найбільш поширеним у економічному аналізі із математико-статистичних методів є кореляційний аналіз.

У свою чергу, економічні методи (матричні балансові моделі, метод аналізу «витрати – випуск») базуються на синтезі трьох областей знань: економіки, математики і статистики. Найчастіше при використанні цього методу створюються складні економічні моделі, що адекватно відображають залежності між досліджуваними явищами та процесами. Методи математичного програмування – лінійного, блочного, нелінійного та динамічного – використовують здебільшого для вирішення задач оптимізації виробничо-фінансової діяльності та оцінки напруженості планових завдань. Методи дослідження операцій (керування запасами; розрахунки оптимальної заміни устаткування; теорія ігор; теорія масового обслуговування; сіткове планування) застосовують в економічному аналізі для розробки методів цілеспрямованих дій (операцій), кількісної оцінки прийнятих рішень та вибору ліпшого з них [6, с. 30].

Як видно з наведеного, у сьогоденні економічних досліджень спостерігається домінування такого методу, як математичне моделювання. Взагалі моделювання економічних явищ та процесів являє собою процес формалізації складних економічних відносин, що відтворює характеристики певного економічного об'єкта, завдяки чому дозволяє виявити особливості його функціонування й на цій основі передбачати поведінку при зміні будь-яких його параметрів. У математичній моделі всі взаємозв'язки перемінних оцінюються кількісно, що дозволяє отримати більш точний і надійний прогноз [7, с. 67].

Висновок про лідерство математичного моделювання серед економічних методів підтверджується результатами дослідження Д.С. Хамермеша, якій провів контент-аналіз публікацій у «American Economic Review», «Journal of Political Economy» і «Quarterly Journal of Economics» за останні 60 років. За отриманими даними, частка описових та теоретичних статей за вказаний час знизилася більш ніж у 2,5 рази, тоді як кількість статей, заснованих на методі моделювання, зросла майже в 4 рази [5, с. 20].

Діапазон застосування моделей у економічних дослідженнях є надзвичайно широким. Він включає і дослідження, метою яких є пошук конкретного рішення проблеми господарського характеру, і дослідження, спрямовані на експериментальну перевірку обраного рішення; і прогностичні виміри тенденцій подальшого розвитку великої економічної системи чи підприємства, і інтелектуально-евристичне конструювання теоретичних систем.

З напрямом математизації тісно пов'язана інша тенденція трансформації методів економічних досліджень – комп'ютеризація та цифровізація. Вона засновується на поєднанні великого математичного інструментарію (від класичного статистичного аналізу до

нових кібернетичних методів) та останніх досягнень у сфері інформаційних технологій. Сьогодні існує широкий спектр інформаційно-технологічних рішень, що забезпечують аналітичну підтримку наукових досліджень. Передусім ідеться про засоби бізнес-аналізу – і це цілком зрозуміло, адже метою багатьох економічних досліджень є отримання практично значущого результату у вигляді вирішення конкретної економічної проблеми конкретного підприємства. Проте зазначені засоби можуть бути застосовані також для розв'язання теоретичних задач.

Як яскравий приклад цифровізації економічної науки можемо навести використання в економічних дослідженнях технології Data Mining, що являє собою комплекс різних методів пошуку та аналізу даних на предмет знаходження нових, нетривіальних, практично корисних та доступних до інтерпретації знань, необхідних для прийняття рішень у різних сферах життєдіяльності людства. Data Mining гармонічно поєднує суворо формалізовані методи та методи неформального аналізу, тобто кількісний та якісний аналіз даних [8, с. 48].

До методів Data Mining належать штучні нейронні мережі, дерева рішень, символічні правила, метод найближчого сусіда та k-найближчого сусіда, метод опорних векторів, байєсовські мережі, лінійна регресія, кореляційно-регресійний аналіз; ієрархічні методи кластерного аналізу, неієрархічні методи кластерного аналізу, в тому числі алгоритми k-середніх і k-медіани; методи пошуку асоціативних правил, у тому числі алгоритм Apriori; метод обмеженого перебору, еволюційне програмування і генетичні алгоритми, різноманітні методи візуалізації даних та багато інших [8, с. 48].

Відповідно, пізнавальні можливості такої технології охоплюють евристичний потенціал усіх методів, що в сукупності складають Data Mining. За допомогою цього інструменту можна досліджувати динаміку економічного розвитку великих соціальних систем – держав та міжнародних об'єднань, виявляти в них закономірності та залежності; проектувати бізнес-процеси, виробництво, логістику тощо; прогнозувати економічну поведінку та особливості прийняття господарських рішень окремими індивідами – акторами економічного поля; вивчати та порівнювати велику кількість альтернатив, стратегій, робити сценарні розрахунки для прийняття раціональних економічних рішень тощо [9].

Зазначені тенденції – математизація економічних методів, домінуюча роль моделювання в економічному пізнанні, цифровізація економічних досліджень – і є, на наш погляд, найбільш виразними прикметами трансформаційного стану науки в період переходу суспільства до постіндустріального рівня розвитку. При цьому кожна з них є ознакою ще однієї помітної тенденції розвитку сучасної економічної методології – міждис-

циплінарності. За висновками науковців, економічна наука протягом останніх десятиліть розвивається шляхом складного накладення дедалі більш досконалого техніко-методичного інструментарію інших наук (теоретико-ігрового, економетричного, когнітивно-психологічного, модельно-імітаційного) на змістовні ідеї, що йдуть від практичних економічних потреб. Саме в результаті цього накладення виникають нові теоретичні підходи, і хоча значна частина зусиль витрачається на марні намагання, у деяких випадках дійсно вдається сформулювати нові пояснювальні схеми та виявити незвичні каузальні механізми. До того ж саме в цей спосіб відбувається удосконалення методичного інструментарію, і суттєву роль у цьому відіграють джерела натхнення, що існують поза межами економічної науки, у просторах між різними дисциплінами, – приміром, поведінкова економіка або теорія соціального контролю [10, с. 60].

Це доводить, що сучасний економіст має бути в певному сенсі новою «людиною доби Відродження», тобто мати різносторонні знання з арсеналу точних і гуманітарних наук. Крім уже згаданих вище математичного аналізу, математичної логіки, статистичних методів та інформаційних технологій, дослідник у галузі економіки має брати до уваги методичні конструкції та результати теоретичних пошуків соціології, психології, біхевіоризму та соціальної логіки тощо. Лише багатовимірне обстеження економічної реальності сьогодні слугує шляхом до отримання таких знань про об'єктивну дійсність, що адекватно її відображатимуть.

Висновки. Швидкий розвиток інформаційних технологій та плінність економіко-соціальних обставин сьогодення кидають економічній науці випробувальний виклик: нові умови ставлять нові задачі, розв'язати які за допомогою класичних методів досліджень виявляється неможливим. У такий спосіб зміни об'єктивної реальності детермінують модифікацію економіки, висуваючи сучасні вимоги до її інструментів вимірювання реальності – методів економічних досліджень. Намагаючись відслідкувати зумовлені запитом часу трансформації методичного інструментарію економіки, ми виділили чотири взаємопов'язані тенденції цього процесу: математизацію та цифровізацію методів економічних досліджень, домінуючу роль методу моделювання, прагнення до запозичення методів інших наукових дисциплін. Сьогодні в економічних дослідженнях, що виконуються як у рамках наукових програм, так і задля розв'язання практичних завдань, математичний інструментарій виміру економічної реальності поєднується з гуманітарним методичним забезпеченням реалізації аналітичних процедур, адже лише подібний поліаспектний аналіз здатен задовольнити пізнавальні потреби економічної науки постіндустріальної епохи.

Список використаних джерел:

1. Басовский Л.Е. История и методология экономической науки : учеб. пособие. 2-е изд., испр. и доп. Москва : ИНФРА-М, 2017. 212 с.
2. Костюк В.О. Конспект лекцій по дисципліні «Методика и организация экономических исследований». Харьков : ХНУГХ ім. А.Н. Бекетова, 2017. 86 с.
3. Полтерович В.М. Кризис экономической теории. *Экономическая наука современной России*. 1998. № 1. С. 46–66.
4. Samuelson P.A. The To-Be-Expected Angst Created for Economists by Mathematics. *Eastern Economic Journal*. 1994. Vol. 20. № 3. P. 267–273. URL: <https://www.jstor.org/stable/40325575> (дата звернення: 17.09.2021).
5. Юревич М.А., Чапенко И.П. Математизация экономической науки в зеркале библиометрии. *Terra Economicus*. 2016. Т. 14. № 3. С. 16–28.

6. Юрчук Н.П. Використання економіко-математичних методів в управлінні інноваційним розвитком економічних систем. *Інвестиції: практика та досвід*. 2015. № 18. С. 28–32.
7. Бондар О.А. Специфіка моделювання економічних процесів. *Економіка та держава*. 2013. № 5. С. 67–69.
8. Методология и методы научных исследований в экономике и менеджменте : пособие для вузов / под ред. Н. Б. Завьяловой, А.Н. Головиной. Москва–Екатеринбург, 2014. 282 с.
9. Самсонова Н.А. Методология моделирования социально-экономических систем. *Вестник ЦЭМИ РАН*. 2018. Вып. 4. URL: <https://cemi.jes.su/s11111110000000-3-1/> (дата звернення: 30.09.2021).
10. Болдырев И.А. Экономическая методология сегодня: краткий обзор основных направлений. *Журнал Новой экономической ассоциации*. 2011. № 9. С. 47–70.

References:

1. Basovskij L.E. (2017) *Istoriya i metodologiya ehkonomicheskoy nauki: ucheb. posobie* [History and methodology of economic science: textbook]. Moscow.
2. Kostyuk V.O. (2017) *Konspekt lekcij po discipline «Metodika i organizaciya ehkonomicheskikh issledovanij»* [Lecture notes on the discipline "Methodology and organization of economic research"]. Kharkov.
3. Polterovich V.M. (1998) *Krizis ehkonomicheskoy teorii* [The crisis of economic theory]. *Economic science of modern Russia*, no. 1, pp. 46–66.
4. Samuelson P.A. (1994) The To-Be-Expected Angst Created for Economists by Mathematics. *Eastern Economic Journal*, vol. 20, no. 3, pp. 267–273. Available at: <https://www.jstor.org/stable/40325575> (accessed 17 September 2021).
5. Yurevich M.A., Capenko I.P. (2016) *Matematizaciya ehkonomicheskoy nauki v zerkale bibliometrii* [Mathematization of Economics in the Mirror of Bibliometrics]. *Terra Economicus*, vol. 14, no. 3, pp. 16–28.
6. Jurcuk N.P. (2015) *Vykorystannja ekonomiko-matematychnykh metodiv v upravlinni innovacijnym rozvytkom ekonomichnykh system* [The use of economic and mathematical methods in managing the innovative development of economic systems]. *Investments: practice and experience*, no. 18, pp. 28–32.
7. Bondar O.A. (2013) *Specyfika modeljuvannja ekonomichnykh procesiv* [Specifics of modeling economic processes]. *Economy and state*, no. 5, pp. 67–69.
8. Zav'yalova N. B., Golovina A.N. (ed.) (2014) *Metodologiya i metody nauchnykh issledovanij v ehkonomike i menedzhmente: posobie dlya vuzov* [Methodology and methods of scientific research in economics and management: a guide for universities]. Moscow–Ekaterynburg.
9. Samsonova N.A. (2018) *Metodologiya modelirovaniya social'no-ehkonomicheskikh system* [Methodology for modeling socio-economic systems]. *Bulletin of CEMIRAS*, no. 4. Available at: <https://cemi.jes.su/s11111110000000-3-1/> (accessed 30 September 2021).
10. Boldyrev I.A. (2011) *Ehkonomicheskaya metodologiya segodnya: kratkij obzor osnovnykh napravlenij* [Economic methodology today: a brief overview of the main directions]. *Journal of the New Economic Association*, no. 9, pp. 47–70.