

УДК 330.45

Оксана ЛЯШЕНКО

## ОСОБЛИВОСТІ МЕТОДОЛОГІЇ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТРАНСФЕРУ ТЕХНОЛОГІЙ

**Резюме.** У статті узагальнено методологічні основи наукового пізнання з використанням математичного моделювання економічних процесів, що дало змогу ідентифікувати особливості методології економіко-математичного моделювання трансферу технологій як складової інноваційного процесу.

**The Summary.** In the article methodological bases of scientific cognition are generalized with the use of mathematical design of economic processes?, which gave possibility to identify the features of methodology of mathematical of technology transfer design as a constituent of innovative process.

**Ключові слова.** Модель, методологія, інноваційний процес, трансфер технологій, моделювання.

**Постановка проблеми.** Сучасну інноватику неможливо уявити без широкого застосування методології математичного моделювання, що є загальним методом дослідження об'єктів реального світу. Системний підхід до інноваційної діяльності та досвід використання моделювання в рамках економічних наук, у багатьох випадках, вимагає розгляду методологічних аспектів проблем моделювання. З одного боку, це стосується загальнотеоретичних питань – таких, як типізація математичних моделей та проблематика адекватності моделей у широкому розумінні. З іншого боку, – це численні проблеми, що виникають у теоріях економічних наук, у т. ч. і інноватиці при практичному використанні методів математичного моделювання. Сама собою методологія побудови моделей є застосуванням фундаментальних законів природи, варіаційних принципів, аналогій, ієрархічних ланцюжків і т. д. На відміну від класичного, академічного трактування методики математичного моделювання, на практиці велику увагу потрібно приділяти проблемі спілкування із замовником моделі – суб'єктом, для якого й в інтересах якого створюють модель.

**Мета роботи.** На основі узагальнення методологічних основ наукового пізнання з використанням математичного моделювання економічних процесів ідентифікувати особливості методології економіко-математичного моделювання трансферу технологій як складової інноваційного процесу.

**Виклад основного матеріалу.** Для повноти аналізу розглянемо енциклопедичні визначення методології. У праці [1, с. 39] наведене найпростіше визначення “Методологія (від “метод” і “логія”) – вчення про структуру, логічну організацію, методи й засоби діяльності.” У [2] визначено методологію як систему принципів та способів організації і побудови теоретичної і практичної діяльності, а також вчення про цю систему. Із позицій таких визначень проаналізуємо підходи до методології. Її протягом тривалого часу розглядали дослівно лише як вчення про методи діяльності (метод і логос – навчання), що обмежувало предмет аналізом методів. Зокрема у філософському словнику відзначено: “Методологія – 1) сукупність прийомів дослідження, застосованих в якій-небудь науці; 2) вчення про метод пізнання і перетворення світу” [3]. Таке вузьке трактування методології трапляється і до нині, зокрема у роботі [4]: – “Поняття “методологія” має два основні значення: система певних способів і прийомів, що застосовуються в тій або іншій сфері діяльності; вчення про цю систему, загальна теорія методу, теорія у дії.”

У наукових колах і у практиків склалося уявлення про те, що методологія цілком належить до наукової діяльності, але наукова діяльність є лише одним із специфічних видів людської діяльності, тому й всі інші професійні чи практичні види діяльності теж повинні підпадати під поняття методології. Із іншого боку, в гуманітарних та суспільних науках через недостатній рівень їх теоретичного розвитку дотепер помітна тенденція віднесення до методології всіх теоретичних конструкцій, що більш менш абстраговані, ніж найпоширеніші узагальнення та визначення.

Цю тезу підтверджують, зокрема, слова Г. Рузавіна: “...Головна мета методології науки – вивчення тих методів, засобів і прийомів, за допомогою яких отримують і обґрунтовують нове знання в науці. Але, окрім цього основного завдання, методологія вивчає також структуру наукового знання взагалі, місце і роль у ньому різних форм пізнання, методи аналізу та

побудови різних систем наукового знання...” [5, с. 34]. Окрім того, у фізико-математичних та в технічних науках поширені спрощені трактування методології як загального підходу до розв’язання певних задач, або сплутування методології з методикою – послідовністю дій для досягнення необхідного результату. Ці обидва трактування мають право на існування, але, на нашу думку, є дуже вузькими.

Деякі автори розділили методологію науки на два типи: дескриптивну методологію – про структуру наукового знання, закономірності наукового пізнання і т. д.; і нормативну (прескриптивну) методологію – спрямовану на регуляцію діяльності – систему рекомендацій та правил наукової діяльності [4]. Але такий розподіл, знову ж таки, призводить до неоднозначності предмету методології, але ми вважаємо, що тут йдеться лише про дві різні функції методології – описову і нормативну. Для такої невизначеності й багатозначності предмета методології, зрозуміло, були свої причини, дослідження яких не є нашим завданням, оскільки стосується інших наук, зокрема, філософії. Але такий поділ призвів до загальноприйнятості твердження, що вчені повинні займатися методологією або використовувати її в своїх дослідженнях лише на якомусь певному етапі. Ми вважаємо, що вченим – економістам потрібна методологія у її трактуванні як науки про організацію практичної діяльності, як інструмент діяльності для власних досліджень і вироблення практичних рекомендацій.

Протягом останніх десятиліть, почали формуватися методологічні школи та з’явилися публікації вчених, присвячені аналізу і науковому обґрунтуванню інноваційної діяльності – в освіті, економіці і т. д. [6]. Так, разом із методологією науково-дослідної діяльності почав формуватися новий напрям – методологія практичної інноваційної діяльності. На думку авторів [7], його необхідно розглядати в одному ракурсі, з єдиних позицій, а саме з позицій сучасного проектно-технологічного типу організаційної культури. У цілому ж, ймовірно, основною об’єктивною причиною існування різних неоднозначних тлумачень поняття “методологія” є та обставина, що людство перейшло в нову постіндустріальну епоху розвитку, що характерна зміною ролі науки в суспільному житті. Сьогодні, не можливо виділити окремо, суто специфічні, для певної конкретної науки методи та принципи дослідження. Особливості наукової діяльності, принципи пізнання і т. д. єдині для всієї науки загалом. Наприклад, вимоги до експерименту однакові і для фізики, і для хімії, і для будь-якої іншої галузі наукового знання. Або ж навпаки – вивчення та узагальнення передового досвіду широко застосовують в економіці, а у фізиці та хімії їх застосування не має сенсу. Зауважимо, що то лише специфіка застосування тих чи інших методів, а загальна структура методології науки єдина, що дає змогу, з одного боку, стверджувати, що загальні принципи, засоби, методи дослідження в різних науках одні й ті самі, хоча зміст досліджень в різних наукових галузях – різний.

Людську діяльність, як відомо, можна поділяти на діяльність репродуктивну і продуктивну [4, 7]. Репродуктивна діяльність є копією з діяльності іншої людини, або копією своєї власної, попередньо освоєної діяльності на рівні раз і назавжди засвоєних технологічних операцій у принципі вже організована й, очевидно, методології не потребує. Продуктивна діяльність, спрямована на отримання об’єктивно або суб’єктивно нового результату. Будь-яка науково-дослідна діяльність, *apriori*, завжди має на меті об’єктивно новий результат. Інноваційна діяльність може бути спрямована як на об’єктивно новий, так і на суб’єктивно новий результат. Саме у випадку продуктивної діяльності й виникає необхідність її організації, тобто виникає необхідність використання методології. Отже, ми вважатимемо методологією вчення про організацію продуктивної діяльності. Таке визначення однозначно детермінує і предмет методології – організація діяльності.

Таким чином методологія математичного моделювання має бути зорієнтована на моделювання процесів організації конкретних видів діяльності, а у контексті нашого дослідження – процесу організації трансферу технологій. Із огляду на вищенаведене, доречно розглянути зміст поняття “організація”. Відповідно до визначення, наведеного в [1.а.і.3], організація – 1) внутрішня впорядкованість, узгодженість взаємодії більш-менш диференційованих і автономних частин цілого, обумовлена його будовою; 2) сукупність процесів або дій, що спонукують до навчання і вдосконалення взаємозв’язків між частинами цілого; 3) об’єднання людей, які спільно реалізують деяку програму або мету і діють на основі певних процедур та правил (рис. 1).



Рис. 1. Зміст поняття “організація”

У нашому дослідженні поняття “організація” використано у двох значеннях, тобто і як процес, та як результат цього процесу. Науковці нині виділяють методологію наукової діяльності (методологію наукового дослідження), методологію практичної діяльності, методологію навчальної діяльності, а також працюють над розробленням основ методології художньої та ігрової діяльності [2-5]. Таким чином, конкретно-наукова методологія відображає організацію діяльності у цій галузі наук, впорядковує її в цілісну систему з чітко визначеними характеристиками, логічною і часовою структурами (рис. 2).

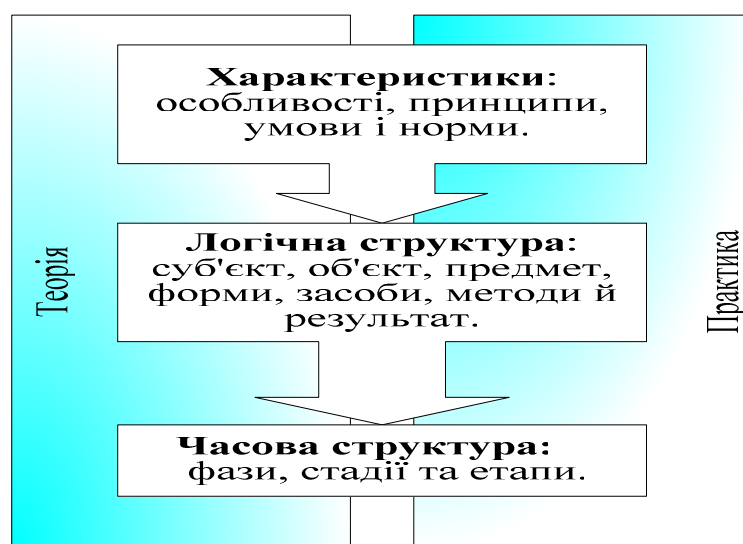


Рис. 2. Логічна структурна схема методології діяльності

Історично відомі різні типи культури організації діяльності, а сьогодні найпопулярнішим є проектно-технологічний тип, суть якого в тому, що продуктивна діяльність людини (або організації) розподіляється на окремі завершені цикли, котрі називають проектами. Таке розуміння і побудова методології дає змогу з єдиних позицій і в єдиній логіці узагальнити різні підходи до трактування поняття “методологія” і його використання в найрізноманітніших видах діяльності. Такий підхід дає змогу: – відкинути від методології традиційно зайві нашарування; визначити загальну логіку таких, широко обговорюваних у сучасній літературі питань, як інноваційна діяльність, проектування систем, трансфер технології та ін.; розглядати з єдиних позицій організацію основних видів людської діяльності: науково-дослідної, практичної і т.д.

Не зважаючи на широке застосування моделювання у різних галузях наук (природничих, суспільних) їх представники і до нині в поняття моделі вкладають зовсім різні значення. Спостерігається методологічна дихотомія: – інтуїтивно-логічний підхід представників гуманітарних наук протиставляється аналітико-прогностичному підходу, базованому на методах запозичених з точних наук. У свій час, математизація економічної науки

була обумовлена прагненнями дослідників до: формалізації своїх положень, ідей та гіпотез через преставлення їх у вигляді точних математичних форм і моделей; деідеологізації отриманих результатів; точного прорахунку і прогнозування певних економічних процесів і їх наслідків [8].

На ранньому етапі розвитку математичної економіки в XVIII-XIX столітті були окреслені причини необхідності застосування математики в економічних дослідженнях, зокрема, в роботі родоначальника математичного напрямку економічної теорії А. Курно: "Дослідження математичних принципів теорії багатств" датованій 1838 р. [9]. А в 1874 р. Л. Вальрас вказав, що теорія економіки дуже подібна на фізико-математичні науки, а тому чиста теорія створена математичними методами має передувати прикладній економіці. Нині математичний апарат став методологічною основою класу економічних задач що підлягають математичній формалізації. Як відзначив академік А. Колмогоров: "...в нерозривному зв'язку із потребами техніки і природознавства запас кількісних відносин і просторових форм, що вивчаються математиками безперервно розширюється так, що математичні категорії наповнюються все більш багатим змістом..." [10, с. 14]. Але, водночас, математизація економічних досліджень не сприймається як абсолют. Так, нобелівський лауреат Р. Лукас в 1993 р. писав: Чи "...можна набути знання про реальність за допомогою пера і паперу? Математичні моделі - це вигадані світи, придумані економістами. Всі розглянуті мною моделі могли б бути, але не були зіставлені з емпіричними спостереженнями. Не дивлячись на це, я вважаю, що процес створення моделей, в який ми залучені, абсолютно необхідний, і я не можу уявити собі, як без нього ми могли б систематизувати і використати множини наявних даних..." [11, с. 121].

На думку відомого російського економіста Г. Клейнера вирішальними чинниками наукового визнання, практично будь-якої нової економічної теорії або концепції є: – ступінь формалізації концепції потужними математичними методами, і унікальність одержаних математичних та економічних результатів [12]. Свідченням цього є той факт, що більшість Нобелівських премій у галузі економіки присуджена за міждисциплінарні роботи з економіки і математики.

Не дивлячись на великий історичний період розвитку математичного моделювання економіки проблеми у цій галузі наук є і нині, а саме: – різні моделі одного і того ж економічного процесу дають діаметрально протилежні результати; відсутність єдиної методологічної бази; не завжди можливо провести надійну перевірку на адекватність; існує можливість під будь-який економічний план формально створити макроекономічну модель; математичною мовою можуть бути записані як наукові теорії, так і помилкові концепції і т.п.

Тому при вирішенні питання про пропорційність використання економічного і математичного інструментарію в дослідженні реальної економічної ситуації чи процесу треба пам'ятати, що математика лише інструментарій в руках економіста-дослідника, і тому аналіз на засадах математичного моделювання повинен бути змістовним і максимально наближеним до реальності. Відзначимо, що багато фундаментальних проблем прикладного моделювання виявив І. Полетаєв [13]. Саме він першим звернув увагу на утилітарність математичних моделей, подавши оригінальну класифікацію моделей за метою використання: пошукова модель, портретна, вона ж - демонстраційна, – для заміни об'єкта в експерименті й, нарешті, дослідницька модель, що в сучасному розумінні означає орієнтацію на складний обчислювальний експеримент. І. Полетаєв окреслив ще одне досить важливе коло питань – про принципову суб'єктивність математичного моделювання [13]. Щонайменше два його висловлення мають принципове значення для нашого дослідження: 1) у задачі математичного моделювання крім об'єкта моделювання і моделі, обов'язково є суб'єкт моделювання, особа, зусиллями й в інтересах якої створюється модель; 2) роль суб'єкта моделювання – вирішальна, тому що саме його інтереси і переваги формують модель.

Математичні методи в економіці нині представлені у наступних наукових напрямках: математична економіка, математичне моделювання економіки і економіко-математичні методи.

Математична економіка більшістю науковців розглядається як математична теорія економіки у якій поєднані економічні аксіоми з методами математики. Цей науковий напрям передбачає використання досить високого рівня абстрагування, доказів теорем на базі сучасних, потужних математичних методів. Оскільки моделі економічних процесів базуються

на аксіомах, висновки виводяться з цих аксіом за допомогою методів дедукції, при цьому вважається, що математичні моделі математичної економіки строго формують економічні теорії у найбільш уніфікованій формі.

Хоча критики математичної економіки здебільшого вказують на неможливість перевірки правдивості економічних аксіом покладених в її основу, нобелівський лауреат 1976 р. з економіки Мілтон Фрідмен вказав, що економічні теорії повинні оцінюватися за якістю передбачення дійсності, а не за можливостями перевірки аксіом [14].

Математичне моделювання економіки, галузь наукового пошуку, що передбачає опис економічних явищ і процесів за допомогою математичних моделей, їх розробку, аналіз та адаптацію до реалізації засобами сучасних спеціалізованих прикладних програм. Економіко-математичні методи як сукупність спеціальних, прикладних математичних методів, що використовують дослідники для побудови математичних моделей реальних економічних процесів та для їх оцінки.

Необхідно відзначити, що є принципове розходження в методології математичного моделювання в її “чистому вигляді” [14] і в економічних науках. Воно полягає в тому, що в економічних науках математична модель не є самоціллю, а лише інструментом розв’язання завдання. І навіть якщо розв’язання економічної проблеми не потребує математичної моделі то відсутність математичного опису, як це не парадоксально, вважають найпростішою “неадекватною” моделлю процесу [14].

Процеси в сучасному суспільстві спричинили ускладнення економічних умов прийняття рішень щодо суспільних й приватних інтересів, що посилює інтерес до економіко-математичних методів, які дають змогу обрати найкращу стратегію й ухвалити найкраще рішення, хоча практика свідчить, що багато підприємців приймають рішення в певній мірі інтуїтивно. Назріла потреба переоцінки ролі математичних методів у економічних дослідженнях, а саме наскільки повно вони описують всі можливі рішення. При цьому, на нашу думку, слід уникати двох крайніх думок: повного заперечення використання математичних методів у економіці й, перебільшення ролі математики в економічних дослідженнях. Важливим є питання про міру застосовності математичних методів у всій системі дослідження економічних проблем. Тобто, наскільки математичні моделі економічних систем і процесів відображають реальні закони, за якими живуть економічні агенти. Повнота цього відображення деякою мірою залежить від мети дослідження.

Таким чином, моделювання можна розглядати як один із універсальних наукових методів пізнання людиною об’єктивної реальності. Багатозначність понять “модель”, “моделювання” утрудняє здійснення їх жорсткої класифікації. Проте всі пізнавальні прийоми, охоплювані цими поняттями в їх різних значеннях, засновані на “перенесенні” знання, витягнутого з побудови і аналізу моделі, на модельований об’єкт.

З іншого боку моделювання тісно пов’язане з експериментом, та й саме воно є особливим видом експерименту – модельним, специфіка якого порівняно з звичайним експериментом полягає в тому, що в процес пізнання вводять проміжну ланку – модель, як засіб і предмет експериментального дослідження. Завдяки цьому можливості експериментального дослідження значно розширюються, оскільки на моделях можна відтворювати і вивчати багато об’єктів, прямий експеримент над котрими економічно не вигідний або взагалі неможливий. Найважливішого значення модельний експеримент набуває тоді, коли об’єктом вивчення є ті аспекти явища, які фізично не можуть бути відокремлені від нього самого.

Моделі відтворюють різні аспекти, стадії, етапи процесу або процеси в цілому. Тому при дослідженні трансферу технологій вони дають змогу вивчати механізми реалізації цих процесів та умови їх виникнення, відтворювати вплив різних чинників на ці процеси й оцінювати результати такої дії. Зміни в економіці та внутрішня логіка розвитку спричиняє розвиток математичних методів і економічних систем, при цьому нові методи не відкидають старі, а відбувається взаємопроникнення, введення старих теорій у нові і т. д.

Специфіка застосування математики в різних наукових галузях значною мірою визначається особливостями процесу пізнання в них, які, у свою чергу, залежать від властивостей об’єкту дослідження, що, у свою чергу, визначаються заборонами та обмеженнями, що накладають на можливі рухи об’єкта в межах законів об’єктивної реальності.

Враховуючи це автор [15], підтверджує, що проблема математичного опису матеріального світу зводиться перш за все до пошуку описів різних механізмів відбору, що є основою причинності всіх реальних рухів матерії.

На основі цих і багатьох інших принципів відбору в природничих науках побудовані математичні моделі феноменологічної природи. Але феноменологічна база природознавства постійно розширюється, що призводить до ускладнення і узагальнення моделей. Основний шлях розвитку таких моделей – індуктивний, тобто рух від більш простих до складніших без заперечення дедуктивного. Одним з методів, який дає змогу одержувати класи спрощених моделей, є так званий асимптотичний метод, або асимптотичний аналіз.

Процес трансферу технологій – досить складний, динамічний процес, щої залежний від багатьох взаємопов'язаних факторів. Через це розв'язання ряду завдань управління ним, зокрема таких, як прискорення процесів трансферу, комерціалізації, їх оптимізація, можливе тільки за допомогою системного аналізу.

Такий аналіз зводиться, до ідентифікації динамічних характеристик і параметрів об'єкту на його концептуальній або математичній моделі, виявлення чинників, рушійних сил і сил впливу на його динаміку. Згадані моделі можна будувати як логічні, концептуальні, математичні або логіко-математичні на основі тих знань і уявлень про інноваційні процеси, які вже відомі, або як функціональні моделі, котрі, не розглядаючи сутності процесів, охоплюють лише рівняння, що встановлюють безпосередньо зв'язок між “входом” і основними виходом, характеристиками об'єкту (такими є здебільшого формальні моделі для опису процесів дифузії і заміщення).

Оскільки за нашим визначенням трансфер технологій є системою відносин між економічними агентами, ми маємо згадати і про мікро- і макropідходи до моделювання, що є загальноприйнятими при аналізі складних економічних систем. Перший підхід передбачає детальне дослідження мікроструктури системи економічних відносин і її складових, другий – ігнорує внутрішню структуру складових систем і відносин, концентруючись на макрорівні системі як одного цілого і передбачає дослідження її макроструктури.

На нашу думку, діалектичний взаємозв'язок цих двох підходів є змістом системного підходу до моделювання трансферу технологій. Зокрема, українські вчені О. Горбань, В. Бахрушин у роботі [1.a.i.16, с.74] вказують: “...Мікроскопічна точка зору є важливою для аналізу самого процесу, а макроскопічна – для прогнозування його кінцевого результату....”

Таким чином, можна зробити висновок, що математичне моделювання комерціалізації трансферу технологій, базоване на системному підході, має визначальну особливість – прагнення до охоплення, по можливості ширшого кола явищ і реальних процесів, на мікрорівні.

На відміну від неживої природи, процеси соціальної та економічної природи, одним з яких є трансфер технологій, не можна описати без вживання терміну “зворотний зв'язок”. Тобто, характер взаємодій тут визначений ще однією функцією управління, вибір якої тією чи іншою мірою довільний, в усякому разі, не впливає із законів збереження і не суперечить їм, цей вибір здійснюють для досягнення певної мети. При цьому треба пам'ятати, що для того, щоби зробити правильний вибір, економічному агенту потрібна така інформація, котра дає змогу або досягти мети (як мінімум), або досягти її найкращим чином (як максимум).

Відповідно, для опису біотичних процесів необхідно мати уявлення про структуру зворотних зв'язків, реалізовуваних функціями поведінки. Але аргумент функції поведінки – це відстань до гомеостатичної межі існування організму. Значить, перший необхідний крок будь-яких системних досліджень, що досліджують математичні моделі, – визначення межі гомеостазу, тобто критичних значень параметрів навколишнього середовища. Другий – встановлення реакції на відхилення від цієї межі, тобто визначення функцій поведінки [1.a.i.1717].

Тут також можливе застосування асимптотичних методів і методів агрегації, але поки що для цього мало зроблено. Так, щоби зрозуміти природу такого рівня організації матерії, необхідно взяти до уваги діалектичну єдність протилежностей, породжуваних наявністю гомеостазу і рефлексивністю, тобто дією тієї системи зворотних зв'язків, яка виникає на цьому рівні. Через систему конфліктів згадані суперечності стимулюють розвиток і ускладнення (вдосконалення) організації. Ця внутрішня суперечність визначає специфічну структуру кожної

конкретної системи моделей і породжує труднощі з узгодження моделей різних рівнів, без подолання яких неможливо говорити про системність множини моделей.

Таким чином, моделювання трансферу технологій має свою специфіку, як і будь яка інша сфера моделювання суспільних взаємодій, що висуває нові вимоги до застосування математичних методів у дослідженні трансферу технологій:

- у міру розвитку трудової діяльності людини безперервно ускладнюється суспільна організація, виникає велика різноманітність гомеостатичних множин, ускладнюються цілі, прагнення а тому – суперечності. Разом із ускладненням організації економічних відносин у трансфері технологій структура зворотних зв'язків ускладнюється;
- при побудові моделі не можна не враховувати поступовий розвиток інтелекту й, отже, здатності індивідуума дедалі більше розуміти наслідки своїх дій, ступінь їх впливу на характер гомеостатичної стабільності. Саме завдяки цьому реакції втрачають рефлексивність, і при аналізі зворотних зв'язків стає необхідним враховувати процеси опрацювання інформації і ухвалення рішень;
- необхідно враховувати характер поінформованості суб'єкта, рівень інтелекту, реакції, особливості процесів прийняття рішень, тобто весь логічний ланцюжок, що може привести до тих або інших наслідків.

Специфікою застосування математичних методів у трансфері технологій є також необхідність опису суперечливої єдності стратегічних інтересів та цілей його окремих суб'єктів. Тому, залежно від мети дослідження треба виділяти систему економічних відносин у трансфері технологій певного рівня і розглядати її як одне ціле, зважаючи на те, що при цьому відповідно до вибраного рівня деталізації виникають свої особливості застосування математичних методів, які й визначають ступінь застосовності того або іншого методу та його ефективність.

Особливості економічних завдань вирішуваних у трансфері технологій спричинені різноманітністю економічних відносин між його суб'єктами, що приводить до того, що такі економічні завдання можуть мати велику кількість невідомих, різні динамічні зв'язки. В цьому контексті необхідно врахувати висновок автора роботи [17] про те, що характерною рисою економічних завдань є множинність можливих рішень. У той же час для управління потрібна при можливості мінімальна кількість варіантів, і бажано якнайкращих. Тому особливістю економіко-математичних задач у трансфері технологій є те, що це задачі екстремальні, що, у свою чергу, передбачає наявність цільової функції.

Стосовно критеріїв оптимальності, слід зазначити, що на практиці часто виникає ситуація, коли доводиться брати до уваги одночасно ряд показників ефективності (наприклад, максимум рентабельності та прибутки від реалізації інноваційного проекту і кінцевої продукції і т.д.). Це пов'язано не тільки з формальними труднощами вибору та обґрунтування єдиного критерію, а й із багаточисельністю діяльності економічних агентів.

Окрім усього вищевикладеного, треба враховувати, що існує ще одна особливість економічних задач у трансфері технологій: – наявність обмежень на ресурси. Випадковість чинників, що впливають на систему економічних зв'язків, передбачає стохастичність техніко-економічних коефіцієнтів, коефіцієнтів цільової функції, що також є особливістю моделювання процесів прийняття рішень у трансфері технологій.

Разом із тим, часто трапляються умови, коли залежність між різними змінними в цільовій функції нелінійна, при чому основна частина таких задач виникає при моделюванні ринкової поведінки. При цьому, окрім нелінійної залежності, зустрічається така особливість, як необхідність урахування поведінки конкурентів. Ще однією загальною особливістю економічних задач є дискретність. Ця цілочисельність витікає з природи об'єктів та предметів, якими оперує економічна наука. При цьому дискретність характерна не тільки для об'єктів планування, але і часовим проміжкам, у середині яких здійснюють планування, що спричиняє введення ще однієї дискретної змінної – часової.

Не слід забувати і про те, що система економічних відносин, якою за нашим визначенням є трансфер технологій – не статична сукупність елементів, а система, що постійно розвивається, змінюється під дією зовнішніх та внутрішніх факторів. Отже, виникає ситуація, коли рішення, прийняті раніше, детермінують частково або повністю рішення, прийняті пізніше [18]. Таким чином, економічні завдання, що виникають у процесі трансферу технологій

і розв'язуються математичними методами, мають специфіку, що залежить від особливостей економічних систем, як вищих форм руху порівняно з технічними системами. Ці особливості економічних систем зробили недостатніми ті математичні методи, які “виросли” з потреб інших наук. Тобто, був розроблений новий математичний апарат, до того ж не набагато складніший, а такий що враховує особливості економічних систем.

Оскільки, у системі економічних наук чільне місце займає економічна теорія: вона є теоретичною і методологічною основою всього комплексу економічних наук; тому застосовувати математичні методи в економіці почали саме в економічних дослідженнях теоретичної спрямованості. Родоначальники математичної школи розглядали математичні методи, математичне моделювання зв'язків між елементами економічної системи як методи дослідження, а не як методи викладу, ілюстрацій економічних станів і законів, отриманих іншим шляхом. Представники цієї школи за допомогою математичних методів прагнули не лише розв'язати окремі проблеми економічної теорії, а й охопити весь економічний процес, дати загальну картину взаємозалежності всіх економічних явищ.

Відомі концептуальні моделі інноваційних процесів здебільшого малопридатні для розроблення якихось універсальних пропозицій щодо дослідження процесу трансферу технологій на базі математичних методів. В той же час з урахуванням особливостей інноваційних процесів можна сформулювати ряд вимог, що має задовольняти модель інноваційного процесу, яка забезпечує ефективне розв'язання економічних задач у трансфері технологій, а саме:

- врахування основних рушійних факторів, зокрема виправдане з економічної точки зору розбиття всього процесу на окремі етапи з виділенням найістотніших параметрів для тієї або іншої задачі;
- одночасна побудова функціональних моделей, що імітують поведінку оригіналу, його функціональну залежність від зовнішнього середовища та аналітичних моделей, що дають змогу одержати явні залежності необхідних величин від змінних і параметрів, що характеризують конкретні процеси трансферу технологій;
- фізична наочність моделі та обмеження числа експериментально визначуваних характеристик процесу;
- врахування ролі середовища і зовнішніх дій;
- врахування взаємозв'язку різних факторів і параметрів процесу для простоти чисельної реалізації на ПК.

Процес дослідження трансферу технологій на основі економіко-математичних методів і моделей можна умовно представити у вигляді послідовних логічних етапів:

- Формулювання загального завдання, відповідно до якого треба фіксувати об'єкт дослідження – процес трансферу технологій як єдине ціле (чи певний етап цього процесу), вплив на нього різного роду зовнішніх і внутрішніх факторів.
- Формулювання вимог до початкової інформації і її адекватності.
- Вивчення найпростіших властивостей модельованого об'єкту і висування гіпотез про характер його розвитку.
- Побудова моделі об'єкту і її дослідження.
- Аналіз моделі з метою отримання кількісних і якісних висновків.

Використання моделей у інновації, як і взагалі в економіці, має певні межі застосування: не вся інформація про економічні та інноваційні процеси, фактори впливу може бути формалізована на той чи інший час, і не вся є доступною. Слід зауважити, що і не всяка модель піддається теоретичному аналізу. Крім того, іноді при розв'язанні деяких конкретних завдань обсяг обчислень і число параметрів можуть бути настільки великими, що виникає проблема обмеження (з технічної або економічної точки зору) застосовності моделі навіть за умови використання дуже досконалих комп'ютерів. Тому використання моделювання для дослідження інноваційних процесів слід доповнювати іншими методами. І, навпаки, методи та результати моделювання можуть виявитися корисними при дослідженні інноваційних процесів за допомогою інших методів. У цілому ж можна стверджувати, що створення математичних, логіко-математичних, концептуальних та інших моделей є цінним методом дослідження інноваційних процесів. Їх розроблення і вдосконалення сприятиме розвитку теоретичної і



практичної бази інноватики. Математичне моделювання і формалізація інноваційних процесів сприяє об'єктивності планування інноваційного розвитку на різних рівнях економічної системи, дає змогу сформувати надійний базис прогнозування економічного розвитку на державному рівні, а також для вибору найбільш ефективних технологічних нововведень і підвищення достовірності маркетингових досліджень окремими підприємствами. Важливого значення, за словами В. Соловйова, при цьому набуває якість інформаційних моделей, що описують варіанти технологічних рішень, конкурентні відносини на ринку інновацій, процеси реалізації нововведення, перетворення його на конкретний економічний або соціальний результат [19, с. 421].

**Висновок.** Методологія економіко-математичного моделювання процесів трансферу технологій має бути сфокусована не стільки на виявленні певних усереднених закономірностей цих процесів на фоні інших динамічних параметрів економічної системи, а повинна дати можливість ідентифікувати передумови цієї взаємодії, встановити ті найбільш значущі чинники трансферу технологій, які можуть бути оперативно зафіксовані і використані для прийняття управлінських рішень у сфері трансферу технологій на усіх рівнях.

### **Використана література.**

1. Большая Советская Энциклопедия. 3-е издание. – М. : Советская Энциклопедия, 1968–1979. – 1896 с.
2. Философский словарь / [под ред. М.М. Розенталя]. – изд. третье. – М. : Изд-во политической литературы, 1972. – 678 с.
3. Философский энциклопедический словарь. – М. : Сов. Энциклопедия, 1983. – 987 с.
4. Основы философии науки: Учебное пособие для аспирантов / В.П. Кохановский [и др.]. – Изд. 2-е. – Ростов н/Д: Феникс, 2005. – 564 с.
5. Рузавин Г.И. Методология научного исследования / Рузавин Г.И. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 1999. – 236 с.
6. Семиноженко В. Інтелектуальна економіка, майбутнє України / В. П. Семиноженко // Проблеми науки. – 2001. – № 6. – С. 2–15.
7. Методология: вчера, сегодня, завтра. В 3-х тт. [ред.-сост. Крылов Г.Г., Хромченко М.С.]. – М. : Изд-во Школы Культурной Политики, 2005. – 435 с.
8. Тейл Г. Экономические прогнозы и принятие решений / Г. Тейл – М. : Статистика, 1971. – 488 с.
9. Економічна енциклопедія: у 3 томах. / [редкол.: Мочерний С. В. (відп.ред.) та ін.]. – К. : Академія, 2001. Т. 2 – 2001. – 848 с.
10. Колмогоров А. О профессии математика / А. Н. Колмогоров – М.: Изд-во Московского Университета, 1988. – 32 с.
11. Лутченко В. Ученые-экономисты – лауреаты Нобелевской премии. 1993 год (Лукас-младший) / В. Лутченко, В. Макаренко // Маркетинг: 1997. - №3. - С.118-130.
12. Мезоэкономика переходного периода: рынки, отрасли, предприятия / Под ред. Г.Б. Клейнера. РАН. Центральный экономико-матем. ин-т. - М.: Наука, 2001. - 515 с.
13. Полетаев И. О математических моделях в биогеоценозах / И.А. Полетаев // Проблемы кибернетики. – 1966. – вып. 16. – С.76–90.
14. Фридмен М. Методология позитивной экономической науки / Милтон Фридмен // THESIS. – 1994. – Т. II. – Вып. 4. – С. 29-30.
15. Моисеев Н.Н. Математик задает вопросы.(Приглашение к диалогу) / Н.Н. Моисеев – М., "Знание", 1975. – 191 с.
16. Горбань О.М. Основи теорії систем і системного аналізу: Навчальний посібник / О.М. Горбань, В.С. Бахрушин - Запоріжжя: ГУ "ЗІДМУ", 2004. – 204 с.
17. Взятых В. Ф. Введение в методологию инновационной проектной деятельности. / В.Ф. Взятых – М. : «ЕЦК», 2002. – 324 с.
18. Ляшенко О. М. Моделі комерціалізації та трансферу технологій в умовах глобального середовища / О.М. Ляшенко. – Тернопіль: Економічна думка, – 2007. – 366 с.
19. Соловьев В.П. Инновационная деятельность как системный процесс в конкурентной экономике (Синергетические эффекты инноваций): монография / В.П. Соловьев. – К.: Феникс, 2006. – 560 с.