

Н.Н. ВОЛОСНИКОВА,
Харківський політехнічний інститут

ПРОГНОЗУВАННЯ ЗМІНИ ТРАНСАКЦІЙНИХ ВИТРАТ ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

Важливою функцією управління трансакційними витратами інноваційної діяльності є прогнозування їх величини у відповідності зі стратегією розвитку інноваційно-орієнтованого підприємства.

Дослідженням процесів прогнозування значень економічних змінних присвячено багато праць таких вітчизняних та іноземних науковців, як Я.О.Кірілович [1], Ф.Б.Рогальський [2], С.Л.Чернишов [3], А.М.Дубров [4], Сулаков Б.А. [5], С.А.Саркісян [6], К.Д.Льюїс [7] та ін. Вони запропонували різноманітні методологічні та організаційні підходи для формування методів прогнозування. С.А.Саркісян відзначає, що якщо є дані про розвиток реальної системи в минулому, то при деяких умовах можна по цим даним зробити висновки щодо прогнозу на майбутнє. Проте слід відзначити, що в роботах з цієї тематики не знайшли відображення питання моделювання системи трансакційних витрат інноваційної діяльності та одержання прогнозу їх розвитку при заданих управляючих впливах.

У даному дослідженні пропонується метод прогнозування трансакційних витрат інноваційної діяльності на основі метода екстраполяції і умови його застосування на практиці.

Слід зазначити, що прогнозування зміни трансакційних витрат – це дослідницький процес, у результаті якого можна одержати прогноз про їх стан у майбутньому. У даному випадку прогноз є імовірним судженням про можливий стан трансакційних витрат або про альтернативні шляхи його досягнення.

Відомо велика кількість методів, методик і способів прогнозування [1, 4, 8-12]. У їхній основі лежить два принципових підходи: евристичний й математичний. Евристичні методи базуються на використанні явищ або процесів, що не піддаються формалізації. Для математичних методів прогнозування характерні підбор і обґрунтування математичної моделі досліджуваного процесу, а також способів визначення її невідомих параметрів. Задача прогнозування зводиться до рішення рівнянь, що описують дану модель для заданого моменту часу.

Серед математичних методів прогнозу-

вання в особливу групу виділяються методи екстраполяції, що, по суті, є приватним випадком однофакторної регресії, у якій у якості перемінної, чи фактора виступає час.

Екстраполяція – це знаходження аналітичної залежності між економічними перемінними. Якщо таку залежність, виражену в деякій формулі, вдається відшукати, то потім її можна використовувати для розрахунку значень економічної перемінної у майбутньому. Крім того, Ф.Б.Рогальський [2] і С.Л.Чернишов [3] відзначають, що метод екстраполяції використовується для прогнозування на основі рядів динаміки, що мають хитливий тренд.

У залежності від тривалості прогнозування тимчасових рядів економічних показників розрізняють три види прогнозу:

- 1) Короткострокові – з періодом від декількох днів до трьох років;
- 2) Середньострокові – від трьох до п'яти років;
- 3) Довгострокові – від п'яти років і вище.

Таким чином, екстраполяційний метод прогнозування окремих економічних показників є ефективним і надійним методом середньострокового прогнозування.

Необхідними умовами для того, щоб здійснити прогноз зміни трансакційних витрат, є:

- 1) Доступність інформації про трансакційні витрати у минулих періодах;
- 2) Кількісне представлення цієї інформації;
- 3) Вірність припущення, що основні властивості економічної системи в минулому не зміняться в майбутньому.

Найменування і перелік робіт на всіх етапах прогнозування тимчасових рядів докладно досліджується в науковій літературі [13,14]. На наш погляд, прогнозування трансакційних витрат за допомогою методів екстраполяції повинне включати наступні етапи робіт, представлені на рис. 1.

© Н.Н. Волосникова, 2006

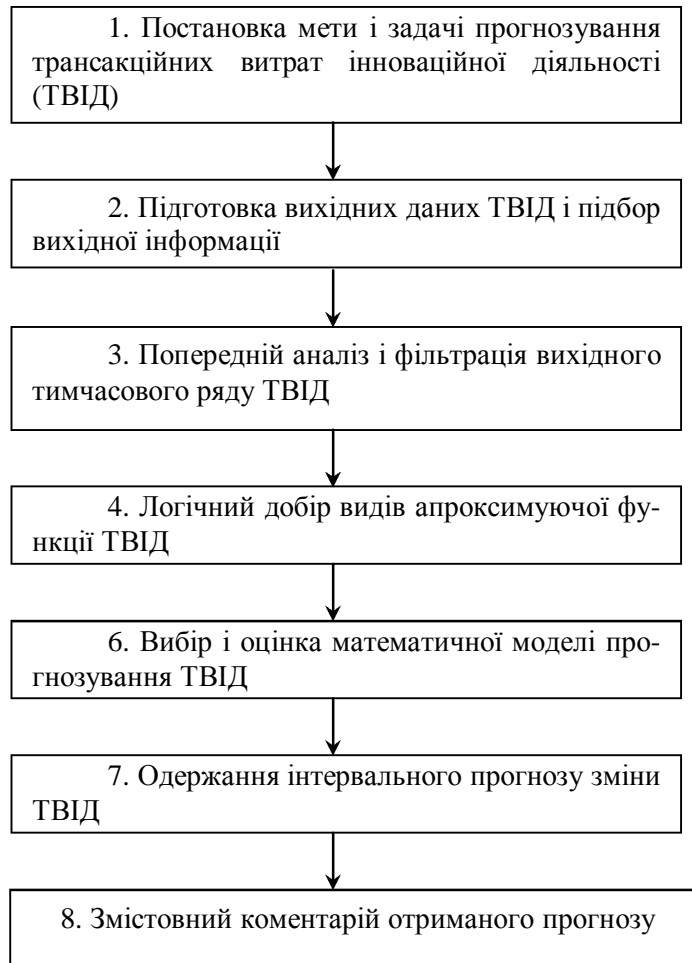


Рисунок 1. Етапи прогнозування трансакційних витрат інноваційної діяльності за допомогою методу екстраполяції

У зв'язку з тим, що трансакційні витрати мають складний характер зміни, що не описується лінійним чи квадратичним законом, для

прогнозування динамічного ряду необхідно використовувати екстраполюючий поліном ступеня j :

$$y_t = b_0 + b_1 t + \frac{b_2}{2!} t^2 + \dots + \frac{b_p}{p!} t^p + e_t = \sum_{j=0}^p \frac{b_j}{j!} t^j + e_t \quad (1)$$

де b_0, b_1, \dots, b_p – коефіцієнти полінома;
 p – порядок полінома;

e_t – випадкова помилка.

Коефіцієнти цього полінома $b_{l-1,t}$ ($l=1, 2, \dots, n+1$), як наслідок з теореми

Брауна-Мейера [11, с.82; 12, с. 115], повинні задовольняти наступній системі рівнянь, записаної в матричному виді:

$$S_p^k(y) * b_p = t_p \quad (2)$$

де $S_p^k(y)$ – матриця з коефіцієнтами

$$S_t^k(y) = \sum_{p=0}^n (-1)^p * \frac{\widehat{b}_p}{p!} * \frac{a(1-a)}{(k-1)!} * \sum_{j=0}^{\infty} j^p (1-a)^j \frac{(p-1+j)!}{j!} \quad (3)$$

$$b_p = \begin{bmatrix} b_{0,p} \\ b_{1,p} \\ \vdots \\ b_{n,p} \end{bmatrix}, \quad t_p = \begin{bmatrix} t_{1,p} \\ t_{2,p} \\ \vdots \\ t_{n+1,p} \end{bmatrix} \text{ – вектори}$$

стовпці;

a – параметр згладжування

$$a = \frac{2}{N+1};$$

N – число крапок ряду, для яких динаміка ряду вважається однорідної і стійкою;

\hat{b} – оцінки коефіцієнтів.

З метою прогнозування зміни трансакційних витрат інноваційної діяльності необхідно розглянути два випадки опису тренда [14, 15]:

1) Початкові наближення для випадку лінійного тренда моделі Брауна представленого рівнянням $y_t = b_0 + b_1 t + e_t$, наступні:

- початкові наближення першого порядку:

$$S_0^{[1]}(y) = b_0 - \frac{1-a}{a} b_1; \quad (4)$$

$$n = n_{e_t} \sqrt{\frac{a}{(2-a)^3} \left| 1 + 4(1-a) + 5(1-a)^2 + 2a(4-3a)t_t + 2a^2 t_t^2 \right|} \quad (11)$$

2) Початкові наближення для випадку параболічного тренда моделі Брауна представ-

леного рівнянням $y_t = b_0 + b_1 t + \frac{1}{2} b_2 t^2 + e_t$, наступні:

- початкові наближення першого порядку:

$$S_0^{[1]}(y) = b_0 - \frac{1-a}{a} b_1 + \frac{(1-a)(2-a)}{2a^2} b_2; \quad (12)$$

- початкові наближення другого порядку:

$$S_0^{[2]}(y) = b_0 - \frac{2(1-a)}{a} b_1 + \frac{(1-a)(3-2a)}{2a^2} b_2; \quad (13)$$

- початкові наближення третього порядку:

$$S_0^{[3]}(y) = b_0 - \frac{3(1-a)}{a} b_1 + \frac{(1-a)(4-3a)}{2a^2} b_2. \quad (14)$$

- початкові наближення другого порядку:

$$S_0^{[2]}(y) = b_0 - \frac{2(1-a)}{a} b_1. \quad (5)$$

Знаючи початкові умови $S_0^{[1]}$ й $S_0^{[2]}$ і значення параметра a , нами обчислені експонентні середні першого і другого порядку:

- експонентні середні першого порядку:

$$S_t^{[1]}(y) = a y_t + (1-a) S_{t-1}^{[1]}(y); \quad (6)$$

- експонентні середні другого порядку:

$$S_t^{[2]}(y) = a S_t^{[1]} + (1-a) S_{t-1}^{[2]}(y). \quad (7)$$

Оцінки коефіцієнтів лінійного тренда:

$$\hat{b}_0 = 2S_t^{[1]}(y) - S_t^{[2]}(y); \quad (8)$$

$$\hat{b}_1 = \frac{a}{1-a} \left| S_t^{[1]}(y) - S_t^{[2]}(y) \right|. \quad (9)$$

Таким чином, прогноз зміни трансакційних витрат для випадку лінійного тренда на l кроків (на час t_1) може бути представлений у наступному виді:

$$y_t = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 * t. \quad (10)$$

При цьому помилку даного прогнозу можна розрахувати наступному образом:

Експонентні середні:

- експонентна середня першого порядку:

$$S_t^{[1]}(y) = a y_t + (1-a) S_{t-1}^{[1]}(y); \quad (15)$$

- експонентна середня другого порядку:

$$S_t^{[2]}(y) = a S_t^{[1]}(y) + (1-a) S_{t-1}^{[2]}(y); \quad (16)$$

- експонентна середня третього порядку:

$$S_t^{[3]}(y) = a S_t^{[2]}(y) + (1-a) S_{t-1}^{[3]}(y). \quad (17)$$

Оцінки коефіцієнтів параболічної залежності для тренда першого, другого і третього порядку:

$$\hat{b}_0 = 3 \left| S_t^{[1]}(y) - S_t^{[2]}(y) \right| + S_t^{[3]}(y); \quad (18)$$

$$\hat{b}_1 = \frac{a}{(1-a)^2} \left| (6-5a)S_i^1(y) - 2(5-4a)S_i^2(y) + (4-3a)S_i^3(y) \right| ; \quad (19)$$

$$\hat{b}_2 = \frac{a}{(1-a)^2} \left| S_i^1(y) - S_i^2(y) + S_i^3(y) \right| . \quad (20)$$

Таким чином, прогноз зміни трансакційних витрат для випадку параболічного тренда на момент t_1 дорівнює:

$$y_{t_1}^* = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 t_1 + \frac{1}{2} \hat{b}_2 t_1^2 . \quad (21)$$

При цьому помилка даного прогнозу наступна:

$$n_y^* = n_{e_t} \sqrt{2a + 3a^2 + 3a^3 t_1} . \quad (22)$$

Відзначимо, позитивним моментом є те,

що метод екстраполяції дозволяє одержати оцінку параметрів тренда трансакційних витрат, що характеризують не середній рівень процесу, а тенденцію, що склалася до моменту останнього спостереження.

Вихідним матеріалом для вивчення трансакційних витрат у розвитку служить ряд числових даних, що представляють зміну трансакційних витрат у часі. Для цього розглянемо часовий ряд трансакційних витрат інноваційної діяльності ТОВ «Харківтрансмашпроект» за період 2000-2004р., представлений у таблиці 1.

Таблиця 1.

Часовий ряд трансакційних витрат інноваційної діяльності ТОВ «Харківтрансмашпроект»

| Рік | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|------------------|------|------|------|------|------|
| t | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| y_t , тис.грн. | 17,5 | 19,1 | 20,4 | 22,3 | 24,1 |

Можна вважати, що апроксимуюча функція трансакційних витрат інноваційної діяль-

ності ТОВ «Харківтрансмашпроект» описується лінійною функцією, представленої на рис. 2.

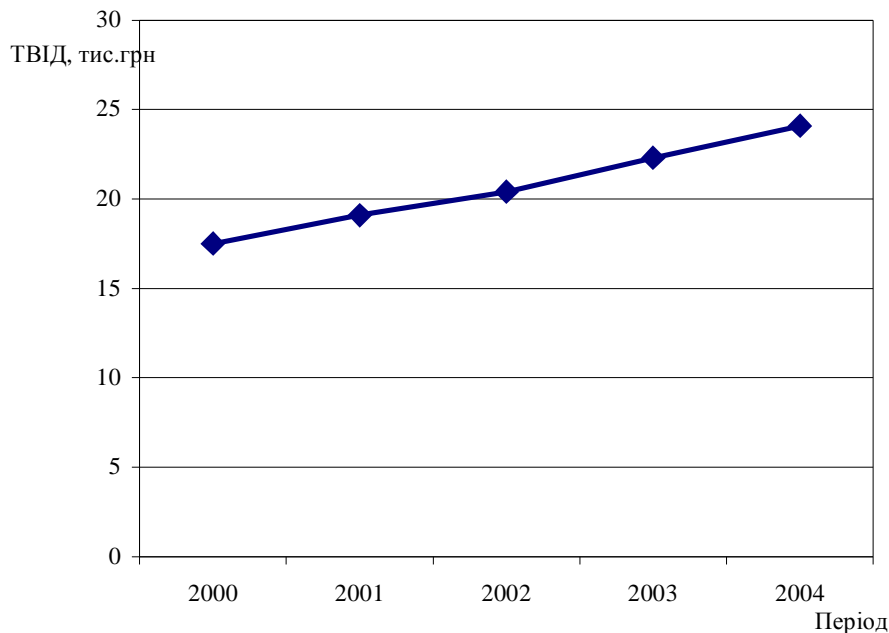


Рисунок 2. Динаміка зміни трансакційних витрат інноваційної діяльності (показника y_t)

Для визначення коефіцієнтів значень і їхньої суми. Результати представлені у таблиці 2.
 $y = a_0 + a_1t$ по методу найменших квадратів нами зроблене обчислення ряду проміжних

Таблиця 2

Розрахункові значення для лінійної моделі Брауна

| Рік | Період, t | Фактичне значення y_t | Розрахункові значення | | | |
|-------|-------------|-------------------------|-----------------------|---------------|-------------------|----------------------|
| | | | t^2 | $t \cdot y_t$ | $y = 16,2 + 1,5t$ | $\Delta y = y - y_t$ |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 2000 | 1 | 17,5 | 2 | 17,5 | 17,7 | 0,2 |
| 2001 | 2 | 19,1 | 4 | 38,2 | 19,3 | 0,2 |
| 2002 | 3 | 20,4 | 9 | 61,2 | 20,7 | 0,3 |
| 2003 | 4 | 22,3 | 16 | 89,2 | 22,2 | 0,1 |
| 2004 | 5 | 24,1 | 25 | 120,5 | 23,7 | -0,4 |
| Разом | 15 | 103,4 | 56 | 326,6 | - | - |

Далі знайдемо:

$$D_0 = \begin{vmatrix} n & \sum t_i \\ \sum t_i & \sum t_i^2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 5 & 15 \\ 15 & 56 \end{vmatrix} = 280 - 225 = 55 \quad ; (23)$$

$$D_1 = \begin{vmatrix} \sum y_i & \sum t_i \\ \sum y_i t_i & \sum t_i^2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 103,4 & 15 \\ 326,6 & 56 \end{vmatrix} = 891,4 \quad ; (24)$$

$$D_2 = \begin{vmatrix} n & \sum y_i \\ \sum t_i & \sum y_i t_i \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 5 & 103,4 \\ 15 & 326,6 \end{vmatrix} = 82 \quad ; (25)$$

$$a_0 = \frac{D_1}{D_0} = \frac{891,4}{55} = 16,2 \quad ; (26)$$

$$a_1 = \frac{D_2}{D_0} = \frac{82}{55} = 1,5 \quad ; (27)$$

Остаточне рівняння функції трансакційних витрат інноваційної діяльності ТОВ “Харківтрансмашпроект” має вид

$$y = 31,2 + 3,5t \quad (28)$$

Підставивши в нього значення $t = 1, 2, 3, 4$ і 5 , одержимо розрахункові значення тренда, представленого в таблиці 3.

Основна помилка

$$u_i = \sqrt{\frac{0,2^2 + 0,2^2 + 0,3^2 + 0,1^2 + (-0,4)^2}{3}} = 0,3 < 1$$

свідчить про точність даного прогнозу.

Параметр згладжування:

$$a = \frac{2}{n+1} = \frac{2}{5+1} = 0,3 \quad ; (29)$$

Початкові умови:

$$S_0^{[1]} = 16,2 - \frac{1-0,3}{0,3} * 1,5 = 12,7 \quad ; (30)$$

$$S_0^{[2]} = 16,2 - \frac{2(1-0,3)}{0,3} * 1,5 = 9,2 \quad ; (31)$$

Для $t = 2$ обчислимо експонентні середні:

$$S_2^{[1]} = 0,3 * 17,5 + 0,7 * 12,7 = 14,1 \quad ; (32)$$

$$S_2^{[2]} = 0,3 * 14,1 + 0,7 * 9,2 = 10,7 \quad ; (33)$$

Значення коефіцієнтів:

$$\hat{b}_0 = 2 * 14,1 - 10,7 = 17,5 \quad ; (34)$$

$$\hat{b}_1 = \frac{0,3}{1-0,3} (14,1 - 10,7) = 1,5 \quad ; (35)$$

Прогнозовані значення:

$$y_2^* = 17,5 + 1,5 = 19 \quad ; (36)$$

Відхилення від фактичного значення:

$$\Delta y_2^* = 19 - 19,1 = -0,1 \quad ; (37)$$

Аналогічні обчислення виконані для $t = 3$ (2002 рік), $t = 4$ (2003 рік), $t = 5$ (2004 рік).

Результати прогнозу зміни трансакційних витрат інноваційної діяльності ТОВ “Харківтрансмашпроект” по методу експонентного згладжування представлені в таблиці 3.

Таблиця 3

Розрахункові дані для побудови прогнозу зміни трансакційних витрат інноваційної діяльності ТОВ «Харківтрансмашпроект» по методу експонентного згладжування

| Рік | Період, t | Фактичне значення y_t | Розрахункові значення | | | | | |
|------|----------------|----------------------------|-----------------------|-------------|-------|-------|---------|----------------------|
| | | | $S_t^{1 1}$ | $S_t^{1 2}$ | b_0 | b_1 | y_t^* | $Dy^* = y_t^* - y_t$ |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 2000 | 1 | 17,5 | | | | | | |
| 2001 | 2 | 19,1 | 14,1 | 10,7 | 17,5 | 1,5 | 19 | -0,1 |
| 2002 | 3 | 20,4 | 14,8 | 10,8 | 18,8 | 1,7 | 20,5 | 0,1 |
| 2003 | 4 | 22,3 | 15,5 | 10,9 | 20,1 | 2,0 | 22,1 | -0,2 |
| 2004 | 5 | 24,1 | 16,4 | 11,1 | 21,7 | 2,3 | 24 | -0,1 |
| 2005 | $l=1$ | - | 17,0 | 11,3 | 22,7 | 2,4 | 25,1 | - |

Остаточна модель прогнозу має вид

$$y_{t+l} = 22,7 + 2,4 * l \quad (38)$$

Помилка прогнозу

$$n = 0,3 \sqrt{\frac{0,3}{(2-0,3)^3} \left| 1 + 4 * (1-0,3) + 5 * (1-0,3)^2 + 2 * 0,3 * (4-3*0,3) * 1 + 2 * 0,3^2 * 1^2 \right|} = 0,23$$

свідчить про високу якість прогнозування, звідси випливає, що модель прогнозування трансакційних витрат інноваційної діяльності ТОВ «Харківтрансмашпроект» по методу експонентного згладжування можна вважати достовірною.

Графічне зображення прогнозованої зміни трансакційних витрат інноваційної діяльності ТОВ «Харківтрансмашпроект» по методу екстраполяції представлено на рис. 3.

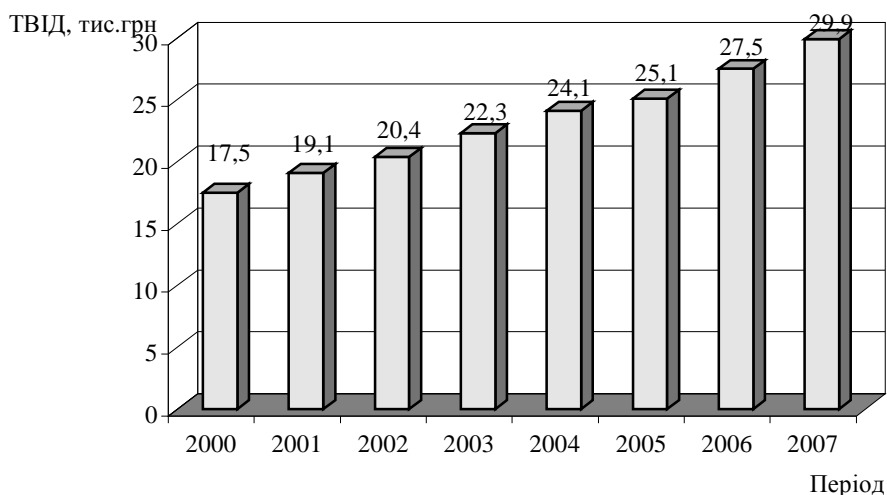


Рисунок 3. Реальна зміна величини трансакційних витрат інноваційної діяльності ТОВ «Харківтрансмашпроект» за 2000-2004р. і їх прогноз на 2005-2007р.

Приведені приклади наочно ілюструють можливість прогнозування трансакційних витрат інноваційної діяльності на основі методу екстраполяції, а також умови його застосування.

Література

1. Кирилович Я.Е., Кайдашев Р.П. Интегральный метод в экономическом планировании. /

Сб.: Математические модели и современные информационные технологии. – Киев, 1998. – с. 93-96.

2. Рогальський Ф.Б., Курілович Я.Є., Цокурєнко О.О. Математичні методи аналізу економічних систем. – К.: “Наукова думка”, 2000. – 436с.

3. Чернишев С.Л. Моделирование экономических систем и прогнозирование их развития. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2003. – 232с.

4. Дубров А.М., Мхитарян В.С., Трошин Л.И. Многомерные статистические методы. – М.: Финансы и статистика, 2000. – 352с.

5. Сулаков Б.А. Моделирование в экономике. - М.:СТИ МГУС, 1999. – 214с.

6. Теория прогнозирования и принятия решений /Под ред. С.А.Саркисяна. – М.: Высш.шк., 1977. – 214с.

7. Льюис К.Д. Методы прогнозирования экономических показателей. – М.: Финансы и статистика, 1986. - 126с.

8. Кулиш С.А., Воловельская С.Н., Жилин А.И., Пилипенко А.С. Математические методы

и модели в планировании и управлении. – Київ: Вища школа, 1985. – 239с.

9. Хазанова Л.Э. Математическое моделирование в экономике. - М.: БЕК, 1998. – 317с.

10. Черемных С.В., Семенов И.О., Ручкин В.С. Структурный анализ систем: IDEF-технология. - М.: Финансы и статистика, 2001. – 208с.

11. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. – М.: Наука, 1978. – 399с.

12. Варфоломеев В.И. Алгоритмическое моделирование элементов экономических систем. – М.: Финансы и статистика, 2000. – 208с.

13. Конюховский П. Математические методы исследования операций в экономике. – СПб.: Питер, 2000. – 248с.

14. Лебедев В.В. Математическое моделирование социально-экономических процессов. – М.: Изограф, 1997. – 210с.

15. Четыркин Е.М. Статистические методы прогнозирования. - М.: Статистика, 1997. – 324с.

Статья поступила в редакцию 25.01.2006