



МЕТОД ВРАХУВАННЯ МІНЛИВОСТІ ЗОВНІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЯК АЛЬТЕРНАТИВНИЙ МЕТОД МОДЕЛЮВАННЯ СОЦІАЛЬНО- ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Олександра Белз

Кафедра інформаційних систем у менеджменті Львівського національного університету імені Івана Франка,
Проспект Свободи 18, 79008 Львів, Україна, homerc@list.ru

Резюме: Запропоновано метод моделювання економічної динаміки в мінливому середовищі, який дає можливість здійснити довільне нелінійне перетворення та описати моменти зміни властивостей системи без проблеми прив'язки моделей до осі часу.

Ключові слова: економічна динаміка, самоорганізуюча система, індуктивна математика.

1. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Моделювання соціально-економічних процесів на сьогодні є однією з найважливіших задач, які стоять перед дослідниками. Важливість даної задачі обумовлена тим, що рішення, які приймаються на основі прогнозних даних, проявляються протягом довгого періоду часу в майбутньому. Основною гіпотезою, на якій ґрунтується використання класичних методів економічного передбачення, є принципова подібність глобальних умов відтворення в минулому, теперішньому і передбачуваному майбутньому, яка з необхідністю витікає із відносно рівномірного розвитку науково-технічного процесу. Однак постійний ріст темпів економічного розвитку і ускладнення взаємозв'язків між різними процесами призводить до зменшення ефективності традиційних методів прогнозування. В результаті дії великої кількості факторів процес, що розглядається, розбивається на ділянки, всередині яких його властивості можна вважати постійними або повільно дрейфуючими, а на межах відбувається їх стрибкоподібна зміна. Своєчасне виявлення такого моменту зміни властивостей і адекватна реакція на ці зміни є необхідною умовою успішного прогнозування майбутніх значень процесу.

2. АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Для моделювання подібних явищ у літературі пропонується такі підходи:

1. Використання адаптивних методів прогнозування часових рядів. Особливістю адаптивних методів є те, що вони реагують на зміни параметрів і структури процесу так, що відбувається коригування моделі, в результаті чого вона досягає оптимального стану. Існують такі типи адаптивних методів: процедура згладжування на основі ковзної середньої; метод експоненціального згладжування; модель авторегресії тощо.

2. Використання моделей зі змінною структурою. Існує два способи конструювання систем із змінною структурою: послідовне збільшення довжини інформаційної бази з аналізом оцінок параметрів (передбачає виділення меж стійкості структури по часу); застосування методів багатовимірної класифікації динамічних рядів з ціллю виділення однорідних в певному розумінні часових рядів.

Однак описані підходи мають ряд недоліків. Щодо першого підходу, то часові ряди в економіці є нестационарні, а всі статистичні моделі, розроблені в рамках теорії часових рядів, є стационарними. Тому приходиться всякий раз розв'язувати проблему переходу від нестационарного до стационарного часового ряду.

Також, існує проблема ідентифікації моделі, тобто вибору виду залежності між вхідними і результатним факторами моделі. Щодо другого підходу, то застосування багатовимірної класифікації породжує проблему ідентифікації кожного виміру, який попав в однорідний клас з його положенням на осі часу, а також рухливість меж класів моделей по часу.

Крім того, при моделюванні економічних процесів проблема вибору виду математичної залежності між факторними і результатною змінною є надзвичайно складною. Як відомо, при довільному характері функції $f(X)$ теоретично ми можемо побудувати будь-якого рівня точності апроксимуючий поліном Колмогорова-Габор:

$$y = a_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_i x_i + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m \beta_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^m \gamma_{ijk} x_i x_j x_k + \dots, \quad (1)$$

де y - результатний фактор;
 $\alpha_0, \alpha_i, \beta_{ij}, \gamma_{ijk}$ - коефіцієнти полінома;
 $x_i, i = \overline{1, m}$ - факторні змінні.

Однак реальні економічні системи характеризуються тим, що на будь-який економічний показник має вплив цілий ряд вхідних факторів. Ця умова спричинює те, що складність розрахунку відповідних коефіцієнтів полінома (1) значно зростає і є необхідним великий обсяг статистичної вибірки.

Для боротьби з “прокляттям розмірності” О. Г. Івахненком було запропоновано алгоритми самоорганізації моделей [1]. Суть алгоритмів зводиться до заміни одномоментної побудови поліномів типу (1) його послідовним синтезом із порівняно простих елементарних функцій (класифікаторів). Однак, запропоновані алгоритми самоорганізації не дозволяють змодельовувати зміну структури складних економічних систем та не придатні для роботи з нестационарними часовими рядами.

3. ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ

Тому перед нами була поставлена задача розробки методики, яка б забезпечувала моделювання незворотних нелінійних хаотичних процесів і була придатна для роботи з нестационарними часовими рядами.

4. ДОСЛІДЖЕННЯ

Для усунення перелічених недоліків нами пропонується метод врахування мінливості зовнішнього середовища (МВМЗС), який забезпечує відображення незворотних нелінійних хаотичних процесів; процесів самоорганізації в нерівноважних системах; стрибкоподібності катастрофічних змін; симбіозу детермінізму та хаотичності [2]. Суть даного методу зводиться до наступного. На першому етапі весь простір пошуку (всі можливі кандидати у факторні показники і результатний) представляють темпами приросту і значення кожного з показників-претендентів кластеризують. При цьому як міру подібності використовують евклідову відстань:

$$d_{ij} = (r_i - r_j)^2,$$

де d_{ij} - квадратна евклідова відстань між i -им та j -им значенням показника; r_i, r_j - i -те та j -те значення темпу приросту відповідного показника.

Використовуючи принцип найближчого сусіда, здійснюють класифікацію об'єктів на певну кількість кластерів. Кількість кластерів визначають, виходячи із умови, що коефіцієнт квадратної евклідової відстані буде не більший за певну (задану користувачем) величину:

$$d_{ij} \leq \text{const}.$$

На другому етапі на основі методів індуктивного виводу виявляють логічні закономірності в даних.

Процедуру побудови дерева розв'язків зводять до циклічного розбиття навчальних прикладів на класи відповідно до змінної, яка має найбільшу силу класифікації. Існує ряд варіантів розрахунку сили класифікації змінної. У нашому випадку доцільно зупинитися на варіанті, який надає перевагу змінній, що має максимальне число пар таких значень, для яких виконується умова (якщо i -те та j -те значення результатної змінної різне, то і різне i -те та j -те значення вектору вхідних змінних):

$$\forall i, j (i \neq j) Y_i \neq Y_j \Rightarrow X_i \neq X_j,$$

де Y_i та Y_j - i -те та j -те значення результатної змінної; X_i та X_j - i -те та j -те значення вектору вхідних змінних.

На підставі виділених підмножин навчальних прикладів здійснюють пошук закономірностей. Зокрема, при використанні методу індуктивного виведення – методу подібності – логічну закономірність вважають знайденою, якщо виконується умова (якщо i -те та j -те значення вектору вхідних змінних однакове, то і однакове i -те та j -те значення результатної змінної):

$$\forall i, j (i \neq j) X_i = X_j \Rightarrow Y_i = Y_j.$$

Кожну підмножину навчальних прикладів (об'єктів), виділених змінною з максимальною силою класифікації, знову розбивають на класи з використанням наступної змінної з найбільшою силою класифікації і т.д. Розбиття закінчують, коли у підмножині залишаються об'єкти лише одного класу. В ході процесу формують дерево розв'язків. Шляхи руху по цьому дереву з верхнього рівня на нижні визначають логічні правила у вигляді ланцюжків кон'юнкцій.

Одержані закономірності сформувані мовою логічних висловлень типу ЯКЦО (умова) ТО (висновок). Отже, на даному етапі одержують перелік вхідних факторів певного рівня динаміки, які мають вплив на певний рівень динаміки результатного показника. Таким чином здійснюють уточнення простору пошуку факторних змінних.

При цьому зауважимо, що вхідними даними будуть всі можливі факторні показники і результатний показник, зміщені в часі, а результатними даними – результатний показник. Такий підхід дає змогу уникнути конфліктів при виділенні причини і наслідку економічного явища чи процесу, а також використовувати сформовані моделі як прогнозні.

Враховуючи той факт, що складні структурні утворення в природі є одночасно детермінованими і стохастичними, здійснюють перетворення сформованих логічних закономірностей із детермінованих на ймовірнісні. Для кожної одержаної ймовірнісної логічної функції формують відповідну математичну модель типу:

$$k_{l_0} + k_{l_1} x_{l_1} + k_{l_2} x_{l_2} + \dots + k_{l_{n_l}} x_{l_{n_l}} = y_l, \quad (2)$$

де k_{l_0} - вільний член l -ї логічної функції (шукана змінна); $k_{l_{n_l}}$ - коефіцієнт при n_l -му факторі l -ї логічної функції (шукана

змінна); $x_{l_{n_l}}$ - значення темпу приросту n_l -го фактора l -ї логічної функції; y_l - значення темпу приросту результатного фактора l -ї логічної функції.

Розрахунок прогнозного значення результатного показника здійснюють враховуючи результат одержаних математичних співвідношень (2) та відповідних їм логічних функцій, які справедливі для даного об'єкта.

Запропонований метод апробований при створенні моделей залежності валового внутрішнього продукту (ВВП), індексу споживчих цін (ІСЦ), курсу гривні щодо долара США та ставки кредитування комерційними банками від макроекономічних показників [3].

У загальному вигляді була поставлена така задача. Задана множина вхідних даних

$$\Omega = \{Y, X_1, X_2, \dots, X_n\}, X_n \in R^M,$$

де n - кількість змінних, а M - кількість точок спостереження.

Необхідно за допомогою методів регресійного аналізу, МГВА (методу групового врахування аргументів) та МВМЗС побудувати моделі, адекватні вхідній множині даних.

Як експериментальні дані були взяті двадцять чотири макроекономічні показники з січня 1998 року по грудень 2002 року (за даними Держкомстату): валовий внутрішній продукт (ВВП) за фактичними цінами; обсяг промислової продукції у фактичних цінах; виробництво товарів народного споживання у фактичних цінах; продукція сільського господарства у фактичних цінах; роздрібний товарообіг у фактичних цінах; індекс споживчих цін (ІСЦ); індекс цін виробників промислової продукції (ІОЦ); курс гривні до долара США; грошова маса МЗ; готівка в обігу М0; доходи зведеного бюджету; видатки зведеного бюджету; ставка кредитування комерційними банками; кредити, надані комерційними банками суб'єктам господарювання у національній валюті; кредити, надані комерційними банками суб'єктам господарювання в іноземній валюті; вклади населення у комерційних банках України у національній валюті; вклади населення у комерційних банках України в іноземній валюті; дебіторська заборгованість; кредиторська заборгованість; грошові доходи населення; грошові витрати населення; середньомісячна номінальна заробітна плата працівників; індекс реальної заробітної плати; кількість зареєстрованих безробітних. У результаті

виконання роботи необхідно побудувати моделі, які виявляють залежності показників ІСЦ, ВВП, курсу гривні до долара США та ставки кредитування комерційними банками від інших макроекономічних показників.

В процесі роботи над запропонованим методом була висунута теза, яка стверджує, що базовими показниками при створенні моделей економічних процесів є не їх абсолютні значення, а величина динаміки. Тому всі моделі побудовані у двох ракурсах: на основі даних про абсолютні значення показників і на основі темпів приросту показників. Тут слід зауважити, що МВМЗС ґрунтується на використанні лише темпів приросту показників. Наступною особливістю, яку слід обумовити, є те, що вхідними даними для всіх моделей є всі двадцять чотири макроекономічних показники, зміщені в часі, а результатними - ІСЦ, ВВП, курс гривні до долара США та ставка кредитування комерційними банками. Реалізація цієї особливості дає змогу, по-перше, уникнути конфлікту при визначенні причини та наслідку економічного явища чи процесу і, по-друге, виконувати прогнозу функцію – розраховувати прогнозні значення на основі відомих. І, на кінець, останньою специфікою при побудові моделей є те, що експериментальні дані розбивали на дві множини: навчальну вибірку (дані 1998-2000 рр.) та тестову вибірку (дані 2001-2002 рр.). Дана специфіка зумовлена тим, що при моделюванні економічних процесів надзвичайно важливе значення має достовірність результатів на даних, які не були використані при побудові моделі (якість екстраполяційних властивостей моделі).

При формуванні моделей запропонованою методикою задіяні дві комп'ютерні програми аналізу даних: STATGRAPHICS (STATistical CRAPHICs System) фірми Manugistics та See5/C5.0 компанії RuleQuest. Пакет STATGRAPHICS був використаний для здійснення процедури кластеризації значень темпів приросту кожного з показників. Програма See5/C5.0 була використана для виявлення логічних закономірностей.

На підставі вибраних методів моделювання і даних Держкомстату сформовані залежності ІСЦ, ВВП, курсу гривні щодо долара США та ставки кредитування комерційними банками від макроекономічних показників. Моделі ІСЦ, ВВП, курсу гривні та ставки кредитування, створені методами регресійного аналізу на основі абсолютних значень показників, дають суттєві відхилення фактичних значень від прогнозних на даних тестової вибірки. Для аналізу результатів моделювання були

використані такі критерії: коефіцієнт детермінації та відсоток відхилень передбачуваних значень результатної змінної від фактичних.

Зазвичай, коефіцієнт детермінації розраховують на даних навчальної вибірки. Далі припускають, що модель буде поводити себе аналогічним чином на даних, які не ввійшли в навчальну вибірку. Однак, цінність моделей економічних процесів визначається, насамперед, їхньою здатністю адекватно репрезентувати майбутнє, а не відобразити минуле. Чудові характеристики моделей на даних навчальної вибірки ще не є запорукою того, що моделі адекватно відображають економічний процес. Тому важливе значення має збереження характеристик створених моделей. Метою нашого аналізу є дослідження моделей, побудованих за допомогою різних методів, на стійкість їх характеристик. Для проведення відповідного аналізу розраховано коефіцієнти детермінації на даних навчальної (1988-2000 роки) та тестової (2001-2002 роки) вибірок (табл.1).

Таблиця 1. Коефіцієнти детермінації моделей залежності ІСЦ, ВВП, курсу гривні щодо долара США та ставки кредитування комерційними банками від макроекономічних показників

Модель	Метод				
	МВМЗС	МГВА (на основі абсолют. значень показник.)	МГВА (на осн. темпів приросту показник.)	регресійний аналіз (на осн. Абсолют. значень показник.)	регресійний аналіз (на осн. темпів приросту показник.)
на даних навчальної вибірки					
ІСЦ	0.9435	0.6391	0.4991	0.8567	0.7895
ВВП	0.9834	0.9620	0.9752	0.9947	0.9902
курс гривні до долара США	0.9986	0.9904	0.9903	0.9962	0.9967
ставка кредитування комерційними банками	0.9906	0.9642	0.9341	0.9796	0.9691
на даних тестової вибірки					
ІСЦ	0.6329	-0.7601	0.6535	-145.5548	-1.1104
ВВП	0.7190	0.5098	0.4481	-7.3336	0.4184

Таблиця 1. (продовження)

курс гривні до долара США	0.9892	0.9983	0.9748	-1.4115	0.8596
ставка кредитування комерційними банками	0.9749	0.9473	0.9833	-9.8047	0.9211

Ще одним критерієм, за яким було здійснено якісну оцінку побудованих моделей, був відсоток відхилень передбачуваних значень результатної змінної від фактичних (рис. 1). За значенням даного критерію визначають клас точності соціально-економічних прогнозів.

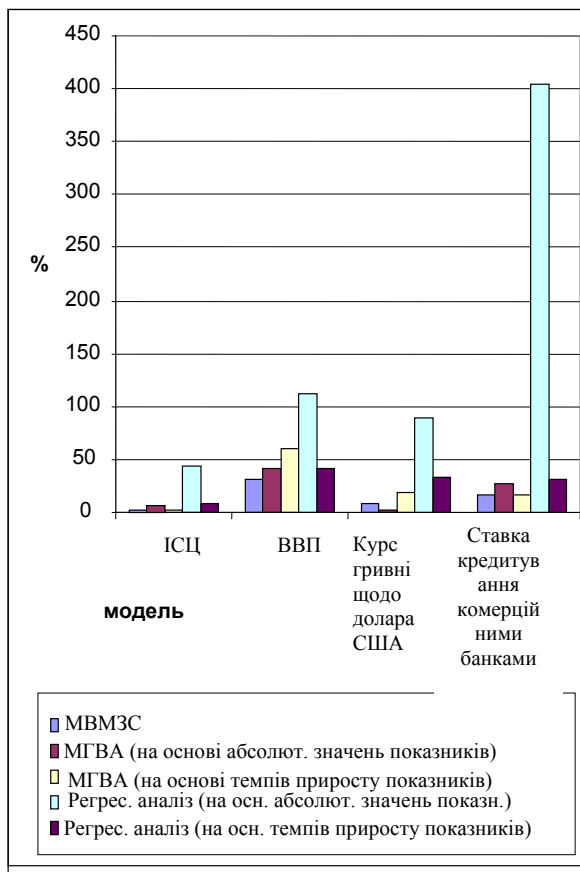


Рис. 1 - Максимальне відхилення передбачуваних значень від фактичних (у відсотках)

5. ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Проведений у роботі аналіз засвідчує, що лінійні регресійні моделі макроекономічних процесів, побудовані на основі абсолютних значень показників, неадекватно відображають економічну динаміку. Стабільні результати

досягаються при моделюванні макроекономічної динаміки МВМЗС та за допомогою МГВА на основі темпів приросту показників. Моделювання економічної динаміки на основі темпів приросту показників значно покращує прогностні характеристики моделей. Тим самим дістала підтвердження висунути гіпотеза, яка стверджує, що базовими показниками при створенні моделі економічного процесу є не їх абсолютні значення, а величина динаміки.

Відмітимо, що МВМЗС забезпечує достатню точність при побудові прогнозів макроекономічних показників, оскільки дає можливість здійснити довільне нелінійне перетворення. Також даний метод має високі потенційні можливості при аналізі складної динамічної структури за рахунок можливості опису моментів зміни властивостей системи і при цьому повністю відсутня проблема прив'язки моделі до осі часу. Тут слід зауважити, що за допомогою запропонованого методу здійснюється спроба дослідити атрактор (потенційно можливий шлях розвитку системи) статистичними методами. Ще однією суттєвою перевагою МВМЗС є відсутність необхідності в математичній специфікації моделей, що є особливо важливим при моделюванні складних систем.

6. СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Ивахненко А.Г. Метод группового учета аргументов в задачах прогнозирования. Препринт-77-4. Киев. Институт кибернетики АН СССР, 1971. – 24 с.
- [2] Юринець В.Є., Белз О.Г. Моделювання економічної динаміки // Вісник Львівського університету. Серія економічна. 2003. Випуск 32. – С.
- [3] Белз О. Економічна динаміка: ефективність методів моделювання // Вісник Тернопільської академії народного господарства. Випуск 3. 2004. – С.140-150.



Олександра Белз спеціаліст в області інформаційних систем у менеджменті. Сьогодні працює молодшим викладачем кафедри інформаційних систем у менеджменті Львівського національного університету імені Івана Франка. Область наукових

інтересів: математичне моделювання економічних процесів, експертні системи, менеджмент фінансів.

METHOD OF CONSIDERATION A CHANGEABILITY OF EXTERNAL ENVIRONMENT AS AN ALTERNATIVE METHOD OF SOCIO-ECONOMIC PROCESSES MODELING

Oleksandra Belz

Department of information system of management of Ivan Franko National University of Lviv,
Prospect Svobody 18, 79008 Lviv, Ukraine, homepc@list.ru

Today modeling of socio-economic processes is one of the most important tasks which stand before researchers. Importance of this task is conditioned by the fact that decisions, which are adopted on the basis of forecasted data, show up during the long period of time in the future. The main hypothesis on which classic methods of economic forecasting are based is principle similarity of global conditions of reproduction in the past, nowadays and supposed future, which follows from the relatively even development of scientific and technical process. However the permanent growth of rates of economic development and complication of intercommunications between different processes results in efficiency reduction of traditional forecasting methods. As a result of many factors action a process, that is considered, is broken up on parts, in which his properties can be considered permanent or slowly drifting, but there is their saltatory change on scopes. Timely exposure of such moment of properties changes and an adequate reaction on these changes is a necessary condition for successful forecast of future values of process.

Literature offers the next approaches to the modeling of such phenomena:

1. The use of adaptive methods of time series forecasting. Of adaptive methods that are a feature, that they react on the changes of parameters and structure of process, there is correction of model, what she achieves the optimum state as a result of. There are five types of adaptive methods: procedure of moving averages smoothing; exponential smoothing method; autoregressive model etc.

2. The use of models with the variable structure. There are two methods of constructing the systems with the variable structure: successive increase of length of information base with the analysis of parameters estimation (expects the selection of scopes of time firmness of structure); application of methods of multiple classification of time series with the purpose of selection the homogeneous time series.

Described approaches however have some disadvantages. In relation to the first approach, economic time series are not stationary while all

statistical models developed within the framework of time series theory are stationary. Therefore it is always needed to resolve a problem of transition from non-stationary to the stationary time series. Also there is a problem of authentication of model that is choice of type of dependence between input and output factors of model. In relation to the second approach, the application of multiple classification generates an authentication problem of every measuring, which got into homogeneous class with its own position on the axis of time, and also time mobility of models classes scopes.

In addition, during economic processes modeling the problem of choice of type of mathematical dependence between factor and resulting variables is extraordinarily difficult. As we know for the arbitrary type of function $f(X)$ theoretically we can build any level of exactness approximating Colmogorov-Gabor polynomial:

$$y = a_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_i x_i + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m \beta_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^m \gamma_{ijk} x_i x_j x_k + \dots \quad (1)$$

where y - resulting factor, $\alpha_0, \alpha_i, \beta_{ij}, \gamma_{ijk}$ - coefficients of polynomial, $x_i, i = \overline{1, m}$ - factor variables.

However a feature of real economic systems is that number of factors has an influence on any economic indicator. This condition causes the considerable complication of polynomial (1) coefficients computation and large statistical sample size is necessary.

For the fight with the "curse of dimension" O.G.Ivahnenko offered the algorithms of self-organization of models. Essence of algorithms consists in replacement of one-moment construction of polynomials of type (1) by its successive synthesis with comparatively simple elementary functions (classifiers). However, the offered algorithms of self-organization not allow modeling a variable structure of the complex economic systems and are not suitable for working with the stationary time series.

For the removal of these disadvantages we offer the method of consideration a changeability of external environment (MCCEE), which provides the reflection of irreversible nonlinear chaotic processes, is offered; processes of self-organization in the non-equilibrium systems; saltatory of catastrophic changes; symbiosis of determinism and chaotic. Essence of the given method is taken to the following. On the first stage all space of search (all possible candidates in factor indexes and result) is represented by growth rates and value of each of indexes-applicants clusters. Thus as a measure the similarities use Euclidovou distance.

Using principle of neighbouring, objects is classified on the certain amount of clusters. The amount of clusters is determined, going out from a condition, that the coefficient of square Euclidovoi distance will be than certain (set by an user) size not anymore.

On the second stage on the basis of methods of inductive conclusion they discover logical rule in data by method of the inductive conclusion – method of similarity.

Conformities to the rules is got to form by the propositional logic of type IF (condition) THEN (conclusion). Consequently, on the given stage the list of entrance factors of certain level of dynamics, which has poured in on the certain level of dynamics of result index, is got. Clarification of space of search of factor variables is specified

We will notice, that all possible factor indexes and result index displaced in time will be entrance data, and result data – result index. Such approach enables to avoid conflicts during the selection of cause and effect of the economic phenomenon or process, and also to use the formed models as a prognosis.

Taking into account circumstance that difficult structural structures n nature is simultaneously determined and stochastic, transformation of the formed logical conformities to the rules is carried out from determined on probabilistic. For every got probabilistic boolean function the proper mathematical model of type is formed:

$$k_{l0} + k_{l1}x_{l1} + k_{l2}x_{l2} + \dots + k_{ln_l}x_{ln_l} = y_l \quad (2)$$

where k_{l0} - free member of l -th boolean function (variable sought after), k_{ln_l} - coefficient at the n_l -th factor of l -th boolean function (variable sought after), x_{ln_l} - value of growth rate of n_l -th factor of l -th boolean function, y_l - value of growth rate of result factor of l -th boolean function.

Carry the calculation of prognosis value of result index out taking into account the result of the got

mathematical correlations (2) and boolean functions proper to them, what true for the given object.

The offered method is approved in the models of dependence of gross domestic product (GDP), consumer price index (CPI), exchange rate of hryvnya in relation to the dollar of the USA and rate of crediting by the commercial banks from the macroeconomic indexes.

In a general there was put such task. The great number of entrance data is set $\Omega = \{Y, X_1, X_2, \dots, X_n\}$, $X_n \in R^M$, where n - amount of variables, and M - amount of viewpoints. It is necessary by means the methods of regression analysis, MGAA (method of group account of arguments) and MCCEE models adequate to the entrance number of data.

As experimental data there were taken twenty four macroeconomic indexes from January, 1998 for December, 2002 (from data of statistics). As a result of implementation of work it is necessary to build models which exposes to dependence of gross domestic product (GDP), consumer price index (CPI), exchange rate of hryvnya in relation to the dollar of the USA and rate of crediting by the commercial banks from the chosen macroeconomic indexes.

The analysis conducted in work confirms that the linear regressive models of macroeconomic processes, built on the basis of absolute values of indexes, inadequately represent an economic dynamics. Stable results are achieved at the design of macroeconomic dynamics by means MCCEE and by means MGAA on the basis of growth rates of indexes. The design of economic dynamics on the basis of growth rates of indexes considerably improves prognosis descriptions of models. The same obtained confirmation to pull out hypothesis, which asserts that not their absolute values are base indexes at creation of model of economic process, but dimension of dynamics.

We will mark that MCCEE provides sufficient exactness at construction of prognoses of macroeconomic indexes, as enables to carry out arbitrary nonlinear transformation. Also the given method is in high potential positions at the analysis of difficult dynamic structure at expense of possibility of description of moments of change of the system properties and thus fully absent problem of attachment of the model to the time factor. Here it is necessary to notice that by means the offered method an attempt to explore by attractor (the way of development of the system is potentially possible) statistical methods are carried out. Absence of necessity in mathematical specification of models that are especially important at the design of the difficult systems is another substantial advantage MCCEE.