

## **ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ЕКОНОМІЦІ**

**Гусак Л.П.,**  
канд. пед. наук, доцент,  
Вінницький торговельно-економічний інститут КНТЕУ

### **ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ І МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ**

В умовах удосконалення економічної системи держави, прогнозування стає одним з вирішальних наукових факторів формування стратегії і тактики суспільного розвитку.

Сучасні умови вимагають максимального розширення фронту прогнозування, подальшого удосконалення методології і методики розробки прогнозів. Чим вищий рівень прогнозування процесів суспільного розвитку, тим ефективнішим є планування і керування цими процесами в суспільстві.

Прогноз – це науково обґрунтоване, ймовірне судження про можливі стани об'єкта в майбутньому, про альтернативні шляхи і терміни його здійснення; це наукова модель майбутньої події, явища. Відповідно, процес формування прогнозів називається прогнозуванням.

Прогнозуванням називають систематичний метод отримання оцінок майбутніх значень економічних показників, що базується на аналізі спостережень за їх минулим. Метою прогнозування є спонукання до роздумів про те, що може статися у зовнішньому середовищі і до яких наслідків це приведе.

Методи прогнозування збагачуються і удосконалюються прискореними темпами. Особливу роль в цьому відіграють два чинники. Перший – це економічні кризи останньої чверті ХХ століття. Вони змусили економістів і менеджерів вишукувати нові адекватні методи управління. Другий чинник пов'язаний з швидким поширенням інформаційних технологій та комп'ютерної техніки. Ці засоби зробили загальнодоступними аналіз перспектив і прогнозування. Вони дозволили автоматизувати, спростити і прискорити виконання величезного числа функцій планування і контролю. Основними вимогами до цієї інформаційної бази є:

- вірогідність кількісних характеристик показників;

- достатність і комплектність надаваної інформації;
- системність надаваної інформації, що припускає можливість взаємного зв'язування показників різних інформаційних блоків і рівнів;
- порівнянність, тобто несуперечність кількісних характеристик різних показників один одному.

Для проведення прогнозних розрахунків використовують такі три основні джерела інформації:

- 1) накопичений досвід, заснований на знанні закономірностей протікання і розвитку досліджуваних явищ, процесів, подій;
- 2) екстраполяція існуючих тенденцій, закон розвитку яких добре відомий;
- 3) побудова моделей прогнозованих об'єктів стосовно до очікуваних або намічуваних умов.

Процес прогнозування завжди ґрунтується на певних принципах:

- цілеспрямованість – змістовний опис поставлених дослідницьких завдань;
- системність – побудова прогнозу на підставі системи методів і моделей, що характеризуються певною ієрархією та послідовністю;
- наукова обґрунтованість – всебічне врахування вимог об'єктивних законів розвитку суспільства, використання світового досвіду;
- багаторівневий опис – опис об'єкта як цілісного явища і водночас як елемента складнішої системи;
- інформаційна єдність – використання інформації на однаковому рівні узагальнення й цілісності ознак;
- адекватність об'єктивним закономірностям розвитку – виявлення та оцінювання стійких взаємозв'язків і тенденцій розвитку об'єкта;
- послідовне вирішення невизначеності – поетапна процедура просування від виявлення цілей та умов, що склалися, до визначення можливих напрямів розвитку;
- альтернативність – виявлення можливості розвитку об'єкта за умови різних траєкторій, різноманітних взаємозв'язків і структурних співвідношень. [6]

Прогнозування виконує три основних функції і має три стадії:

- передбачення можливих тенденцій змін у майбутньому, виявлення закономірностей, тенденцій, факторів, які обумовлюють ці зміни (дослідницька стадія);

- виявлення альтернативних варіантів впливу на розвиток об'єкта в результаті прийняття тих чи інших рішень, оцінка наслідків реалізації цих рішень (стадія обґрунтування управлінських рішень);
- оцінка ходу та наслідків виконання рішень, непередбачених змін зовнішнього середовища, щоб вчасно скоординувати рішення (стадія спостереження і корекції). [7]

Одним з важливих напрямків прогнозування суспільного розвитку є економічне прогнозування.

Економічне прогнозування – наукова економічна дисципліна, що має своїм об'єктом процес конкретного розширеного відтворення, а предметом – пізнання можливих станів функціонуючих економічних об'єктів у майбутньому, дослідження закономірностей і способів розробки економічних прогнозів.

Економічне прогнозування – це процес розробки економічних прогнозів, заснований на наукових методах пізнання економічних явищ і використанні всієї сукупності методів, засобів і способів економічної прогностики.

Основна функція економічного прогнозування передбачити найбільш ймовірні проблеми економічного розвитку в найближчій і віддаленій перспективі, пошук найбільш кращого шляху для економічного зростання підприємства і вибірка найбільш перспективної стратегії для зміцнення позицій на ринку.

Економічне прогнозування розглядається у вузькому і широкому сенсі. У першому випадку прогнозування пов'язане з передбаченням майбутніх значень економічних параметрів і показників. У другому – економічне прогнозування дозволяє провести аналіз економічної ситуації в цілому, з акцентом на закономірності процесів і явищ. Таким чином, у другому випадку на перший план висуваються виявлення і систематизація результатів стратегічних чи інших альтернатив, аналіз наслідків, пов'язаних з реалізацією кожної з них.

Прогноз не може будуватися на інтуїтивних і слабоструктуризованих уявленнях про майбутнє, а передбачає внесення дуже суворого порядку в наявну інформацію про об'єкт у відповідності до достатньо ясно сформульованої мети прогнозування. При проведенні прогнозування передбачається:

- як максимум визначення стану зовнішнього середовища, на яку фірма не може вплинути;

- як мінімум прогнозування стану фірми за відсутності змін у зовнішньому середовищі і збереженні її діяльності без зміни величини і структури ресурсів, що використовуються.

Достовірність та якість прогнозу і є мірою адекватності, коректності отриманих розв'язків.

В умовах переходу до ринкових відносин застосування економіко-математичних моделей з метою прогнозування складних статистичних сукупностей стає актуальним, оскільки інструмент, який застосовується для аналізу, адекватний об'єкту, який аналізується – ринковій економіці.

Прогнозування економічних показників є етапом економіко-математичного моделювання, яке ґрунтується на принципі аналогії, тобто можливості вивчення об'єкта не безпосередньо, а через розгляд іншого, подібного до нього і більш доступного об'єкта, його моделі. Математичною моделлю прийнято вважати наближений опис якогонебудь класу явищ або об'єктів реального світу на мові математики.

Економіко-математичне моделювання являє собою опис економічних процесів і явищ у вигляді економіко-математичних моделей. Економіко-математичні моделювання необхідно, перш за все, для однозначного формулювання проблем.

Виявлення закономірності у даних є процесом моделювання, а прогнозування – процес перетворення інформації, виявленої у закономірностях.

Економічне прогнозування, яке тісно пов'язане з іншими видами управлінської діяльності, в першу чергу з плануванням, дозволяє:

- виявити тенденції, що ведуть до загострення протиріч, і вжити заходів щодо їх вирішення за рахунок модернізації існуючих структур;
- передбачити імпульси, очікувані з боку науково-технічного прогресу;
- виявляти і визначати напрямки, які вимагають найбільш пильної уваги і виявляти альтернативи по кожному з них;
- формувати варіанти прогнозу, що заслуговують спеціального аналізу;
- оцінювати наслідки рішень, пов'язаних з кожним з цих варіантів;
- формувати рекомендації плановим органам.

Прогнозування – це перший крок у плануванні, яке здійснюється за допомогою системи національних рахунків або системи регіональних рахунків та економетричних моделей.

Застосування економетричних моделей можна обґрунтувати наступними причинами:

- по-перше, механізм регулювання виробництва, споживання, обміну і розподілу в економіці характеризується комплексом централізованих і автономних рішень, наслідки яких можуть бути описані тільки як стохастичні процеси. Саме для моделювання таких процесів призначений економетричний аналіз. Тільки на його основі можливо встановити, між якими економічними показниками виникають залежності, який аналітичний характер відносин і взаємозв'язків між економічними явищами і які їх числові значення;

- по-друге, використання науково обґрунтованих комплексних економетричних моделей дозволяє проводити змістовний аналіз і прогноз розвитку економіки. Економетричні методи дають можливість, крім основних варіантів прогнозів, моделювати безліч наступних варіантів, в яких в результаті передбачуваних змін економічної політики змінюються окремі задані ззовні (екзогенні) змінні. Таке використання економетричних моделей дозволяє визначати наслідки ряду прогнозних варіантів розвитку і одночасно забезпечує узгодженість і ув'язку досліджуваних показників;

- по-третє, економетричні моделі є досить ефективним інструментом контролю за пропорціями розвитку економіки. Комплексні економетричні моделі відображають в сукупності структурні і динамічні зміни, які відбуваються. Це дозволяє перевіряти дотримання основних пропорцій найважливіших показників протягом визначеного періоду і дає інформацію для вироблення рішень про найбільш доцільні заходи економічної політики.

Головна мета побудови економетричних моделей – отримання ефективного інструменту прогнозування.

Економетричні задачі можна класифікувати за кінцевими прикладними цілями на дві основні:

- прогноз соціально-економічних показників, що характеризують стан аналізованої системи;

- імітація можливих сценаріїв соціально-економічного розвитку аналізованої системи.

Кожна економетрична модель виходить з певної економічної закономірності, яку необхідно економічно сформулювати і кількісно визначити на основі статистичних даних. Економетричні моделі полегшують обробку великих масивів інформації й оцінку різних альтернативних варіантів розвитку. Їх використання дозволяє одержати внутрішньо погоджені прогнози.

Економічний зміст економетричних моделей вичерпується взаємозв'язками макроекономічних величин на окремих фазах процесу

відтворення, які виражені рівняннями моделі. У зв'язку з цим економетричні моделі містять такі основні змінні й співвідношення: обсяг виробленої продукції, доходи та споживання, капіталовкладення й основні фонди, рівень зайнятості й безробіття, обсяги зовнішньої торгівлі. [1]

Моделювання економічних процесів – це частина області застосування математичних методів і моделей в аналізі, плануванні, організації та управлінні народним господарством. Воно являє собою складну роботу, яка складається з ряду послідовних і взаємозв'язаних етапів на стадіях:

1) ідентифікації проблеми, тобто формулювання завдання і цілі дослідження;

2) побудови моделі, тобто вибирається модель, яка найбільш підходить для адекватного опису досліджуваної системи;

3) рішення поставленої задачі за допомогою математичної моделі, яке отримують за допомогою апробованих оптимізаційних методів; при цьому модель призводить до оптимального рішення задачі;

4) перевірки адекватності моделі, яка полягає в зіставленні отриманих результатів з характеристиками системи. Якщо при аналогічних вхідних параметрах модель досить точно відтворює поведінку системи-оригіналу, то вона вважається адекватною;

5) реалізації результатів дослідження, під час якої необхідно оформити кінцеві результати дослідження у вигляді детальних інструкцій, які повинні бути складені таким чином, щоб вони легко сприймалися особами, відповідальними за управління економічною системою і забезпечення її функціонування.

До складу економетричних моделей входять функціональні регресійні і балансові рівняння, які кількісно визначають взаємозв'язки і пропорції між макроекономічними величинами на всіх фазах процесу відтворення.

Одним з основних підходів у вимірі зв'язку між досліджуваними показниками в економетричній моделі є кореляційно-регресійний аналіз. Основними задачами регресійного аналізу є: встановлення виду залежності між змінними; вивчення залежності між ними, тобто визначення функції регресії; оцінювання невідомих значень залежної змінної. Основними задачами кореляційного аналізу є: виявлення зв'язку між змінними; оцінка ступеня його тісноти та значимості; відбір чинників, які найбільш суттєво впливають на залежну змінну. Засобами цього аналізу є парні, частинні і множинні коефіцієнти кореляції.

Змінні величини, що входять до економетричних моделей розподіляються на такі групи:

- зовнішні змінні (екзогенні) – змінні, які визначаються поза даною моделлю і вважаються для моделі заданими. До екзогенних змінних належить і багато типів спеціально введених штучних змінних, що виражають вплив таких факторів, пряме статистичне вимірювання яких або неможливе, або недостатнє:

- змінні, створені на основі непрямих даних, наприклад, вплив погоди на обсяг виробництва сільськогосподарської продукції;
- лінійні й нелінійні часові тренди;
- штучні змінні, що виражають якісні або невимірювані фактори;
- інші допоміжні змінні, такі, як авторегресійні змінні тощо;

- внутрішні змінні (ендогенні) – змінні, які визначаються відповідними рівняннями моделі і є предметом дослідження. До ендогенних змінних належать здебільшого обсяг національного виробництва, рівень безробіття, рівень зайнятості, обмінний курс, тощо;

- передвизначені змінні – це екзогенні й лагові (узяті із запізненням) ендогенні змінні;

- пояснючі змінні – це передвизначені змінні та ті ендогенні змінні, які у відповідні рівняння підставляються з інших рівнянь моделі. [2]

До практичних проблем, які виникають в процесі розробки економетричної моделі, можна віднести наступні: перше – якість статистичних даних; друге – використання дефляторів для перекладу показників у незмінні ціни; третє – можливість включення в модель умовних змінних.

Істотний фактор, від якого залежить якість моделі, – це якість статистичних даних. До факторів, що визначають якість статистичних даних, відносяться наступні:

1) зміни, зумовлені переходом від методів суцільного спостереження до методів вибіркового обстеження;

2) неналагодженість первинного обліку в зв'язку з впровадженням нових форм статистичної звітності та бухгалтерського обліку;

3) методологічні питання розрахунку агрегованих показників.

Готуючи статистичні матеріали до побудови економетричних моделей, необхідно пам'ятати, що вони мають бути деталізовані та отримані в необхідному обсязі. Забезпечення комплексності та порівняльності даних потребує проведення різноманітних попередніх розрахунків.

Рівняння, що пояснюють основні економічні явища, становлять ядро економетричної моделі. Кожне таке рівняння за допомогою

пояснюючих змінних виражає механізм формування певної ендогенної (залежної) змінної. В комплексних економетричних моделях в основному використовуються лінійні регресійні рівняння, які однак не обмежуються зв'язками прямої пропорційності між парами змінних, а виражають вплив множини пояснюючих факторів на залежні змінні. Коефіцієнти (параметри) регресійних рівнянь кількісно визначаються зі статистичних часових рядів (або з вибіркового даних) окремих змінних, причому враховується стохастичний характер розрахованих параметрів, і на основі тестів перевіряється їх статистична значущість. Параметри регресійного рівняння можуть бути застосовані до всіх періодів або спостережень, які обрані для їх кількісного визначення. Серед пояснюючих змінних можуть бути ендогенні, екзогенні змінні і змінні з попередніх періодів (динамічні фактори).

Тотожності (балансові рівняння) у макроекономічних моделях виражають балансові зв'язки між деякими змінними і поєднують регресійні рівняння в систему одночасних рівнянь, яка виражає також зворотні зв'язки між змінними.

Складні макроеконометричні моделі ставлять особливо жорсткі вимоги до кількісного визначення параметрів регресійних стохастичних рівнянь, що з методологічної точки зору найбільш складно.

Використання комплексної моделі для моделювання і прогнозування може також вимагати перетворення моделі до зведеної форми з обчисленням матриць мультиплікаторів, екстраполяції екзогенних змінних і одночасного розрахунку прогнозів ендогенних змінних.

При конструюванні моделей кожне рівняння має бути кількісно визначене у варіантах, які перевіряються за допомогою методів математичної статистики. Найкращі альтернативи мають економічне тлумачення, і їх кількісне значення уточнюється через використання методів оцінки одночасних систем рівнянь. Потім перевіряється функціонування моделі в цілому. [5]

Сучасні економетричні моделі характеризуються більш детальним розробленням комплексних моделей. Системи моделей створюються на рівні окремих країн (французька, італійська, німецька), на рівні господарств кількох країн (західноєвропейських, східноєвропейських, Америки і Канади та ряду інших) і на рівні світового господарства в цілому.

На даний час складні і до кінця не визначені причинно-наслідкові взаємозв'язки показників. До цих пір не розроблена методика встановлення основних регресійних залежностей між важливими економічними показниками. У різних моделях ці питання вирішуються



неоднозначно, що призводить до істотних відмінностей у змісті аналогічних рівнянь. Для моделювання взаємозв'язків економічних показників на окремих стадіях відтворення включаються такі стандартні функції:

- виробничі, що відображають залежність випуску продукції від виробничих ресурсів, головним чином робочої сили і основних фондів. Як фактори виробництва враховуються також природні ресурси і тренд науково-технічного прогресу;

- інвестиційні, що характеризують залежність обсягу капіталовкладень від виробленого національного доходу або випуску продукції, потреби в основних фондах, амортизаційних відрахуваннях і деяких інших чинників;

- функції попиту і споживання. Ці рівняння моделюють залежність попиту від величини грошових доходів населення і розмірів сім'ї, споживання – від рівня цін, обсягів виробництва, імпорту;

- функції зайнятості, що відображають залежність величини трудових ресурсів від чисельності населення в працездатному віці і різних демографічних показників;

- функції міжрегіонального обміну, що характеризують залежність імпорту і експорту продукції від показників регіонального виробництва споживання, індексів цін і деяких інших показників. [3]

Ці функції або їх різновиди включаються практично в усі комплексні економетричні моделі. Однак структура цих функцій не уніфікована і немає чітких методик щодо вибору в кожному класі функцій тієї чи іншої їх модифікації для включення в економетричну систему. У зв'язку з цим при побудові економетричних моделей прогнозування виникає необхідність попереднього змістовного економічного аналізу взаємозв'язків показників. Потреба в такому аналізі обумовлюється ще й тим, що методи математичної статистики, які застосовуються при побудові «нейтральні» по відношенню до економічного змісту розглянутих показників. Випадковий зв'язок між змінними часто призводить до помилкової кореляції. Як показали експериментальні розрахунки, коефіцієнт кореляції в рівняннях, побудованих на основі часових рядів практично незв'язаних показників, може бути близький до одиниці. [4]

Серед моделей, які застосовуються для дослідження економічних процесів можна виділити два основних види: структурні і функціональні.

Структурні моделі відображають техніко-економічну організацію економічного об'єкта, його складові частини і внутрішні параметри. До

цього класу можна віднести моделі міжгалузевого балансу, оптимізаційні моделі, моделі управління запасами та ін.

Функціональні моделі будуються на принципово іншій методологічній базі. Вони характеризують поведінку об'єкта в результаті встановлення взаємозалежностей між досліджуваними вихідними і вхідними параметрами, без залучення додаткової інформації про його внутрішню структуру.

Застосування економетричних моделей в економіці дає змогу виокремити та формально описати найважливіші, найсуттєвіші зв'язки економічних змінних і об'єктів, а також індуктивним шляхом отримати нові знання про об'єкт. В такій моделі, в спрощеній формі, за багатьох припущень, встановлюють основні залежності між економічними показниками.

Таким чином, економіко-математичне моделювання є не тільки потужним інструментарієм для отримання нових знань в економіці, але і дуже важливим компонентом, в обґрунтуванні прийняття практичних управлінських рішень.

### Література

1. Ахременко А.С. Динамічний підхід до математичного моделювання політичної стабільності / А. С. Ахременко // Поліс. – 2009. – № 3. – С. 105-112.
2. Лугінін О.Є. Економетрія : навч. посібник / О. Є. Лугінін, С. В. Білоусова, О. М. Білоусов. – Київ : Центр навчальної літератури, 2005. – 252 с.
3. Москалев И.Е. Моделирование социальных процессов : учеб.-метод. пособие / И. Е. Москалев. – Москва : Экономическая литература, 2010. – 30 с.
4. Новак Э. Введение в методы эконометрики : пер. с польск. / Эдвард Новак ; под ред. И. И. Елисеевой. – Москва : Финансы и статистика, 2004. – 248 с.
5. Плєскач В.Л. Моделювання фінансово-економічних процесів: монографія / В. Л. Плєскач. – Київ : КНТЕУ, 2010. – 428 с.
6. Скібіцька Л. І. Менеджмент : навч. посібник / Л. І. Скібіцька, О. М. Скібіцький. – Київ : Центр учбової літератури, 2007. – 416 с.
7. Яковец Ю. В. Прогнозирование циклов и кризисов / Ю.В. Яковец. – Москва : МФК, 2000. – 42 с.