

ВИКОРИСТАННЯ ЕНДОГЕННИХ ЗМІННИХ У ВІДКРИТИХ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЯХ

Т. О. Коропецька, канд. екон. наук, доцент;

Н. А. Коропій, викладач,

*Хмельницький кооперативний торговельно-економічний інститут,
м. Хмельницький*

Розглянуто концептуальні аспекти математичного моделювання в економіці та здійснено класифікацію ендогенних змінних у відкритих економіко-математичних моделях

Рассмотрены концептуальные аспекты математического моделирования в экономике и осуществлена классификация эндогенных переменных в открытых экономико-математических моделях.

Проблеми економічної теорії та потреби раціональної організації економічної діяльності завжди входили до сфери економіко-математичних досліджень. Так, проблема кількісного вираження економічних понять та аналізу емпіричних даних зумовила появу теорії економічних індексів та економетрики; проблема описання поведінки економічних агентів – теорії виробничих факторів і теорії споживчого попиту; проблема описання механізмів узгодження діяльності незалежних економічних агентів, раціонального використання ресурсів і розподілу доходів у суспільстві - теорії загальної економічної рівноваги і загального добробуту; проблема механізмів розширеного відтворення – теорії оптимального економічного зростання.

У класичній математичній економіці одержані глибокі результати, розвинуті загальні методи аналізу ринкової економіки. Разом з тим система поглядів і підходів, що склалися, не має і не може мати завершеного вигляду. В економетриці створюються дуже тонкі методи статистичної обробки економічних даних, проте сам економетричний підхід до вивчення економіки практично не оперує результатами теорії економічної рівноваги та зростання. Мікроекономічний аналіз економічної активності окремих агентів усе ще слабо пов'язаний з макроекономічним аналізом економічної системи як цілісного. Теорія рівноваги обмежується лише вивченням результатів дії ринкових механізмів обміну і розподілу за умови, що виробничі можливості й суспільні потреби задані. Теорія зростання вивчає в основному загальні властивості оптимального співвідношення нагромадження і споживання. Змістовні передумови зазначених теорій потребують поглиблення, оскільки вони розвивалися значною мірою шляхом формальних узагальнень висхідних припущень.

Класичне уявлення про економіку країни як систему, що знаходиться в стані ринкової рівноваги та прагне в ринкових умовах до траєкторії оптимального економічного зростання, яка підтримується та забезпечується стійкими економічними механізмами досконалої конкуренції, поступово змінюється на сучасне уявлення. Таке уявлення полягає в тому, що економічна система в стані рівноваги майже ніколи не буває, а еволюція її відбувається за рахунок нерівноважної динаміки вздовж неоптимальної траєкторії, при цьому економічні механізми можуть втрачати стійкість. І сам стан рівноваги втрачає стійкість, стає точкою біфуркації (роздвоєння) траєкторії, що впливає на динаміку та розвиток економічної системи загалом. Дослідження цих проблем

потребує застосування сучасного математичного апарату та побудови якісно нових економіко-математичних моделей.

Економіка України належить відноситися до відкритих економік із великим обсягом зовнішньоторговельної діяльності та великою залежністю від зовнішніх поставок енергетичних ресурсів (газу та нафти). Разом з тим економіка України в перехідний період виявила ознаки нестійкості, і її еволюція потребує дослідження із застосуванням моделей.

Дослідженням відкритих економіко-математичних моделей займалися А. Маршал, В. Леонт'єв, Дж. Кейнс, Е. Домар, Р. Харрод, Дж. Робінсон, Р. Солоу, російські вчені О. Г. Гранберг, Ю. П. Іванілов, О. В. Лотов, В. Л. Макаров, О. М. Рубінов, О. О. Петров, І. Г. Поспелов, О. О. Шананін, Л. П. Яновський та українські вчені А. А. Алексєєв, О. О. Бакаєв, А. П. Великий, О. С. Власюк, В. М. Геєць, В. М. Глушков, В. С. Григорків, В. А. Забродський, Т. С. Клебанова, Н. І. Костіна, І. М. Ляшенко, Ю. Г. Лисенко, В. С. Михалевич, М. В. Михалевич, І. В. Сергієнко, Л. Н. Сергєєва та ін.

Виходячи з актуальності, у статті було поставлено такі головні завдання:

- розглянути концептуальні аспекти математичного моделювання економіки;
- охарактеризувати основні етапи економіко-математичного моделювання;
- здійснити класифікацію змінних величин в економетричних моделях.

Мистецтво побудови економіко-математичної моделі полягає в тому, щоб узгодити якомога більшу лаконічність її математичного запису із точністю модельного відтворення економічної реальності.

Моделювання економіки як науковий напрям сформувався у 60-ті роки ХХ століття, хоча має давню й багату передісторію. Згадаємо праці Франсуа Кене за часів короля Людовіка XV. В основу моделювання економіки, крім економічних, покладено низку таких фундаментальних дисциплін, як математика, теорія ймовірностей, теорія систем, інформатика, статистика, теорія автоматичного управління тощо.

Модель - це об'єкт, що заміщує оригінал і відбиває найважливіші риси і властивості оригіналу для певної мети дослідження за обраної системи гіпотез.

Під *економіко-математичною моделлю* розуміють концентрований вираз найістотніших економічних взаємозв'язків досліджуваних об'єктів (процесів) у вигляді математичних функцій, нерівностей і рівнянь, відношень формальної логіки тощо.

Моделювання є процесом побудови, вивчення та застосування моделей. Воно є невід'ємною частиною будь-якої цілеспрямованої діяльності.

Процес моделювання містить три елементи, що утворюють систему:

- суб'єкт дослідження (системний аналітик);
- об'єкт дослідження;
- модель, яка опосередковує відносини між об'єктом, що вивчається, та суб'єктом, який пізнає (системним аналітиком). Побудова моделі поєднується з такими категоріями, як абстракція, аналогія, гіпотеза.

Процес моделювання зображено на рис. 1: є об'єкт і є дослідник.

Перший крок передбачає наявність деяких знань про об'єкт-оригінал. Будується вербальна, тобто словесна модель, Пізнавальні можливості моделі зумовлюються тим, що модель відображає, з погляду системного аналітика, істотно риси об'єкта-оригіналу. Очевидно, модель втрачає сенс як у випадку тотожності з оригіналом, так і в разі надмірного

спрощення. Через це будь-яка модель заміщує оригінал тільки у строго обмеженому сенсі. Із цього можна зробити, зокрема, такі висновки:

а) будь-яка модель є суб'єктивною, вона несе в собі характерні риси індивідуальності системного аналітика;

б) будь-яка модель є гомоморфною, тобто в ній відбиваються не всі, а лише істотні властивості об'єкта-оригіналу, виходячи із цілей дослідження, узяті системи гіпотез тощо;

в) можливе існування множини моделей одного й того самого об'єкта-оригіналу, які відрізняються цілями дослідження, ступенем адекватності тощо.

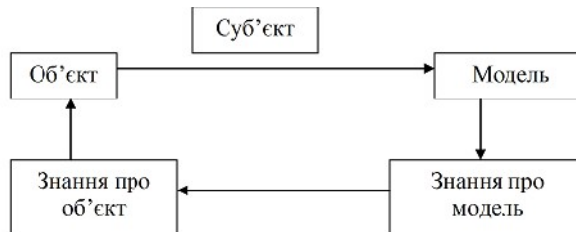


Рисунок 1 – Процес моделювання

Модель вважається адекватною об'єкту-оригіналу, якщо вона з достатнім ступенем наближення (на рівні розуміння системним аналітиком модельованого процесу) відображає закономірності процесу функціонування реальної економічної системи у зовнішньому середовищі.

На другому кроці модель постає як самостійний об'єкт дослідження. Остаточним результатом цього етапу є множина знань про модель. Однією з форм такого дослідження є проведення «модельних» експериментів, за яких свідомо змінюють умови функціонування моделі й систематизують дані про її «поведінку».

На практиці реалізуються три основні ступені формалізації, тобто формування математичної моделі: змістовний опис; формалізована схема (графічна модель структури об'єкта); математична модель.

На третьому кроці здійснюється перенесення знань про модель на оригінал. Тлумачення результатів моделювання формує множину знань про об'єкт.

На четвертому кроці здійснюється практична перевірка одержаних за допомогою моделей знань та їх використання для побудови узагальнювальної теорії об'єкта й управління ним.

Моделювання — циклічний процес: знання про досліджуваний об'єкт розширюються та уточнюються, а модель поступово вдосконалюється.

Природним є ієрархічний підхід до формування моделей, що реалізує принцип «від простого — до складного». Отже, виникає ланцюжок (ієрархія) усе більш деталізованих моделей, кожна з яких узагальнює та ускладнює попередні, включаючи їх як частковий випадок.

Проникнення математики в економічну науку пов'язане з подоланням певних труднощів. Головні з них приховуються у природі економічних об'єктів і процесів. Більшість із них можуть бути охарактеризовані поняттям «складна система».

Під *економічною системою* розуміють складну, ймовірнісну, динамічну систему, яка належить до класу кібернетичних, тобто керованих систем.

Основним науковим методом дослідження взаємозв'язків у моделюванні економічних процесів є системний аналіз, який розглядає загальні принципи дослідження складних об'єктів із урахуванням їх системного характеру.

Для моделювання складних об'єктів соціально-економічної системи країни бажано її ділити на системи, підсистеми, окремі елементи. Зрозуміло, що вони є залежними.

Метою аналізу систем є пізнання закономірностей їх функціонування за заданої структури.

При побудові макроеконометричних моделей економісти використовують статистичні дані для оцінки таких параметрів, як гранична схильність до споживання, чутливість інвестицій до відсоткової ставки і чутливість попиту на гроші до змін відсоткової ставки. Коли модель побудовано, економісти можуть прогнозувати наслідки різних варіантів макроекономічної політики за допомогою відповідних комп'ютерних програм.

У сучасному макроекономічному моделюванні домінує підхід, що ґрунтується на динамічних моделях раціональної поведінки типового агента на ефективному ринку. Ця поведінка формує раціональні очікування в умовах невизначеності, ризику та відсутності арбітражу.

Моделювання макроекономічної поведінки у багатьох випадках уявляється як завдання оптимального управління, зокрема динамічного програмування Р. Белмана, що формулюється для детермінованих чи стохастичних процесів.

Для методології планування важливе значення має поняття випадковості й невизначеності економічного розвитку. Різні макроекономічні процеси, наприклад позики держави на вільному ринку, емісія грошей, інфляція тощо, можуть бути змодельовані випадковими процесами. В дослідженнях з економічного прогнозування і планування розрізняють два типи невизначеності: «природну», зумовлену властивостями економічних процесів, й інформаційну, пов'язану з неповнотою і неточністю наявної інформації про ці процеси. Істинну невизначеність не можна плутати з об'єктивним існуванням різних варіантів економічного розвитку і можливості свідомого вибору з-поміж них ефективних варіантів. Ідеться про принципову неможливість точного вибору єдиного оптимального варіанта.

Однак паралельно стохастичній інтерпретації макроекономічних процесів останнім часом інтенсивно розвивається альтернативний, у певному розумінні, підхід до аналізу макроекономічної динаміки, який вбачає джерело і природу невизначеності в принциповій нелінійності економічних процесів. У 1980-х роках отримано результати, які показали, що для простої дискретної моделі макроекономіки вже в одномірному випадку, за певних раціональних економічних гіпотез, процес може набувати хаотичного характеру. Виявлення множинності точок рівноваги, граничних циклів, хаосу змушує економістів по-новому аналізувати макроекономічні системи. Теорія сучасної нелінійної динаміки, відкриття в 1960-х роках таких об'єктів, як «дивні атрактори» і «фрактали», справило істотний вплив на методологічні основи макроекономіки.

Останнім часом динамічно розвивається новий підхід до пояснення постійних змін економічних процесів та явищ, який отримав назву «Еволюційна теорія економічних змін» [1]. Засновником еволюційної економіки як розділу економічної науки вважають австрійського економіста Йозефа Шумпетера. Існує думка, що підходи еволюційної економіки можуть бути плідними в побудові теорії економіки перехідного періоду. В перехідний період, коли процеси прискорюються, ламаються старі інституції, створюються нові, економічна рівновага не встигає ще встановитись, як умови знову змінюються. Головне — зрозуміти, яким чином відбувається процес змін.

Основним гальмом для практичного застосування математичного моделювання в економіці є проблема наповнення розроблених моделей конкретною та якісною інформацією.

Складність економіки інколи розглядалась як обґрунтування неможливості її моделювання, вивчення засобами математики. Проте така думка в принципі помилкова. Моделювати можна об'єкти будь-якої природи й складності. І якраз складні об'єкти становлять найбільший інтерес для моделювання; саме тут моделювання може принести результати, які не можна одержати іншими способами дослідження.

І хоча не можна вказати абсолютні межі формалізованості економічних проблем, завжди існуватимуть ще неформалізовані проблеми, а також ситуації, де на даному етапі розвитку науки математичне моделювання є недостатньо ефективним [1].

Побудова економіко-математичних моделей у загальному випадку складається з розглянутих далі етапів.

1. Постановка економічної проблеми та її якісний аналіз. На цьому етапі потрібно сформулювати сутність проблеми, визначити передумови й висловити припущення. Необхідно виокремити найважливіші властивості об'єкта моделювання, вивчити його структуру, дослідити взаємозв'язки між його елементами, а також хоча б попередньо сформулювати гіпотези, що пояснюють поведінку й розвиток об'єкта (динаміку руху), дослідити його зв'язки із зовнішнім середовищем тощо.

При цьому складні об'єкти розбиваються на частини (елементи) окремого дослідження: визначаються зв'язки та логічні співвідношення між ними, їхні кількісні та якісні властивості. Зазначені дії становлять етап системного аналізу задачі, у результаті якого об'єкт подається у вигляді системи.

2. Побудова математичної моделі. Цей етап полягає у формалізації економічної моделі, тобто вираженні її у вигляді конкретних математичних залежностей (функцій, рівнянь, нерівностей тощо). Процес побудови моделі складається з кількох стадій. Спочатку визначають тип економіко-математичної моделі, вивчають можливості її застосування в розглядуваному конкретному випадку, уточнюють перелік змінних та параметрів, форми зв'язку між ними. Для складних об'єктів доцільно будувати кілька різноаспектних моделей.

3. Математичний аналіз моделі. На цьому етапі суто математичними прийомами досліджують загальні властивості моделей та розв'язків. Може статися, що раніше виконаний системний аналіз привів до такого набору елементів, властивостей і співвідношень, для якого немає прийнятого методу розв'язання задачі. Тоді доводиться повертатися до етапу системного аналізу. Важливим моментом є доведення існування розв'язків сформульованої задачі. У процесі аналітичного аналізу з'ясовують кількість розв'язків (єдиний чи неєдиний), визначають змінні та параметри, які можуть входити до розв'язку, а також межі та тенденції їх зміни.

Проте моделі складних економічних об'єктів дуже погано піддаються аналітичному дослідженню. У таких випадках переходять до чисельних методів дослідження. Як правило, задачі, що виникають в економічній практиці, намагаються звести до відомих моделей, для яких розроблено методи й алгоритми розв'язання.

4. Підготовка вихідної інформації. В економічних задачах це, як правило, найбільш трудомісткий етап моделювання, оскільки тут замало самого лише пасивного збору даних. Математичне моделювання ставить жорсткі вимоги до якості інформації. У процесі підготовки інформації використовуються методи теорії ймовірностей, математичної статистики, а також економічної статистики для агрегування, групування даних, оцінювання ймовірності даних тощо.

У процесі системного економіко-математичного моделювання результати функціонування одних моделей є вихідною інформацією для інших.

5. Чисельне моделювання. Цей етап передбачає розроблення алгоритмів чисельного розв'язання задачі, підготовку комп'ютерних програм та безпосереднє виконання розрахунків. При цьому постають значні труднощі, зумовлені великою розмірністю економічних задач. Для великих складних об'єктів може знадобитися складання бази даних та відшукування засобів роботи з нею, а також методів добування даних, потрібних для розрахунків. У разі стандартних задач здійснюється вибір придатного пакета програм та системи управління базами даних (СУБД). Чисельне моделювання істотно доповнює результати аналітичного дослідження.

6. Аналіз чисельних результатів та їх застосування. На цьому етапі передусім з'ясовується найважливіше питання щодо правильності й повноти результатів моделювання та можливості їх практичного використання, а також досліджуються можливі напрямки подальшого вдосконалення моделі.

Тому спершу перевіряють адекватність моделі за тими властивостями, що було взято за найістотніші. Тобто потрібно виконати верифікацію і валідацію моделі, оскільки головна мета моделювання полягає в розв'язуванні практичних задач (аналіз економічних об'єктів, економічне прогнозування, вироблення управлінських рішень і т. ін.).

Верифікація моделі — перевірка правильності структури (логіки) моделі.

Валідація моделі — перевірка відповідності здобутих у результаті моделювання даних реальному процесу в економіці.

Перелічені етапи економіко-математичного моделювання перебувають у тісному взаємозв'язку, зокрема можуть існувати зворотні зв'язки між етапами. Так, на етапі побудови моделі може з'ясуватися, що постановка задачі суперечлива чи призводить до занадто складної математичної моделі. Тоді вихідну постановку доводиться коригувати.

Найчастіше потреба повернутися до попереднього етапу постає на етапі підготовки вихідної інформації. Якщо необхідної інформації немає або її пошук тягне за собою великі витрати, доводиться повертатися до етапу формалізації і пристосовуватися до наявної інформації.

Отже, моделювання є циклічним процесом. За останнім етапом необхідно переходити до першого й уточнювати постановку задачі згідно з одержаними результатами, потім — до другого й уточнювати (коригувати) математичний модуль, далі — до третього і т. д [2].

При побудові економетричних моделей, які є системою взаємозв'язаних рівнянь регресії, прийнятий у регресійному аналізі розподіл змінних на пояснювальні та залежні втрачає змістовність, оскільки одна й та сама змінна входить в одне з рівнянь як залежна, а в друге — як пояснювальна. Тому необхідна інша класифікація змінних, яка найбільш повно відповідала б їх змістовності в економетричній моделі, а також відображала б їх роль і характер у процесі моделювання. Такий розподіл змінних належить до проблеми специфікації моделі. І її потрібно вирішувати тільки виходячи з економічних логіко-теоретичних позицій. Нова класифікація змінних повинна відображати об'єктивно існуючі закономірності між економічними явищами і процесами, що досліджуються, тим самим вивчати їх природу і характер з метою виявлення, які з явищ взаємозалежні, а для яких існує тільки однічна залежність.

При побудові адекватної економетричної моделі важливе значення мають теоретичні засади, покладені в основу моделі. У зв'язку з цим виникає питання про те, як повинна формально співвідноситися апріорна теоретична та емпірична інформація про окреслений реальний процес, щоб отримана на основі їх поєднання модель адекватно відображала реальну дійсність, тобто модель була б ідентифікованою. Припущення

про ймовірнісні властивості випадкового збурення u є тією апріорною інформацією, яка дозволяє нам вибрати конкретний вид залежності – модельну специфікацію.

Припущення про адитивність випадкового збурення так само належить до апріорної інформації. В той же час емпірична інформація може найбільше дати відомостей про спільний розподіл досліджуваних ознак.

При допущенні нормального або, у крайньому разі, симетричного розподілу відносно збурення u можна як найкраще наближення функції до емпіричних спостережень вибрати лінійні співвідношення змінних в економетричній моделі. При інших розподілах випадкового збурення u кращою залежністю може стати інша, нелінійна функція. Побудову моделі можна починати з гіпотези про лінійну залежність, тоді ідентифікація моделі повинна виявити характер розподілу збурення. Інакше припускається, що розподіл збурення – нормальний, і далі перевіряють залежність на лінійність.

Якщо нормальність розподілу вибіркових залишків не забезпечується, то досліджують другу специфікацію, намагаючись, щоб була збережена гіпотеза нормальності розподілу випадкового збурення.

Розглянемо деякі загальні принципи складання рівнянь, що входять до економетричної моделі:

1) вибирають цільові функції, тобто результативні ознаки, що становлять особливий інтерес;

2) для кожної цільової функції складається рівняння, в якому її змінні пояснюються з допомогою інших змінних;

3) для пояснювальних змінних складаються власні рівняння, і цей процес продовжується доти, поки непояснювальними залишаться тільки ті змінні, які неможливо пояснити в рамках окремої моделі;

4) усі параметри отриманих рівнянь повинні бути оцінені статистичними методами на основі даних у формі часових рядів. Первинними даними для оцінювання коефіцієнтів є послідовність багатомірних векторів, які містять значення ендогенних та екзогенних змінних моделі, які відповідають деякій послідовності моментів часу;

5) рівняння, які отримують за допомогою екстраполяції, і результати прогнозу порівнюють із фактичними даними як за межами, так і в межах базисного періоду.

Ураховуючи наведені вище міркування, в економетричних моделях будемо розрізняти такі змінні.

1. *Ендогенні змінні.* Ендогенними (внутрішньосистемними) назвемо ті змінні, які пояснюються описуваною моделлю при побудові причинно-наслідкових відносин. Значення ендогенних змінних формується у результаті одночасної взаємодії змінних, які входять у модель. Ендогенні змінні залежать від екзогенних і збурювальних змінних. Ендогенні змінні є залежними. Наприклад, грошовий обіг – y_1 та обороти грошей y_2 – ендогенні змінні моделі.

2. *Екзогенні змінні.* Значення екзогенних змінних у кожний період часу t визначаються поза моделлю. Екзогенними (позасистемними) назвемо такі вхідні змінні при побудові причинно-наслідкових відносин, які не пояснюються в рамках окресленої моделі. Вони є зовнішніми наперед заданими економічними величинами і пояснюються не моделлю, а економічними факторами та закономірностями, що містяться за межами моделі. Наприклад, екзогенними змінними моделі є грошові доходи населення (x_2) і розмір вкладу (x_3). Екзогенні змінні визначають ендогенні, але самі не знаходяться під їх впливом. Таким чином, між ендогенними та екзогенними змінними існують лише односторонні стохастичні причинні відносини.

3. *Наперед визначені змінні.* Ендогенні та екзогенні змінні можуть бути також лаговими. Під лаговою розуміємо змінну, значення якої відстає на один або кілька періодів. Якщо x_t , y_t – значення звичайної змінної x , y , зафіксовані в даний момент часу t , то x_{t-1} , y_{t-1} – її лагові значення, зміщені на один період. За наявності в моделі лагових ендогенних та екзогенних змінних значення ендогенної змінної в період часу t залежить як від своїх власних значень у попередні періоди, так і від значень екзогенних змінних у ті самі періоди. Кожна із лагових ендогенних та ендогенних змінних при цьому розглядається як самостійна змінна. Оскільки лагові змінні в період часу t так само не пояснюються економетричною моделлю, віднесемо їх до наперед заданих екзогенних, які містять:

а) звичайні лагові змінні; вони завчасно визначені, оскільки пояснюються не економетричною моделлю, а факторами, що містяться поза моделлю;

б) лагові ендогенні змінні; вони завчасно визначені, оскільки їх значення належить попереднім періодам і пояснюється поза моделлю;

в) лагові ендогенні змінні; їх наперед визначеність впливає із попереднього пояснення в економетричній моделі.

Заздалегідь визначені змінні позначимо через x_k незалежно від того, чи є вони ендогенними, чи екзогенними. Припустимо, що модель містить m наперед визначених змінних, серед яких знаходиться також фіктивна змінна, введена для постійного рівняння регресії. Для звичайних змінних ми володіємо спостереженням у період часу $t = 1, \dots, T$, а для лагових ендогенних та екзогенних змінних – спостереженням у момент часу $t = 1, \dots, T-1$. Через $s = 1, \dots, m$ позначена величина лага.

4. *Спільно залежні змінні.* Спільно залежними змінними називаються звичайні ендогенні змінні, які пояснюються економетричною моделлю в момент часу t . Вони спільно залежні тому, що між ними існують багатосторонні зв'язки і визначаються не одним рівнянням, а одночасними рівняннями моделі. У зв'язку з цим економетричну модель можна розглядати як спосіб визначення спільно залежних змінних через наперед визначені змінні та збурення.

5. *Збурення, або латентні змінні.* Збурення – це економічні величини, які не входять у рівняння економетричних моделей, але впливають на спільно залежні змінні. Вони теж формуються завдяки випадковим впливам, помилкам і припущенням. Наприклад, при використанні типу функцій, які неадекватно відображають досліджуване явище чи неправильно вибирають спосіб оцінювання. Збурення є стохастичними змінними. На противагу спільно залежним та наперед визначеним змінним емпіричні значення збурених змінних невідомі. Їх значення знаходять як залишки за окремими рівняннями після оцінки невідомих параметрів моделі.

Отже, змістовна інтерпретація збурених змінних в економетричній моделі така сама, як і у випадку одного рівняння регресії [3].

В умовах трансформаційних економічних перетворень значно зростає потреба державних органів в інформації стосовно можливої ефективної траєкторії національної економіки та необхідних механізмів державного регулювання такої економіки. Оскільки експорт та імпорт є важливими структурними елементами сучасної національної економіки, то актуальною проблемою виявляється дослідження динаміки та розвитку відкритої економіки перш за все в кількісних параметрах, що може забезпечити лише економіко-математичне моделювання. Виходячи з можливості державного регулювання ринковою економікою, встановлена

SUMMARY

Conceptual aspects of mathematical modeling in economics have been considered and classification endogenous variables in the open economy-mathematical models was carried out.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Концептуальні аспекти математичного моделювання економіки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://moodle.udec.ntu-kpi.kiev.ua/moodle/mod/resource/view.php?id=5567>
2. Економіко-математичне моделювання [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://buklib.net/component/option,com_jbook/task,view/Itemid,36/catid,128/id,3683/
3. Іващук О.Т. Економіко-математичне моделювання [Електронний ресурс] / О.Т. Іващук. - Тернопіль: ТНЕУ «Економічна думка», 2008. – 704 с.

Надійшла до редакції 7 липня 2011 р.