

Система підтримки прийняття рішень з монетарної політики

Домрачев Є.В., Домрачев В.М.

У роботі описана реалізація експертної системи, яку запропоновано використати для підтримки прийняття рішень в процесі проведення монетарної політики, а також запропонована схема організації знань по проведенню монетарної політики.

1. Мета і інструменти монетарної політики

Міжнародна економіка являє собою конкурентну середу (мультіагентну систему), в якій окремі країни конкурують між собою за досягнення певної мети.

Звичайно боротьба йде за володіння матеріальними, грошовими, природними і трудовими ресурсами.

Для прийняття рішень в конкурентному середовищі використовуються різні інструменти, частина з яких належить до економічної політики (монетарної політики). При цьому часто використовуються математичні моделі (фінансове програмування) [1-4]. Різні моделі описані в роботах [5, 6].

Поведінка країни істотно залежить від того, як характеризується економіка цієї країни. Поведінка країни з “малою” економікою відрізняється від поведінки країни з “великою” економікою. “Малі” економіки мають країни, чия внутрішня політика не може істотно впливати на світову економіку. Країни з “великою” економікою – ті країни, чия політика має глобальний вплив на світову економіку. Наприклад, в моделі МВФ [5] до країн з “великою” економікою відносяться країни ресурсобогаті і технологічно розвинені (G7). Моделям взаємодії “малої” економіки з “великою” присвячена велика кількість робіт [6]. Окремий інтерес представляє взаємодія “малих” економік. Це пов'язано з тим, що кількість макроекономічних показників необхідних для побудови моделі збільшується.

Головною метою керівництва країни в міжнародних економічних відносинах є збільшення “багатства” країни. Найважливішою часткою “багатства” країни є капітал. Країни (фізичні особи і суб'єкти господарської діяльності) в своїй міжнародній економічній діяльності намагаються збільшити свій реальний капітал і поліпшити рівень життя.

На динаміку більшості компонент “багатства” країни впливає монетарна політика, яка проводиться в країні центральним банком, зокрема реакція керівництва центрального банку на зовнішній монетарний шок.

Монетарна політика є однією з політик (серед інших – фіскальна, цінова, регіональна, валютна), яка служить для досягнення певної макроекономічної мети. Звичайно, це підтримка низького рівня інфляції, високого рівня (або повної) зайнятості, розумного платіжного балансу, задовільного рівня зростання реальних прибутків і інші показники динаміки рівня “багатства”.

Часто, застосування певного інструмента монетарної політики для досягнення заданої мети суперечить досягненню інших цілей.

Серед інструментів монетарної політики, які використовує центральний банк, особливу увагу потрібно приділяти регулюванню обсягу грошової маси, ставкам обов'язкового резервування і рефінансування, курсу валюти і формуванню кредитної політики. Інструменти монетарної політики чисельні. Їх можна згрупувати таким чином:

1. Операції на відкритому ринку (купівля – продаж державних цінних паперів),
2. Дисконтна політика,
3. Політика управління резервними вимогами,
4. Депозитна політика (депозитні сертифікати центрального банку),
5. Політика управління кредитними стелями,
6. Процентна політика,
7. Адміністративна політика (наприклад, економічні нормативи регулювання діяльності банків),
8. Політика продажу в розстрочку (встановлення мінімального першого внеску, максимального терміну платежу, обмеження терміну кредиту, інше).

Вплив окремих інструментів монетарної політики на досягнення певної мети не завжди передбачуваний [7]. Інструменти монетарної політики пов'язані із змінними, які ми назвемо індикаторами – по зміні цих змінних ми судимо про застосування окремого інструмента. Зміни

змінних-індикаторів свідчать про напрям застосування монетарної політики. На діаграмі 1 приведений зв'язок інструментів, індикаторів, проміжних і кінчних цілей монетарної політики.

Існує міра невизначеності відповідності результату застосування інструмента монетарної політики поставленій меті. Крім того, існує часовий лаг між часом застосування інструмента і його результатами.

Використовуючи результати робіт [4, 8], при проведенні порівняльного аналізу якості економічної політики, зокрема монетарної політики, яка проводиться в країні, пропонуємо використати функцію корисності (багатства, цільову функцію) W .

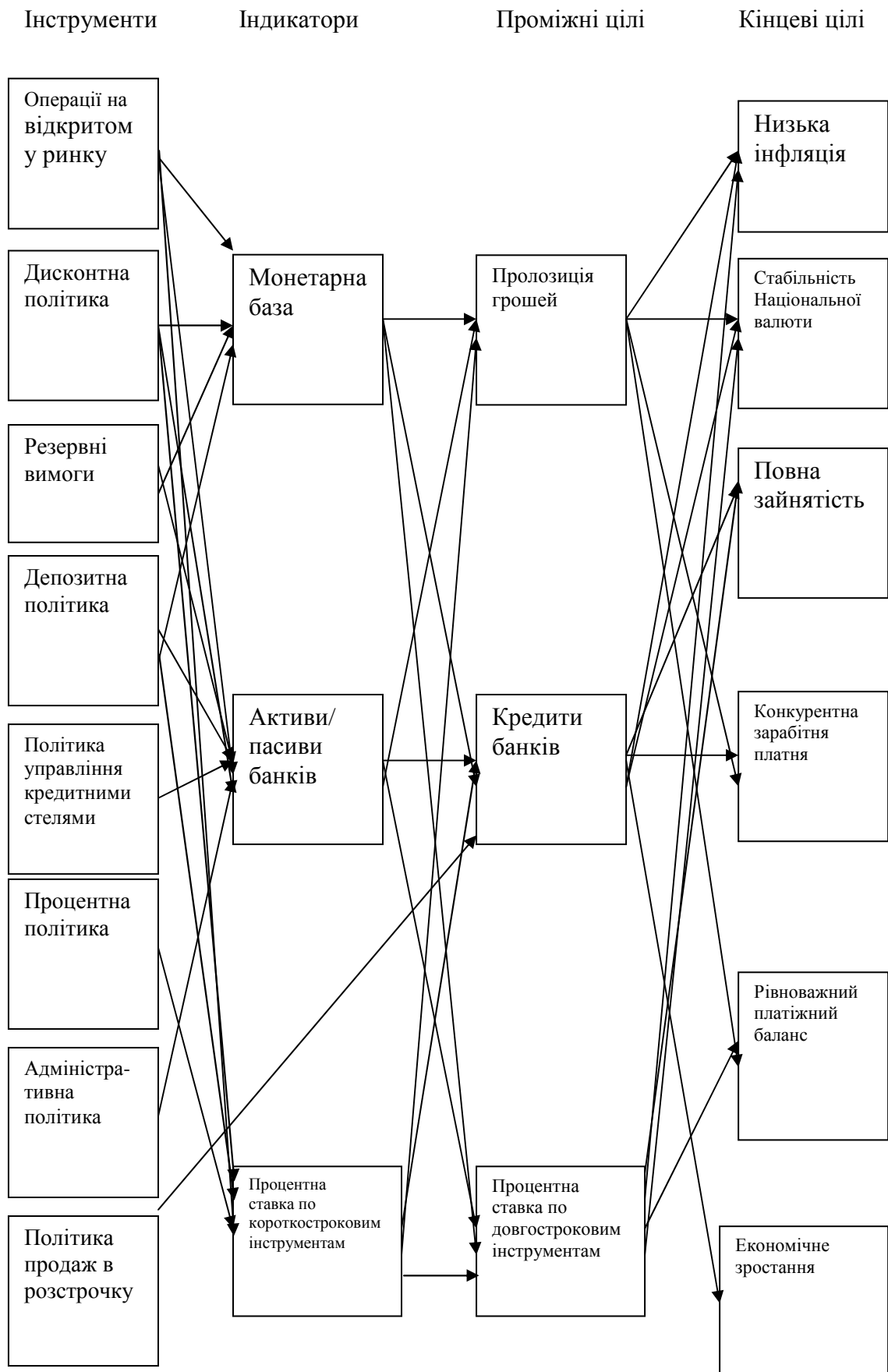
Функція корисності $W(u_1, \dots, u_n)$ задається на векторі компонент корисності $u = (u_1, \dots, u_n)$. Серед компонент корисності потрібно підкреслити наступні: рівень зростання реального ВВП, реальну середню заробітну платню в країні на одного працюючого, суму реального капіталу банків, суму реальних коштів фізичних осіб в банках, реального ВВП на чисельність населення, рівень зайнятості, кількість годин в робочому тижні, коефіцієнт Джіні.

Для спрощення аналізу та прив'язки к конкретним макроекономічним даним, які оцінюються, за критерій "багатства" країни ми вибираємо функцію багатства W в класичному лінійному [8] вигляді:

$$\begin{aligned} W = & a_1 * (\text{рівень зростання реального ВВП}) \\ & + a_2 * (\text{реальна середня заробітна оплата в країні на одного працюючого}) \\ & + a_3 * (\text{сума реального капіталу банків}) \\ & + a_4 * (\text{сума реальних коштів фізичних осіб в банках}) \\ & + a_5 * (\text{сума реальних коштів юридичних осіб в банках}) \\ & + a_6 * (\text{реальний ВВП на чисельність населення}) \\ & + a_7 * (\text{рівень зайнятості}) \\ & - a_8 * (\text{кількість годин в робочому тижні}) \\ & - a_9 * (\text{коефіцієнт Джіні}), \end{aligned}$$

де a_i – константи великі нуля (це наше спрощення, взагалі ж коефіцієнти можливо залежать від часу і деяких макроекономічних показників).

Діаграма 1.



2. Використання Моделей

Цілі і інструменти монетарної політики визначають монетарний блок макроекономічної моделі країни.

Центральний банк відповідає за проведення в країні грошово-кредитної політики, яка в свою чергу є частиною економічної політики. Для цього Центральний банк повинен мати надійну систему збору і аналізу економічних і фінансових даних [9]. У основі аналізу даних що використовуються в процесі прогнозування і управління економікою мають лежати математичні моделі.

Заключенням більшості досліджень є той факт, що при наявності достатньої економічної і фінансової інформації центральні банки країн з перехідною економікою повинні використати економетричні моделі тільки в короткостроковій перспективі.

Оскільки результати застосування монетарної політики можуть бути погано передбачуваними, як радник для (підтримки) прийняття рішень може бути використана експертна система. Нижче описана така експертна система.

У основі побудованої експертної системи лежить функціональна модель (структурна) економіки. Структурні моделі відрізняються від “атеоретичних” тим, що вони засновані на взаємозв'язках змінних, що відображають економічну поведінку. При аналізі ж економіки в короткостроковому періоді можна використати економетричні методи. Економетричні моделі засновані **на ймовірностний методах** і можуть бути використані як для перевірки достовірності економічних теорій, так і для вивчення взаємозв'язків, що не мають розумного пояснення в економічній поведінці.

Потрібно помітити, що у разі країн з перехідною економікою функції зв'язуючі макроекономічні змінні часто нелінійні [10]. Наприклад, поведінка споживача може бути погано передбачуваною. Тому в математичних моделях вживаних для аналізу перехідних економік важливим в залежності змінних є напрям змін ендогених змінних при зміні екзогених.

Функціональна модель монетарного блоку економіки перехідного періоду може бути представлена, зокрема, рівняннями [4]. Застосування певного інструмента монетарної політики виражається змінами управляючих змінних моделі. Зміна змінних одного рівня, зображеного на діаграмі 1, спричиняє зміну змінних іншого рівня. У результаті змінюються значення змінних, від яких залежить значення функції мети.

Вважається, що політики і економісти мають можливість управляти екзогенними змінними і деякими параметрами економічної моделі. Звичайно до екзогеним змінних відносять грошову масу, швидкість зміни грошової маси, витрати уряду, рівень цін, ставку рефінансування і ін. На основі прийнятої моделі управління складається фінансова програма.

Фінансова програма являє собою алгоритм дій по прийняттю рішень в середовищі, яке звичайно описується імітаційною моделлю. Кожний оператор являє собою можливий шлях поведінки в залежності від ситуації на фінансовому ринку: $(x_i, y_i) \in X \times Y \subseteq R^s \times R^d$, $i = 1, 2, \dots, n$. Прийнята економетрична модель дозволяє обчислити окремі ймовірності, які відповідають операторам програми: μ_x . Можливий шлях поведінки має свою ціну (виграш мінус втрати): $\lambda_{X \times Y}$.

Фінансове програмування засноване на побудові імітаційної моделі. Модель дозволяє прогнозувати поведінку економічної системи при заданих змінах екзогених змінних. До параметрів моделі відносять граничну схильність до споживання, еластичність попиту на гроші та ін.

Так наприклад, модель світової економіки [5] складається з безлічі моделей економік окремих країн і безлічі рівнянь що описують взаємодії між цими країнами [4].

Оскільки поведінка економічної системи, що описується (моделлю) системою економетричних рівнянь, носить недетермінований характер, виникає питання про пошук (оптимальних) рішень в монетарній сфері що призводять до поставлених цілей.

Для рішення останньої задачі важливе місце займає експертна система, яка описана нижче. Робота експертної системи будується на базі функціональної моделі економіки.

3. Опис експертної системи

Комп'ютерні системи сьогодні широко використовуються в процесі прийняття рішень в цілому ряді предметних областей, в тому числі і в економіці. Серед них виділяються системи звані експертними [11, 12].

Експертна система розглядається як програмна реалізація на комп'ютері що базується на знаннях експертів, компонент, реалізованих таким чином, що система може давати інтелектуальні ради або підтримувати прийняття інтелектуальних рішень. Необхідна додаткова характеристика, яку багато хто вважає фундаментальною, являє собою здатність системи (на вимогу) підтверджувати свою лінію міркувань і висновків у вигляді, зрозумілому видаючій запити людині.

Звичайно експертну систему можна представити у вигляді наступних компонент.

а) База знань містить факти і правила.

Факт - це звичайно деяке твердження.

Правило звичайно має структуру типу: якщо X , Y та Z всі являють собою істину, то виконується умова Q . В цій структурі X , Y та Z називаються умовами, а Q - висновком.

б) Однак деякі правила можуть бути сформульовані лише з деякою імовірністю істинності, оскільки можуть виникати випадки невідповідності якого-небудь факту правилу (наприклад, правило, яке свідчить, що всі птахи можуть літати, не розповсюджується на страусів). Виключення можуть бути зазделегідь зумовлені, що робить правила більш складними. Крім того, в деяких правилах можуть бути невідомими деякі умови, тому експертна система повинна "уміти" справлятися з імовірностями.

в) Програма пояснення - це частина експертної системи, яка дозволяє користувачу опитувати її відносно обґрунтованості того або іншого результату. Наприклад, якщо експертна система, що виконує оцінку одержувачів кредитів, "радить" відмовити будь-кому в кредиті, то у користувача цілком може з'явитися бажання взнати, чому вона дала таку раду. Експертна система повинна вивести свої міркування, що приводять до того або іншого конкретного результату (наприклад, повідомити, які правила вона застосовує, які імовірності та ін.). Експертна система вказує правило, що використовується. Після цього користувач може спитати, яким чином система прийшла до свого висновку, і система повинна продемонструвати етапи своїх міркувань.

г) Програма накопичення правил додає до бази знань факти і правила або модифікує їх. У залежності від типу системи, для цього може бути потрібний експерт, що спеціалізується на побудові самих експертних систем.

д) Деякі експертні системи здатні "навчатися на основі власного досвіду" (евристичне навчання, нейронні мережі).

Програми і правила в експертній системі записуються на комп'ютерній мові, спеціально призначеній для рішення відповідних задач, наприклад, ПРОЛОГ_Е. Однак багато які експертні системи розробляються у вигляді оболонок. Це означає, що база знань не містить ніякої інформації, але структура правил реалізована, тому необхідно тільки наповнити цю базу. У оболонки є та перевага, що вона мінімізує зусилля, що затрачуються на додаткове програмування. Проте обсяг програмування, що залишається може бути значним.

Розглянемо експертну систему, яка призначена для підтримки прийняття рішень по проведенню монетарної політики.

У нашому випадку система наповнюється не знаннями експертів, а інформацією отриманою з економетричної моделі. Елемент експертності полягає в тому, що кожний

монетарний політик вибирає різні інструменти, і при цьому різні цілі мають різний пріоритет. Підтримка прийняття рішення полягає в тому, що система дозволяє вибрати оптимальне з можливих рішень і при цьому пояснює чому це рішення найкраще.

3.1. Структура системи

Система володіє інструментарієм, який дозволяє формувати дерево прийняття рішень, де ребра представлені у вигляді правил. Початкова вершина виділена (означена номером 0).

Далі використовується методологія, в якій на основі економетричних оцінок визначаються імовірності досягнення відповідних вершин. У процесі прийняття рішень виділяються кінцеві цілі, яким відповідає листя на дереві прийняття рішень. Кінцевим вершинам відповідають факти: КІНЦЕВА_ВЕРШИНА(N), де N – номер вершини. Кінцеві цілі зважуються (оцінюються) по мірі значущості (корисності).

Вершини дерева прийняття рішення нумеруються натуральними числами. Ребрам дерева прийняття рішення відповідають факти: ДІЯ(номер початкової вершини ребра, номер кінцевої вершини ребра, «опис дії»). Вершинам дерева прийняття рішення відповідають факти опису свойств стану, в який переходить система в результаті тої чи іншої дії: РЕЗУЛЬТАТ_ДІЇ(початкової вершини ребра, номер кінцевої вершини ребра, «опис стану», «ймовірність досягнення стану», корисність досягнення стану оцінена по шкалі [-10:+10]).

Система дозволяє переглядати і редагувати правила прийняття рішень. У системі реалізований алгоритм, що дозволяє знайти оптимальне з точки зору ціни помноженої на імовірність рішення на дереві прийняття рішень. Алгоритм переглядає (перебирає) можливі шляхи на дереві прийняття рішень з початкової вершини в кінцеві і вибирає найбільш цінний (той, якому відповідає найбільша ціна).

Автором програмно реалізована система прийняття рішень на базі запропонованої моделі.

Система дозволяє знаходити оптимальне рішення у випадку, якщо фінансова програма представлена у вигляді дерева. Система програмно реалізована на Visual Prolog 5 в середовищі операційної системи Windows.

Як один з прикладів розглянуте дерево прийняття рішення відносно таргетування інфляції на Україні [4]. Задача є у виборі інструмента обмеження інфляції, який найбільш підходить для країни що знаходиться в певному економічному стані. Для обмеження інфляції можна обмежувати грошову масу, яка в свою чергу складається з компонент, наприклад з гривневої і валютної. При цьому можна використати різні інструменти: прямий – вилучення надлишкової грошової маси, непрямий – збільшення ставки обов'язкового резервування і/або ставки рефінансування. Застосування кожного з інструментів дає свій ефект (з певною достовірністю приводить до певного стану економіки, яке має свої недоліки і переваги). Система знаходить оптимальне рішення задачі.

Висновки

У процесі прийняття рішень в умовах невизначеності, пов'язаної із застосуванням економетричних моделей, роль по оптимізації рішення може взяти на себе експертна система. У роботі описана реалізація такої системи.

Список літератури

1. Глушков В.М. О методике текущего планирования в системе ГОСПЛАН-МИНИСТЕРСТВА. Ин-т кибернетики АН УССР, Киев, 1973, 48 с.

2. Глушков В.М. Автоматизированная комплексная территориально-отраслевая система планирования (АКТОСП). ПРЕПРИНТ-78-67, Ин-т кибернетики АН УССР, Киев, 1978, 68 с.
3. Иванюков Ю.П., Лотов А.В. Математические модели в экономике. – М.: Наука, 1979, 305 с.
4. Домрачев В., Андрийчук В. Взаємодія економік як фактор монетарної політики. Вістник НБУ, №11, 2002, с.23-26
5. D.Laxten, P.Isard, H.Faruqee, E.Prasad, V.Turtelboom. MULTIMOD Mark III: The core dynamic and steady-state models, Occasional paper, N 164, IMF, Washington, D.C., 1998, pp. 71
6. Домрачев В.О математических моделях взаимодействия экономик различных стран. Моделирование та методи системного аналізу. Ін-т кібернетики ім.В.М.Глушкова НАН України, 2000. с.55 – 67
7. Geoffrey E J Dennis. Monetary economics, Longman Inc. N.Y. 1981, 313 p.
8. S. Ludvigson, C.Steindel, M.Lettau. Monetary policy transmission through the consumption-wealth channel. Economic Policy Review. Federal Reserve Bank of New York, v.8, n. 1, 2002, 117-133 p.
9. Процесс перехода и экономические показатели стран СНГ (экономические аспекты процесса перехода в Восточной Европе, Балтии и СНГ. ЕБРР, ноябрь 2002, 65 стр.
10. В.-Б. Занг. Синергетическая экономика. –М.: 1999. –335 с.
11. Домрачев В. Паранепротиворечивые логики в автоматизации программирования и экспертных системах/ В сб. ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАМНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ, Киев, ИК АН УССР, 1990. С.53-57
12. Домрачев В. Об объектно-ориентированном подходе к созданию экспертных систем. В сб. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ, Киев, ИК АН УССР, 1991. С.46-52