

М. А. ГРИНЧЕНКО, канд. техн. наук, ст. викл., НТУ «ХПІ», Харків

ПРИКЛАДНА ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ПРОЦЕСІВ РОЗВИТКУ РЕГІОНАЛЬНИХ МАКРОЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ

У роботі розроблено прикладну інформаційну технологію для прогнозування процесів розвитку регіональних макроекономічних систем, яка об'єднала підхід на основі методу системної динаміки і макропоказників системи національних рахунків, що дозволило підвищити наукову обґрунтованість сформованого прогнозу. Іл.: 2. Бібліогр.:5. назв.

Ключові слова: макроекономічна система, прогнозування, імітаційна модель, інформаційна технологія.

Вступ. Постановка задачі

Довгострокове прогнозування розвитку макроекономічних систем (МЕС) є тим інструментом, який дозволяє оцінити наслідки дій, здатних вплинути на стійкість процесів розвитку економіки, сприяє своєчасному знаходженню управлінських рішень, є основою для розробки стратегічних планів і програм розвитку як на рівні державного управління в цілому, так і на рівні регіонів.

Інформатизація суспільства, сучасний рівень розвитку комп'ютерних технологій обумовлюють впровадження в практику державного управління сучасні інформаційні технології. Обласні державні адміністрації активно використовують в своїй практиці різноманітні прикладні інформаційні технології підтримки прийняття рішень.

Основні проблеми прогнозування розвитку МЕС пов'язані з розробками Дж. Форрестера, Д. Медоуза, О. Г. Осауленка, В. М. Геєца, М.І. Долішнього, Д. Л. Андріанова та інших вчених [1-2]. Аналіз стану прогнозування показав, що у першу чергу увага приділяється моделюванню та прогнозуванню МЕС на рівні держави. Але регіональна МЕС має певні особливості: територія регіону є часткою території

© М. А. ГРИНЧЕНКО, 2012

держави, сфери виробництва та споживання формуються шляхом перерозподілу ресурсів в рамках держави. Ці особливості не в повній мірі дозволяють використовувати існуючі моделі для прогнозування процесів розвитку МЕС. Отже, розробка моделей і методів прогнозування процесів розвитку МЕС в рамках єдиної інформаційної технології управління на регіональному рівні є завданням, що має незаперечну значущість та яке визначило напрямок досліджень роботи.

Метою роботи є підвищення обґрунтування результатів прогнозування процесів розвитку РМЕС, шляхом розробки прикладної інформаційної технології.

Розробка системи прогнозування на основі імітаційної моделі розвитку РМЕС

В роботі представлена узагальнена структура системи моделювання і прогнозування, що включає наступні підсистеми: аналізу та вибору системи

показників для РМЕС, прогнозування процесів розвитку РМЕС на основі методу системної динаміки, моделювання та прогнозування макропоказників системи національних рахунків, формування корегуючих функцій впливу на процеси розвитку РМЕС, формування вихідних документів. Узагальнена структура приведена на рис.1. В рамках підсистеми моделювання процесів розвитку РМЕС реалізована імітаційна модель процесів розвитку РМЕС (ІМПР РМЕС). Змінні стану моделі Форрестера розширені додатковими змінними: інтелектуальний капітал суспільства, доля інтелектуального капіталу в сільському господарстві, валовий регіональний продукт (ВРП) [3].

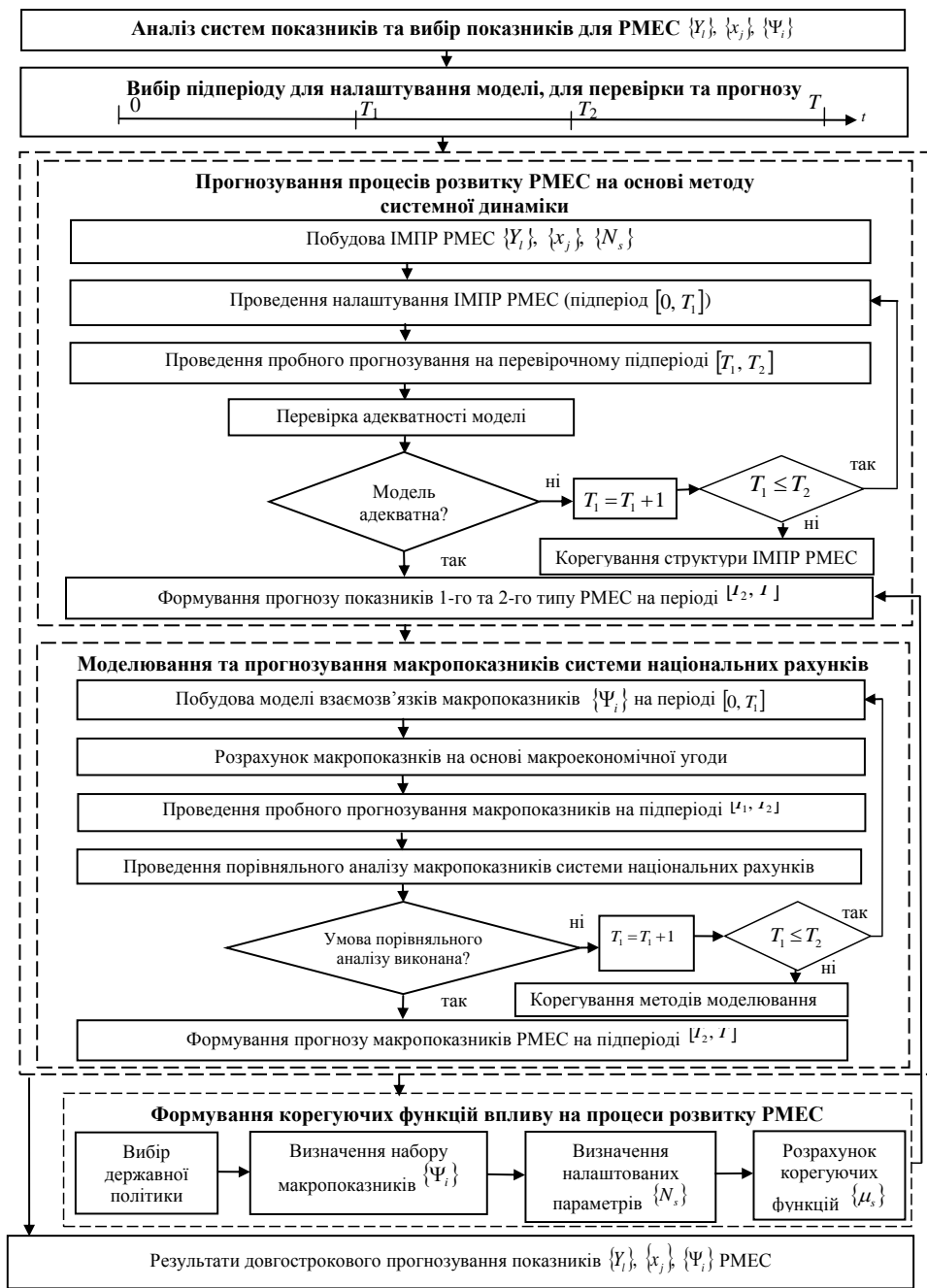


Рис. 1. Узагальнена технологія варіантного прогнозування процесів розвитку РМЕС

Обґрунтування введення цих змінних обумовлено наступним. Сучасне складне обладнання і технології не можуть використовуватися, якщо немає відповідної підготовленої кваліфікованої робочої сили, тому при моделюванні сфери виробництва окрім матеріальної складової необхідно враховувати інтелектуальну складову. У зв'язку з цим в моделі використовується змінна «інтелектуальний капітал». По аналогії з часткою фондів в сільському господарстві в моделі Форрестера автором введено змінну «доля інтелектуального капіталу в сільському господарстві». Вибір у якості змінної стану «валовий регіональний продукт» обумовлений, з одного боку, необхідністю врахування розподілу ВРП у середині РМЕС, з іншого – визначає і формалізує взаємодію РМЕС із зовнішнім середовищем.

Для прогнозування процесів розвитку РМЕС, пропонується період $[0, T]$ розбити на підперіоди: $[0, T_1]$ – для налаштування моделі, $[T_1, T_2]$ – перевірочний, $[T_2, T]$ – прогнозний та ввести наступні параметри: $V = T/h$, $V_1 = T_1/h$, $V_2 = (T_2 - T_1)/h$, $V_3 = (T - T_2)/h$, де h – крок дискретизації (рис.1). Кожному кроку відповідає інтервал $[t_k, t_{k+1}]$.

На основі підходу системної динаміки побудовано моделюючий алгоритм прогнозування процесів розвитку РМЕС. По аналогії з рівнями моделі Форрестера вводяться змінні $Y_l(t_k)$, $l = \overline{1, M}$. Кожна змінна стану $Y_l(t_k)$ описується наступним співвідношенням:

$$Y_l(t_{k+1}) = Y_l(t_k) + \Delta Y_l(t_k)h, \quad l = \overline{1, M}, k = \overline{0, V}, \quad (1)$$

де $\Delta Y_l(t_k)$ – швидкість зміни стану $Y_l(t_k)$, яка залежить від темпів приросту та убування $Y_l(t_k)$, V – число дискретних інтервалів $[t_k, t_{k+1}]$.

Для моделювання ВРП використовується виробнича функція наступного вигляду:

$$Y_8(t_{k+1}) = \alpha_0 K_w Y_1^{\alpha_1}(t_{k+1}) Y_2^{\alpha_2}(t_{k+1}) Y_6^{\alpha_3}(t_{k+1}), \quad (2)$$

де $Y_1(t_{k+1})$ – чисельність населення, $Y_2(t_{k+1})$ – обсяг наявних фондів, $Y_6(t_{k+1})$ – обсяг інтелектуального капіталу РМЕС, α_0 – коефіцієнт пропорційності, K_w – доля працездатного населення, $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ – коефіцієнти виробничої функції.

Окрім змінних $Y_l(t_k)$ вводяться також змінні другого типу $\{x_j(t_k), j \in J, k = \overline{0, V}\}$, які є індикаторами внутрішніх процесів в РМЕС. Для опису номінального режиму роботи РМЕС і налаштування моделі на реальну РМЕС використовуються параметри N_s , $s = \overline{1, v}$. Для моделювання причинно-наслідкових зв'язків в РМЕС використовуються функції $q_i(x_j(t_k))$, $i = \overline{1, 25}$. Ці функції визначають вплив змінних другого типу на $\Delta Y_l(t_k)$.

Моделюючий алгоритм функціонування ІМПР РМЕС розглянуто в роботі [4]. Для налаштування моделі використовується ретроспективна інформація про процеси розвитку РМЕС. Для формування функцій $q_i(x_j(t_k))$ на початковому етапі здійснюється збір необхідної статистичної інформації, на основі якої формуються таблиці значень $x_j(t_k)$ і відповідні ним значення $q_i(x_j(t_k))$. Потім ці значення апроксимуються лінійною функцією, значення параметрів якої обчислюються на основі методу найменших квадратів (МНК). Далі отримані функції $q_i(x_j(t_k))$ масштабуються. Якщо для даних функцій $q_i(x_j(t_k))$ немає аналогів в моделі Форрестера, то їх значення відновлюються експертним шляхом. Наступним етапом технології налаштування ІМПР РМЕС є визначення значень параметрів N_s . Для цього задаються їх початкові значення, після чого

здійснюється пробний прогноз. Для оцінки адекватності моделі розраховуються значення коефіцієнтів Джині і Тейла [4].

Технологія прогнозування процесів розвитку РМЕС

У основі запропонованого підходу лежить ІМПР, яка доповнена макропоказниками системи національних рахунків $\Psi_i(t_k)$, $i = \overline{1, \lambda}$, де λ – кількість макропоказників. Для кожної пари $\Psi_i(t_k)$, $\Psi_j(t_k)$ розраховуються коефіцієнти кореляції та формується поліноміальні залежності на основі МНК. Прогнозні значення $\Psi_i(t_k)$ розраховуються на основі прогнозних значень ВРП, які отримано з ІМПР.

Після визначення прогнозних значень $\Psi_i(t_k)$ МЕС визначається значення ВРП по формулі макроекономічної угоди:

$$\Psi_1(t_k) = \Psi_2(t_k) + \Psi_3(t_k) + \Psi_4(t_k) + \Psi_5(t_k), \quad k = \overline{0, V}, \quad (3)$$

де $\Psi_1(t_k)$ – ВРП, $\Psi_2(t_k)$ – споживання домашніх господарств, $\Psi_3(t_k)$ – інвестиції, $\Psi_4(t_k)$ – державні витрати, $\Psi_5(t_k)$ – чистий експорт. Визначені значення ВРП на основі ІМПР РМЕС порівнюються зі значеннями, розрахованими на основі макроекономічної угоди (рис.1).

Дана технологія дозволяє здійснити прогнозування розвитку РМЕС в умовах ринкових механізмів саморегулювання. Щоб відобразити вплив державної політики на РМЕС, необхідно доповнити імітаційну модель наступними складовими:

- 1) моделювання керуючих впливів, що реалізують певну політику держави;
- 2) моделювання корегування налаштованих параметрів ІМПР РМЕС.

Дії державної політики відображаються певним набором макропоказників. Політика держави задається через динаміку зміни значень макропоказників на весь період прогнозування наступним чином:

$$\Psi_i(t_k) = (\gamma_i + \Delta\gamma_i(t_k))\Psi_j(t_k) + (\sigma_i + \Delta\sigma_i(t_k)), \quad i = \overline{1, \lambda}, \quad (4)$$

де: γ_i , σ_i – коефіцієнти лінійної регресії, що визначаються на основі ретроспективної статистичної інформації; $\Delta\gamma_i(t_k)$, $\Delta\sigma_i(t_k)$ – коефіцієнти, які задаються експертним шляхом та визначають вплив державної політики на значення макропоказника $\Psi_i(t_k)$.

Для відображення впливу обраної державної політики необхідно параметри ІМПР, які чутливі до даної політики, представити як часові функції

$$\overline{N}_s(t_{k+1}) = \overline{N}_s(t_k) + (1 + \varphi_s) \cdot \mu_s(t_k), \quad (5)$$

де φ_s – коефіцієнт, що задається експертним шляхом, $\mu_s(t_k)$ – функція, яка відображає обрану політику, що корегує N_s .

Узагальнена технологія прогнозування процесів розвитку РМЕС при державному регулюванні включає два етапи (рис. 1). На першому етапі формуються початкові умови державного регулювання, тобто визначається державна політика або сукупність політик, що впливають на процеси розвитку РМЕС. На другому етапі здійснюється прогнозування основних змінних стану відповідно до ІМПР РМЕС. На основі набутих прогнозних значень виконується розрахунок корегуючих функцій $\mu_s(t_k)$ і здійснюється корекція відповідних їм

параметрів $\bar{N}_s(t_{k+1})$. На кожному кроці значення параметрів $\bar{N}_s(t_{k+1})$ передаються в ІМПР РМЕС для прогнозування на наступний період. Отримана інформація є початковою для розробки і оцінки різних варіантів розвитку РМЕС в умовах функціонування механізмів державного регулювання.

Особливості реалізації прикладної інформаційної технології для прогнозування процесів розвитку РМЕС

На основі виведених принципів розробки прикладної інформаційної технології (ПІТ) [5], розроблена ПІТ для прогнозування процесів розвитку РМЕС, яка забезпечує вирішення наступного комплексу завдань:

створення і ведення бази даних, а також інтеграція її в централізоване сховище даних;

підвищення якості і оперативності прийняття управлінських рішень на основі використання аналітичних і прогнозних засобів;

проведення моніторингу, моделювання і варіантного прогнозування розвитку РМЕС;

представлення інформації в табличному і графічному вигляді;

забезпечення цілісності інформаційних ресурсів.

У якості користувачів автоматизованої системи (АС) прогнозування розвитку РМЕС виділені: особа, яка формує рішення (ОФР); експерт; особа, яка приймає рішення (ОПР). В якості ОФР можуть виступати співробітники сектора аналізу та прогнозування розвитку регіону. У ролі експертів можуть виступати начальник управління економіки ОДА та експерти у галузі розвитку регіону. В якості ОПР виступає керівник ОДА або його заступники, що відповідають за управління розвитком регіону.

Функціональна структура АС прогнозування розвитку РМЕС складається з наступних складових: модулі ініціалізації і налаштування, модулі виведення результатів прогнозування, модулі управління табличними і апроксимуючими функціями, модулі розрахункових процедур, база даних, довідкова підсистема, головний модуль.

Інтерфейси проектувалися відповідно до вимог стандарту CUA і правил проектування інтерфейсу користувача. Ключовою особливістю інтерфейсу користувача є присутність інтегрованої підсистеми безпеки, яка забезпечує розподіл прав доступу між користувачами.

Розроблена інформаційна технологія випробувана на основі даних Харківської області, починаючи з 2000 року. Для налаштування моделі використовувалася статистика за 2000-2006 рр. На перевірочному періоді з 2007-2010 рр. було проведено прогноз та порівняльний аналіз.

Отримані результати перспективного прогнозування процесів розвитку Харківської області представлено на рис.2.

Результати чисельних розрахунків свідчать про те, що при наявній державній політиці в довгостроковому періоді (з 2001 по 2025 р.р.) очікуються: зниження чисельності населення регіону до 2,53 млн. осіб; зменшення в два рази наявних природних ресурсів; збільшення в два рази обсягу наявних фондів (в середньому зростання складе 3,5% в рік); також очікується зниження забруднення навколишнього середовища регіону на 10%.

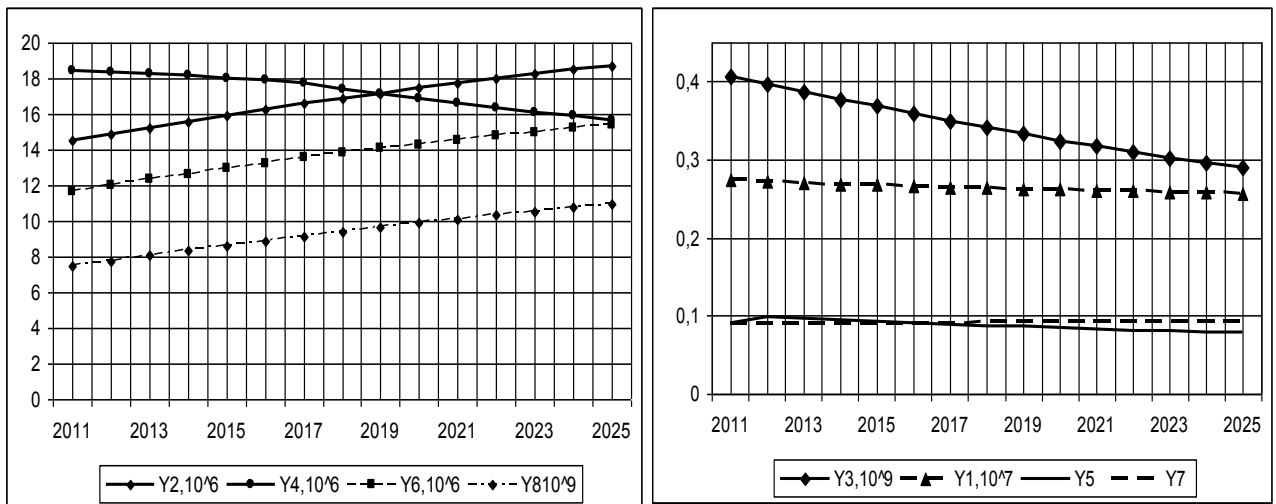


Рис. 2. Результати прогнозу процесів розвитку РМЕС

Отримані результати свідчать про необхідність невідкладного підвищення ефективності управління процесами розвитку.

Розроблена прикладна інформаційна технологія прогнозування процесів розвитку РМЕС може бути успішно використана для оцінки наслідків управлінських рішень на етапі формування планів і програм розвитку Харківської області.

Висновки

Таким чином, розроблено прикладну інформаційну технологію прогнозування процесів розвитку РМЕС. До основних результатів роботи слід відмітити:

1. Проведено аналіз особливостей і механізмів функціонування РМЕС, проаналізовано стан задачі прогнозування процесів розвитку системи. Поставлено задачу довгострокового прогнозування процесів розвитку РМЕС з урахуванням системи показників, що описують РМЕС, з погляду сфери споживання, сфери виробництва та екологічної сфери

2. Розроблена технологія прогнозування перспективного розвитку регіональної системи в умовах ринкової саморегуляції, яка базується на взаємозв'язаному застосуванні прогнозування на основі ІМПР РМЕС і макропоказників системи національних рахунків.

3. Запропоновано підхід до моделювання державної політики, яка впливає на процеси розвитку РМЕС.

4. Розроблена технологія прогнозування процесів розвитку РМЕС за умови державного управління, яка включає етапи: 1) моделювання державної політики (формування динаміки зміни значень макропоказників, що визначають державну політику і динаміку змін значень відповідних параметрів ІМПР); 2) на основі ІМПР прогнозування основних показників РМЕС.

5. Проведено апробацію прикладної інформаційної технології прогнозування процесів розвитку РМЕС на процесах розвитку Харківської області. Проведено оцінку якості результатів прогнозу процесів розвитку РМЕС, що свідчить про їх достовірність та надійність.

Список літератури: 1. *Геєць В. М.* Моделирование економічної безпеки : держава, регіон, підприємство: монографія / *В. М. Геєць, М. О. Кизим, Т. С. Клебанова та ін.* ; За ред. : *Геєць В.М.* – Х. : Н.-д. центр індустр. пробл. розвитку НАН України. : ІНЖЕК, 2006. – 239 с. 2. Медоуз Д. Пределы роста: [пер. с англ] / [Медоуз Д. и др.]. – М. : Изд-во МГУ, 1991. – 206 с. 3. *Гринченко М. А.* Структура системы прогнозирования развития макроэкономических систем / *В. Л. Лисицкий, М. А. Гринченко* // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». – Харків, 2005.– № 59. – С. 105-109. 4. *Гринченко М.А.* Разработка имитационной модели прогнозирования процессов развития макроэкономических систем / *В. Л. Лисицкий, М. А. Гринченко* // Східноєвропейський журнал передових технологій. – Харків: Технологічний центр, 2009. – №3/5 (39). – С. 4-8. 5. *Гринченко М. А.* Реализация информационной технологии прогнозирования процессов развития макроэкономической системы. Результаты исследования. / *М. А. Гринченко* // Системи обробки інформації. – Харків: Харківський університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, 2011. – № 2(92). – С. 259-263.

УДК 004.942

Прикладная информационная технология для прогнозирования процессов развития региональных макроэкономических систем/ М. А. Гринченко //Вестник НТУ «ХПИ». Серия «Новые решения в современных технологиях». – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2012. - №50(956). . С.44-50.

В работе разработана прикладная информационная технология для прогнозирования процессов развития региональных макроэкономических систем, которая объединила подход на основе метода системной динамики и макропоказателей системы национальных счетов, что позволило повысить научную обоснованность сформированного прогноза. Из.: 2. Библиогр.: 5 назв.

Ключевые слова: макроэкономическая система, прогнозирование, имитационная модель, информационная технология.

UDC 004.942

The applied information technology of forecasting of the processes of the macroeconomic systems development / М. А. Grinchenko //Bulletin of NTU “KhPI”. Subject issue: New desicions of modern technologies. – Kharkov: NTU “KhPI”. – 2012. - № 50(956). P.44-50

In work the information technology of forecasting of the processes of regional macroeconomic systems development is elaborated. It combines the approaches on the basis of system dynamics method and macroeconomic indicators of the national accounts system, which allowed to increase scientific validity of the formed forecast. Im.:2 : Bibliogr.: 5.

Keywords: macroeconomic system, forecasting, simulation model, information technology.

Надійшла до редакції 20.09.2012