

5. Верлань А. Ф., Абдусатаров Б. Б., Игнатченко А. А., Максимович Н. А. Методы и устройства интерпретации экспериментальных зависимостей при исследовании и контроле энергетических процессов. К.: Наукова думка, 1993. 208 с.
6. Теория автоматического управления: учебник для вузов: под ред. А. В. Нетушила. М.: Высш. шк., 1976. 400 с.

The article discusses how to restore signals to input linear dynamic systems that set fractionally rational transfer function based on the method of inverse operators and some ways to search regularization parametre for inverse operator system. Was constructed the block diagrams of inverse operator in Simulink.

Key words: *inverse operator, recovery signals, transfer function, Matlab, regularization.*

Одержано 02.02.2017

УДК 519.9

Е. П. Карпець, канд. екон. наук, с. н. с.,

В. М. Кузьменко, канд. фіз.-мат. наук, с. н. с.

Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України, м. Київ

ЗАГАЛЬНИЙ АЛГОРИТМ ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ЕКОНОМІЧНИХ ЗРУШЕНЬ НА БАЗІ БАЛАНСНИХ МОДЕЛЕЙ

Наведений опис методичних основ та загального алгоритму економетричної модифікації метода «витрати-випуск» для визначення впливу структурних зрушень на рівень макроекономічних показників.

Ключові слова: *таблиця «витрати-випуск» (ТВВ), економетрична модель, дисбаланс, проміжне споживання, індекс цін.*

Вступ. Уповільнення економічного розвитку України безпосередньо пов'язане з впливом цілого ряду чинників різного рівня, що призводять до поглиблення дисбалансних процесів. Оскільки дисбаланси як глобального, так і національного рівня суттєво змінюють розвиток економіки, актуальною є задача визначення ступеня їх впливу та тренду розвитку.

Для вирішення даної задачі в Інституті кібернетики НАН України запропоновано підхід, алгоритми та програмні засоби для дослідження динаміки економіки, що базуються на даних таблиць «витрати-випуск» (ТВВ) і дозволяють кількісно оцінити структурні зрушення, що відбуваються в процесі розвитку економіки під впливом ринкових та кризових перетворень. А поєднання моделі таблиці «витра-

ти-випуск» з можливостями економетричного аналізу дозволяє враховувати тенденції взаємозалежного впливу показників в ході прогнозних розрахунків [1–3].

Програмні засоби для досліджень за економетричною моделлю таблиць «витрати-випуск» складаються з [1]:

- структурованої бази даних з вхідною інформацією;
- модуля аналізу вхідних даних та контролю за їх відповідністю граничним значенням та збалансованістю;
- модуля підготовки вхідних даних для їхнього застосування в розрахунках за економетричною моделлю таблиць «витрати-випуск»;
- модуля розрахунків та проведення аналізу результатів;
- структурованої бази даних з вихідною інформацією;
- інтерфейсу користувача для роботи з даними, проведення аналізу, формування завдання для моделювання та розрахунку коефіцієнтів, аналізу результатів моделювання та розрахунку.

Методологічні основи моделювання. Існуючі диспропорції в структурі економіки країни спотворюють базові функціональні зв'язки між виробництвом та грошовим обігом. Тобто економіка країни функціонує відповідно до внутрішньої системи взаємозв'язків, тому головне завдання аналізу міжгалузевих потоків полягає у тому, щоб визначити, у відповідності з якими «своїми» закономірностями ці потоки формуються.

Побудова економетричної моделі ґрунтується на ймовірнісних гіпотезах, що відображають загальні уявлення про взаємозв'язки у національній економіці. У процесі підготовки моделі здійснюється формулювання і верифікація ймовірнісних гіпотез та виконується специфікація окремих співвідношень щодо випадкових збурень, що впливають на показники. При цьому слід зауважити, що формулювання і верифікація ймовірнісних гіпотез щодо створюваної моделі необхідні тому, що статистичні методи, застосовувані для оцінки параметрів моделі, справедливі лише в межах дотримання певних передумов. Специфікація рівнянь виконується послідовним ітеративним узгодженням наших знань про характер закономірностей розвитку і причинно-наслідкову структуру об'єкту, найбільш поширених прийомів опису динаміки показників, включених у модель, і статистичного експерименту.

Загальний аналітичний підхід до специфікації у лінійній економетричній моделі, максимальна тривалість запізнення для якої не перевищує одного року, полягає у використанні такої системи стохастичних рівнянь

$$X_t = AX_t + BX_{t-1} + CZ_t + \varepsilon_t,$$

де X_t — вектор ендогенних змінних моделі; X_{t-1} — вектор їхніх запізнілих значень; Z_t — вектор екзогенних змінних моделі; A, B, C — матриці; ε_t — вектор випадкових похибок моделі.

Рівень деталізації показників, що використовуються у моделі, визначається вибором розумного компромісу між суперечливими вимогами: по-перше, необхідністю досить повно описувати об'єкт у тому аспекті, який відповідає цільовому завданню моделі; по-друге, потребою забезпечити компактність її конструкції, що дозволяє оперативно використовувати модель [4].

Структура економетричної моделі таблиць «витрати-випуск» складається з 6 блоків відповідно до основних функціональних підрозділів ринкової економіки, а саме: 1) кінцевий попит — у тому числі по видах інвестицій і споживання; 2) чисельність зайнятих по основних категоріях працюючих і чисельність безробітних; 3) доходи населення по групах; 4) виробництво продукції і матеріальні витрати на виробництво; 5) державні фінанси по видах; 6) кредитно-грошові відносини) [4].

Опис алгоритму моделювання збалансованості між структурними пропорціями окремих видів економічної діяльності та елементами кінцевого споживання. В попередніх дослідженнях, виконаних Інститутом кібернетики, було обґрунтовано та описано економетричну модель сценарних варіантів балансування міжгалузевих потоків та взаємозв'язків (ВЕД-зв'язків) [1–3].

Розширена версія системи моделювання дає можливість використовувати широкий спектр варіантів прогнозно-аналітичної постановки задачі в залежності від досліджуваних макроекономічних дисбалансів та тенденцій економічних змін.

Зокрема розрахунковий блок системи виконує такі функції [5]:

- 1) визначення фізичних обсягів пропозиції продукції окремих ВЕД як виробничих функцій;
- 2) розрахунок функції попиту в частині проміжного споживання продукції
- 3) розрахунок реального попиту на продукцію кожної галузі як суми функцій попиту по окремих статтях її споживання (кінцеве споживання, валове накопичення, експорт продукції);
- 4) врахування витрати на кінцеве споживання як алгоритм формування попиту а) з боку домашніх господарств; б) на індивідуальні та колективні послуги загального державного керування; в) попиту на послуги некомерційних організацій;
- 5) збалансоване обмеження по формуванню і використанню витрат праці і основних виробничих фондів (інвестицій);
- 6) розширення традиційної схеми ТВВ за рахунок подібних обмежень дозволяє проводити продуктивний змістовний аналіз витрат живої праці і капіталу у процесі виробництва валової продукції і продуктів кінцевого споживання;
- 7) побудова функцій попиту для компонент вектора валового накопичення основного капіталу;

8) розрахунок рівнянь для експорту й імпорту продукції.

Опис алгоритму виконання розрахунків. Розрахунки проводяться на основі динамічних рядів, побудованих на статистичних даних, що наводяться в щорічному Бюлетені «Національні рахунки України».

Підготовлені та скориговані дані вхідного масиву статистичної інформації використовуються у дослідженні залежностей між основними показниками моделі, а саме між обсягами випуску продукції X_i та матрицею міжгалузевих потоків x_{ij} .

Центральним блоком моделі, що використовує ТВВ будь-якого типу, є рівняння:
$$\sum_{j=1}^n x_{ij} + y_i = x_i, \quad (i = \overline{1, n}).$$

Стосовно цього блоку економетричний підхід означає пошук статистичної залежності обсягів міжгалузевих потоків x_{ij} від обсягів виробництва в сполученій парі (i, j) видів економічної діяльності — постачальника i і споживача j . Такого роду залежності встановлюються для кожної пари ВЕД i та j за допомогою регресійних рівнянь $x_y = x_{ij}(x_i, x_j)$, що будуються як лінійні регресії. Але, оскільки зрозуміло, що при нульових значеннях обсягів виробництва наявність постачань продукції позбавлена сенсу, то в останньому рівнянні величина вільного члена c_{ij}^0 заздалегідь не дорівнює нулю. Отже, мова йде про побудову рівнянь регресії виду $x_{ij} = c_{ij} + \lambda_{ij}x_i + \beta_{ij}x_j$.

Побудова функцій виду $x_{ij} = x_{ij}(x_i, x_j)$ фактично означає відмову від загальноприйнятої в межах моделі В. Леонтєва передумови про можливість попереднього визначення коефіцієнтів прямих матеріальних витрат a_{ij} , що технологічно пов'язують обсяги поставки продукції ВЕД i на виробництво одиниці продукції ВЕД j .

Коли коефіцієнти c_{ij} , λ_{ij}^i , β_{ij}^i , що розраховані для регресійних рівнянь підставити у вихідну модель ТВВ, то одержимо систему рівнянь виду
$$\sum_{j=1}^{n-1} \beta_{nj} x_j + \left(\sum_{j=1}^n \lambda_{nj} + \beta_{nn} - 1 \right) x_n = - \sum_{j=1}^n c_{nj} - y_n.$$

Після підстановки в ліву частину системи прогнозованих обсягів випуску продукції в постійних цінах x_j , розв'язуємо систему рівнянь ТВВ відносно y_i та знаходимо значення кінцевого продукту.

Оскільки всі компоненти кінцевого продукту отримуємо в системі постійних цін, то наступним етапом можемо оцінити ступінь цінових (інфляційних) зрушень в економіці. Для цього, скоригувавши показники на відповідні індекси цін, переводимо їх в систему поточних цін споживачів та досліджуємо динаміку інфляційних зрушень за окремими видами економічної діяльності [5].

Крім того, на етапі постановки задачі побудову досліджуваних часових рядів доцільно провадити по ряду показників, що структурно характеризують найважливіші міжгалузеві і зовнішньоекономічні зв'язки, а також зміну їхніх пропорцій. Для цього по приведеним у порівняний вид звітним ТВВ розраховуються коефіцієнти [3]:

- 1) виробничої структури валового внутрішнього продукту (ВВП): $m_j = M_j/x_j$, що показують питому вагу прибутку, ПДВ і інших елементів ВВП, разом узятих (M_j) у валовій продукції галузі (x_j);
- 2) структури собівартості: $c_{h_j} = C_{h_j}/S_j$, що відображають частку оплати праці, амортизації основних виробничих фондів і загальної суми матеріальних витрат C_{h_j} у собівартості продукції S_j ($S_j = x_j - M_j$);
- 3) структури виробничих матеріальних витрат: $c_{ij} = C_{ij}/C_j$, тобто, питомі ваги витрат (C_{ij}) продукції галузі в загальній величині матеріальних витрат на виробництво продукції галузі j ;
- 4) структури ВВП: $c_{ik} = C_{ik}/C_k$, тобто, питомі ваги витрати (C_{ik}) продукції виду i у загальному обсязі витрат по позиції (стовпцю) k другого квадранту балансу (C_k);
- 5) експорту продукції $e_i = E_i/x_i$, що показують частку вивозу (E_i) продукції у валовому обсязі продукції даного ВЕД;
- 6) імпорту продукції: $v_{ij} = V_{ij}/C_{ij}$ (або $v_{ik} = v_{ik}/C_{ik}$), що характеризують питому вагу витрат завезеної продукції виду i у загальній його витраті на виробництво продукції виду j (або в витраті продукції виду i по напрямку k використання ВВП).

Дослідження та прогнозування динаміки вказаних структурних коефіцієнтів дозволяють враховувати в моделі вагомі функціональні зрушення в економіці.

Висновки. Запропонований алгоритм та програмні засоби її реалізації можуть бути використана для оцінки проведених і намічених до здійснення заходів державного регулювання. До їх числа варто віднести податкові реформи і бюджетну політику уряду.

Для здійснення активного прогнозування вибирається той варіант моделі, який по зазначеному показнику точності визнається найбільш задовільним. При цьому зміст активного прогнозу полягає в оцінці найбільш імовірних соціально-економічних наслідків різних альтернатив державної політики, що кількісно характеризується значеннями регулюючих параметрів у визначеному діапазоні їхньої зміни. З усієї множини розглянутих альтернатив для реалізації вибирається та, при якій протягом усіх років прогнозованого періоду досягається максимальний інтегральний економічний ефект, що оцінюється за допомогою відповідного критерію та з урахуванням впливу досліджуваних економічних зрушень.

Список використаних джерел:

1. Карпец Э. П., Кузьменко В. М. Эконометрический подход к балансовому прогнозированию экономических пропорций. *Математическое моделирование, оптимизация и информационные технологии*. Тез. IV-й Международ. конф. Т. II. Академия транспорта, информатики и коммуникаций, Кишинэу, 2014. С. 222–231.
2. Лавров Л. Г., Карпец Э. П. Оптимизационная эконометрическая модель межотраслевого баланса. *Теорія оптимальних рішень*. Збірник наукових праць ІК НАНУ. 2005. № 4. С. 110–118.
3. Карпец Е. П. Прогнозування бюджетних показників на базі економічної моделі таблиць Витрати-Випуск. *Інформаційно-аналітичне супроводження бюджетного процесу*: монографія (за ред. Довгого С. О., Сергієнко І. В.) К.: Ін-т телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАНУ, 2013. С. 387–397.
4. Карпец Е. П. Принципи побудови та математична інтерпретація модифікованої економічної моделі таблиць витрати-випуск. *Праці міжнародної наукової конференції «Питання оптимізації обчислень (ПОО-ХІ)»*. Київ: ІК НАН України, 2013. С. 110–111.
5. Кузьменко В. М., Карпец Е. П. Автоматизація формування і ведення інформаційної бази даних для дослідження дисбалансних процесів в економіці країни. *Математичне моделювання в економіці*. 2014. Вип. 1. С. 9–16.

The article provides a description of methodological basis and general algorithm of econometric «Input-Output» method modification to determine the impact of structural changes on the level of macroeconomic indicators.

Key words: «input-output» tables, econometric model, imbalance, intermediate consumption, price index.

Одержано 28.02.2017