

КІЛЬКІСНІ МЕТОДИ В ПРОГНОЗУВАННІ ЗАПАСІВ МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНИХ РЕСУРСІВ

© Потапова Н.А., 2007

Проаналізовано і систематизовано методи прогнозування параметрів логістичних процесів. Автор досліджує питання побудови прогнозів обсягів запасів матеріально-технічних ресурсів промислових підприємств Вінницької області та визначення точкових і інтервальних оцінок параметрів моделей з метою розрахунків страхових резервів.

The analysis is made and the predicting methods were systematized in the sphere of the logistic process parameters. The author researched the problems connecting with the forecast of technical supply of the industrial enterprises in Vinnytsia region, besides we dealt with drop and interval marks of the model's parameters in order to calculate insurance reserve.

Постановка проблеми. Розвиток сучасних економічних тенденцій у системі розробки концептуальних засад логістичної науки зумовив необхідність впровадження нових підходів у процесах управління товарними, фінансовими та інформаційними потоками на основі використання прийомів економіко-математичного моделювання. Основною ідеєю впровадження цих методів є оцінка логістичних процесів з погляду їх формалізації, систематизації, оптимізації, прогнозування та адаптації в умовах використання нових інформаційних технологій.

Якість прийняття управлінських рішень залежить від точності та надійності розроблених перспективних оцінок. У зв'язку з цим, одним із актуальних напрямків досліджень у логістиці є прогнозування параметрів логістичних систем і отримання прогнозних рішень, що становлять основу ефективної діяльності в досягненні тактичних та стратегічних цілей.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Теоретичним і практичним прийомам прогнозування в логістиці присвячена значна кількість досліджень у галузі економіко-математичного моделювання. Значимість прогнозних оцінок та їх практичне використання в управлінні запасами, формуванні оптимальних систем продажу, розробці транспортних та сервісних мереж зазначена в роботах В.В. Федосеева, А.Г. Гранберга, В.І. Сергеева, В.С. Лукінського, М. Джеффрі, Л. Уедерфорда, Е. Фестера, Б. Ренца та ін.

Водночас, питання удосконалення класифікації методів прогнозування, розробки кількісних моделей прогнозування, оцінки практичної реалізації методик прогнозних оцінок щодо конкретних параметрів логістичних процесів недостатньо опрацьовані і вимагають додаткових досліджень.

Формулювання цілей статті. Дослідження прийомів прогнозування параметрів логістичних процесів з урахуванням особливостей побудови кількісних та якісних прогнозів потребує розв'язання таких завдань:

- дослідження специфіки використання методів прогнозування для оцінки перспективних рішень у логістиці;
- дослідження методики побудови довірчих інтервалів прогнозів;
- проведення практичної реалізації методик на прикладі оцінки прогнозів розміру запасів матеріально-технічних ресурсів на промислових підприємствах Вінницької області.

Відповіді на поставлені питання певною мірою будуть викладені у основному змісті статті.

Виклад основного матеріалу. 1. Дослідження специфіки використання методів прогнозування для оцінки перспективних рішень у логістиці

У роботах з прогнозування прогноз визначається як науково обґрунтована оцінка функціонування економічного процесу на перспективу з деяким ступенем вірогідності [1, с. 14]. Методологія

прогнозування передбачає складові: методи прогнозування, методики прогнозування і системи прогнозування [3, с. 79].

В економічній літературі серед основних ознак класифікації прогнозів виділяють [5, с. 185]:

- масштаб прогнозування (за масштабом прогнозування розрізняють макроекономічні прогнози (галузеві) і мікроекономічні прогнози (на рівні підприємств));
- складність прогнозів (за рівнем взаємозв'язків параметрів у досліджуваному об'єкті);
- визначеність параметрів прогнозу (детерміновані та стохастичні);
- період прогнозування (оперативні, короткострокові, середньострокові, довгострокові і далекострокові прогнози);
- ступінь локалізації в часі (точкові та інтервальні).

З погляду розрахункових характеристик методи прогнозування можна класифікувати на дві групи: кількісні та якісні [4, с. 796]. Кількісні методи прогнозування використовують під час розробки причинно-наслідкових і динамічних моделей на основі базової вибірки статистичних даних розвитку процесу за ретроспективний період. Якісні методи використовують інтуїтивну оцінку досліджуваного процесу. В їх основу покладені експертні методи аналізу та обробки даних з використанням анкетувань та опитувань.

Побудова причинно-наслідкових моделей прогнозів передбачає дослідження структурних та функціональних зв'язків логістичного процесу, що обґрунтовує включення у модель залежних та незалежних змінних. Загальний вигляд моделі описується функціональною залежністю факторів:

$$\begin{aligned}\tilde{y}_t &= f(x_1, x_2, \dots, x_n) + e_t, \\ \tilde{y}_t &= b_0 + b_1 x_{1t} + b_2 x_{2t} + \dots + b_n x_{nt} + e_t,\end{aligned}\tag{1}$$

де \tilde{y}_t – прогнозоване значення досліджуваного параметра логістичного процесу; $x_{1t}, x_{2t}, \dots, x_{nt}$ – незалежні параметри логістичного процесу, що обумовлюють причинно-наслідкові зв'язки з фактором \tilde{y}_t ; e_t – випадкова змінна відхилення прогнозу (похибка моделі).

Складність побудови цих моделей зумовлена передусім обґрунтуванням необхідності включення у модель тих чи інших незалежних факторів x_{it} , що потребує досконалих знань теорії різних напрямків логістичної науки. По-друге, реалізація цих моделей потребує тестування та усунення (за необхідності) автокореляції змінних та відхилення, що своєю чергою невід'ємно пов'язане з використанням базових прийомів математичної оцінки статистичних гіпотез та методами теорії імовірності.

Основою динамічних моделей прогнозування є методи екстраполяції даних. Прогнозування відбувається екстраполяцією значень параметра логістичного процесу на основі статистичної вибірки даних за минулі періоди. Вибірка статистичних даних за попередні періоди упорядковується в хронологічній послідовності так, що одному часовому періоду має відповідати одне значення досліджуваного параметра. Загальний алгоритм прогнозування на основі екстраполяції динамічних рядів показано на рис. 1.

Прості методи прогнозування на основі екстраполяції передбачають розрахунок аналітичних показників динаміки. Модель прогнозування на основі середнього абсолютного приросту має вигляд:

$$\bar{\Delta}y_t = \frac{y_{t=n} - y_{t=1}}{n-1},\tag{2}$$

$$\tilde{y}_{t+1} = y_{t=n} + \bar{\Delta}y_t T,\tag{3}$$

де $\bar{\Delta}y_t$ – середній абсолютний приріст за ретроспективний ряд; $y_{t=n}$ – значення параметра логістичного процесу за останній період ретроспективного ряду; $y_{t=1}$ – значення параметра логістичного процесу за перший період ретроспективного ряду; n – кількість періодів у ретроспективному ряді; \tilde{y}_{t+1} – прогнозоване значення параметра логістичного процесу за перший період екстраполяції ряду динаміки; T – величина горизонту прогнозу ($T=1; 2; 3\dots$).



Рис. 1. Алгоритм прогнозування на основі екстраполяції динамічних рядів (власна розробка)

Модель на основі середнього коефіцієнта росту має вигляд:

$$\bar{k}_{\text{рост}} = \left(\frac{y_{t=n}}{y_{t=1}} \right)^{\frac{1}{n-1}}, \quad (4)$$

$$\tilde{y}_{t+1} = y_{t=n} \times \bar{k}_{\text{рост}}^T, \quad (5)$$

де $\bar{k}_{\text{рост}}$ – середній коефіцієнт росту за ретроспективний ряд; $y_{t=n}$ – значення параметра логістичного процесу за останній період ретроспективного ряду; $y_{t=1}$ – значення параметра логістичного процесу за перший період ретроспективного ряду; n – кількість періодів в ретроспективному ряду; \tilde{y}_{t+1} – прогнозоване значення параметра логістичного процесу за перший період екстраполяції ряду динаміки; T – величина горизонту прогнозу ($T = 1; 2; 3 \dots$).

Недоліком використання цих моделей є неоптимальне згладжування динамічного ряду в усіх точках динамічного ряду, оскільки середні показники динаміки найчіткіше окреслюють коливання граничних рівнів динамічного ряду (перший і останній періоди ряду ретроспективи). Цей недолік можливо усунути, застосувавши метод простої середньої ковзної, який передбачає розрахунок середнього значення показників динамічного ряду по вузлових точках. Проте метод простої середньої ковзної має недоліки: по-перше, під час розрахунків прогнозу останнє значення має однакову значимість, що і попереднє значення; по-друге, обчислення попередніх середніх ковзних передбачає формування проміжного ряду з нагромадженими даними, що впливає на інформаційну завантаженість системи прогнозування.

Рекомендованим [2, с. 553] є застосування методу зважених середніх ковзних. Цей метод передбачає визначення для кожної вузлової точки середньої ковзної відповідної ваги. Наприклад, якщо в розрахунку обчислюють середню ковзну по трьох даних ретроспективного ряду, то наступне значення

матиме вигляд:

$$\tilde{y}_{t+1} = \alpha_0 y_t + \alpha_1 y_{t-1} + \alpha_2 y_{t-2}, \quad (6)$$

де \tilde{y}_{t+1} – прогнозоване значення параметра логістичного процесу у період $t+1$; $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2$ – вагові коефіцієнти середніх значень; y_t, y_{t-1}, y_{t-2} – значення параметра логістичного процесу відповідно у періоди $t, t-1, t-2$;

Вагові коефіцієнти визначаються із умови нормування:

$$\sum_{i=1}^t \alpha_i = 1. \quad (7)$$

Існують методи прогнозування експоненціального згладжування [3, с. 102], метод Хольта [4, с. 826], модель Брауна [2, с. 553], базовою основою яких є методика зваженої середньої ковзної.

Найпоширенішим у практиці прогнозування логістичних процесів є метод найменших квадратів, до основних переваг якого необхідно зарахувати простоту в розрахунках, адаптацію в умовах комп'ютерної обробки даних, високий рівень згладжування випадкових відхилень, можливість отримати найточніші оцінки прогнозів для лінійних та нелінійних моделей [6, с. 230]. Критерієм оптимальності методу найменших квадратів є функція:

$$\sum_{t=1}^n e_t^2 = \sum_{t=1}^n [y_t - f(x_t, b_0, b_1, \dots, b_n)]^2 \rightarrow \min. \quad (8)$$

де $\sum_{t=1}^n e_t^2$ – сума квадратів відхилень теоретичної функції прогнозування від фактичних значень параметрів логістичного процесу у період t ; y_t – фактичне значення параметра логістичного процесу у період t ; $f(x_t, b_0, b_1, \dots, b_n)$ – значення теоретичної функції прогнозування параметрів логістичного процесу у період t ; n – кількість періодів у досліджуваному ретроспективному ряді.

2. Дослідження методики побудови довірчих інтервалів прогнозів

Використання методу найменших квадратів передбачає розрахунок довірчих інтервалів прогнозу. Розрахунок довірчих інтервалів дозволяє визначити область, в якій з певною імовірністю (довірча імовірність P) буде знаходитись прогнозоване значення параметра. Ризик помилки визначається рівнем значимості α , що відповідає цьому інтервалу: $\alpha = 1 - P$. Відмітимо, що в прогнозуванні логістичних процесів з довірчими інтервалами пов'язують визначення межі страхових резервів прогнозованих показників.

Значення, отримані на основі методу найменших квадратів, є усередненими величинами, які розраховуються на основі отриманого емпіричного зв'язку при кожному фіксованому значенні параметра логістичного процесу за кожний період. Вибіркові середні розташовані навколо середньої генеральної сукупності, яка в цьому випадку є істинним значенням середньої залежної змінної, що досліджується (умовного математичного сподівання).

Довірчий інтервал для одного істинного значення прогнозу \tilde{y}_t за заданого рівня значущості α і фіксованих значеннях пояснюючих змінних x_t визначається за формулою:

$$\hat{y}_t - t_{f, \alpha} s_{\hat{y}_t} \leq \tilde{y}_t \leq \hat{y}_t + t_{f, \alpha} s_{\hat{y}_t}, \quad (9)$$

де \tilde{y}_t – значення прогнозу в точці t ; \hat{y}_t – оцінка значення прогнозу в точці t за методом найменших квадратів; $t_{f, \alpha}$ – квантиль t -розподілу за заданого рівня значимості α і кількості ступенів вільності $f = n - m - 1$;

n – кількість вибірки; m – кількість змінних; $s_{\hat{y}_t}^2 = s_u^2 \left(\frac{1}{n} + \frac{(x_t - \bar{x})^2}{\sum_t (x_t - \bar{x})^2} \right)$ – оцінка дисперсії

простої лінійної регресії (теоретичного прогнозу); $s_u^2 = \frac{1}{n-2} \sum_t e_t^2$ – дисперсія відхилень ($e_t = y_t - \hat{y}_t$).

Під час побудови довірчих інтервалів використовують методи індивідуальних оцінок прогнозів, для яких є характерним розрахунок діапазону для окремого прогнозного значення. Наближений спосіб побудови довірчих границь використовує формулу

$$\hat{y}_t - \ddot{a} \leq \tilde{y}_t \leq \hat{y}_t + \ddot{a}, \quad (10)$$

$$\text{де } \ddot{a} = \frac{\sum_{t=1}^n |y_t - \hat{y}_t|}{n}.$$

Цей метод є достатньо простим в розрахунках, проте, основним його недоліком є неможливість вказати поріг імовірності покриття цього довірчого інтервалу реальними значеннями. У зв'язку з цим використовують моделі із стандартним відхиленням залишків на основі квантилів нормального розподілу та t-розподілу.

Модель на основі квантилів нормального розподілу (враховується стандартне відхилення залишків) має вигляд:

$$\hat{y}_t - \lambda_\alpha s_u \leq \tilde{y}_t \leq \hat{y}_t + \lambda_\alpha s_u, \quad (11)$$

де λ_α – квантиль нормального розподілу за заданого рівня значимості α .

Модель на основі квантилів t-розподілу (враховується стандартне відхилення похибки прогнозу)

$$\hat{y}_t - t_{f,\alpha} s_{e_t} \leq \tilde{y}_t \leq \hat{y}_t + t_{f,\alpha} s_{e_t}, \quad (12)$$

де $t_{f,\alpha}$ – квантиль t-розподілу за заданого рівня значимості α і кількості ступенів рівності

$$f = n - m - 1; s_{e_t}^2 = s_u^2 \left(1 + \frac{1}{n} + \frac{(x_t - \bar{x})^2}{\sum_t (x_t - \bar{x})^2} \right) - \text{оцінка дисперсії простої лінійної регресії}; e_t = y_t - \hat{y}_t$$

– помилка прогнозу.

Щодо цього інтервалу з ймовірністю $P = 1 - \alpha$ можна стверджувати, що він містить фактичне значення досліджуваного параметра логістичного процесу y_t , яке відповідає одночасним спостереженням x_t , або в середньому $(1 - \alpha)100\%$ всіх можливих значень y_t , що відповідають x_t , потрапляють в цей інтервал.

3. Практична реалізація методик оцінки прогнозів розміру запасів матеріально-технічних ресурсів на промислових підприємствах Вінницької області

На основі досліджуваних моделей було проведено прогнозування показника запасів матеріально-технічних ресурсів на промислових підприємствах Вінницької області на період з 2006 – 2008 рр. Початкові дані для прогнозування наведені у табл. 1.

Таблиця 1

Обсяг запасів матеріально-технічних ресурсів на промислових підприємствах Вінницької області за період 2000 – 2005 рр.

Роки	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Запаси матеріально-технічних ресурсів на промислових підприємствах, млн. грн.	613,8	722,9	703,2	916,3	955,7	1057,1

Дані табл. 1 визначені як ретроспективний ряд, на основі якого знайдено середній абсолютний приріст та середній коефіцієнт росту за формулами (2) і (4):

$$\bar{\Delta}y_t = \frac{1057,1 - 613,8}{6 - 1} = 88,66 \text{ млн. грн.},$$

$$\bar{k}_{\text{рост}} = \left(\frac{1057,1}{613,8} \right)^{\frac{1}{n-1}} = 1,1148.$$

Значення розрахованих коефіцієнтів динаміки свідчать про зростаючу тенденцію обсягів матеріально-технічних запасів на промислових підприємствах. У середньому щорічний приріст запасів становив 88,66 млн. грн., що склало щорічне збільшення у обсязі 11 %. На основі розрахованих коефіцієнтів моделі прогнозування будуть враховувати 2005 р., як базовий рік прогнозування.

Модель побудована на основі абсолютного приросту матиме вигляд

$$\tilde{y}_{t+1} = 1057,1 + 88,66 \times T. \quad (13)$$

Модель побудована на основі середнього коефіцієнта росту матиме вигляд

$$\tilde{y}_{t+1} = 1057,1 \times 1,1148^T. \quad (14)$$

Розраховані значення прогнозу наведені у табл. 2.

Таблиця 2

**Розрахункові дані оцінки прогнозу обсягів запасів
матеріально-технічних ресурсів на промислових підприємствах
Вінницької області за моделями абсолютного приросту та середнього коефіцієнта росту**

№ періоду	Рік	Запаси матеріально-технічних ресурсів, млн. грн.	Запаси відповідно до моделі за середнім коефіцієнтом росту, млн. грн.	Запаси відповідно до моделі за середнім абсолютним приростом, млн. грн.	Відносна похибка моделі за середнім коефіцієнтом росту, %	Відносна похибка моделі за середнім абсолютним приростом, %
0	2000	613,8	613,80	613,80	0	0
1	2001	722,9	684,30	702,46	5,3400	2,8275
2	2002	703,2	762,89	791,12	-8,4884	-12,5028
3	2003	916,3	850,51	879,78	7,1797	3,9855
4	2004	955,7	948,20	968,44	0,7851	-1,3330
5	2005	1057,1	1057,10	1057,10	0	0
6	2006		1178,51	1145,76		
7	2007		1313,87	1234,42		
8	2008		1464,77	1323,08		
Сума:					4,82	-7,02

Як видно за даними табл. 2 відносна похибка моделі прогнозування за середнім коефіцієнтом росту дорівнює 4,82 %, а відносна похибка моделі за середнім абсолютним приростом дорівнює 7,02 %.

Обсяги фактичних запасів матеріально-технічних ресурсів та їх прогнозовані значення на період 2006–2008 рр. показано на рис. 2.

Найменшу похибку прогнозування має лінійна модель, розрахована за методом найменших квадратів, яка має вигляд:

$$\tilde{y}_{t+1} = 604,73 + 89,37 \times T. \quad (15)$$

Оцінки моделі свідчать про високий ступінь достовірності. Коефіцієнт кореляції дорівнює 0,97, що свідчить про високу щільність даних. Коефіцієнт детермінації дорівнює 0,94, що характеризує 94 % залежності факторів у розвитку часу і 6 % залежно від випадкових збурень. Значимість F-критерію Фішера 0,00149591, що характеризує адекватність даних моделі реальним значенням обсягів запасів. Результати оцінки прогнозних значень за абсолютною та відносною похибкою наведені у табл. 3.

За даними табл. 3 можна зробити висновок, що модель за методом найменших квадратів має найменший рівень відносної похибки (1,3 %) порівняно з моделями прогнозування за середнім коефіцієнтом росту та абсолютним приростом. У зв'язку цим довірчі інтервали будуть розраховані для цієї моделі. Розрахунки наведені у табл. 4.

**Оцінка прогнозних значень обсягів матеріально-технічних запасів
промислових підприємств у Вінницькій області за методом найменших квадратів**

№ періоду	Рік	Фактичні обсяги запасів, млн. грн.	Обсяги запасів за методом найменших квадратів, млн. грн.	Абсолютна похибка моделі, млн. грн.	Відносна похибка моделі, %
0	2000	613,8	604,7380	9,0619	1,4763
1	2001	722,9	694,1095	28,7904	3,9826
2	2002	703,2	783,4809	-80,2809	-11,4165
3	2003	916,3	872,8523	43,4476	4,7416
4	2004	955,7	962,2238	-6,5238	-0,6826
5	2005	1057,1	1051,5952	5,5047	0,5207
6	2006		1140,9666		
7	2007		1230,3381		
8	2008		1319,7095		
	Сума			0,0000	-1,3778

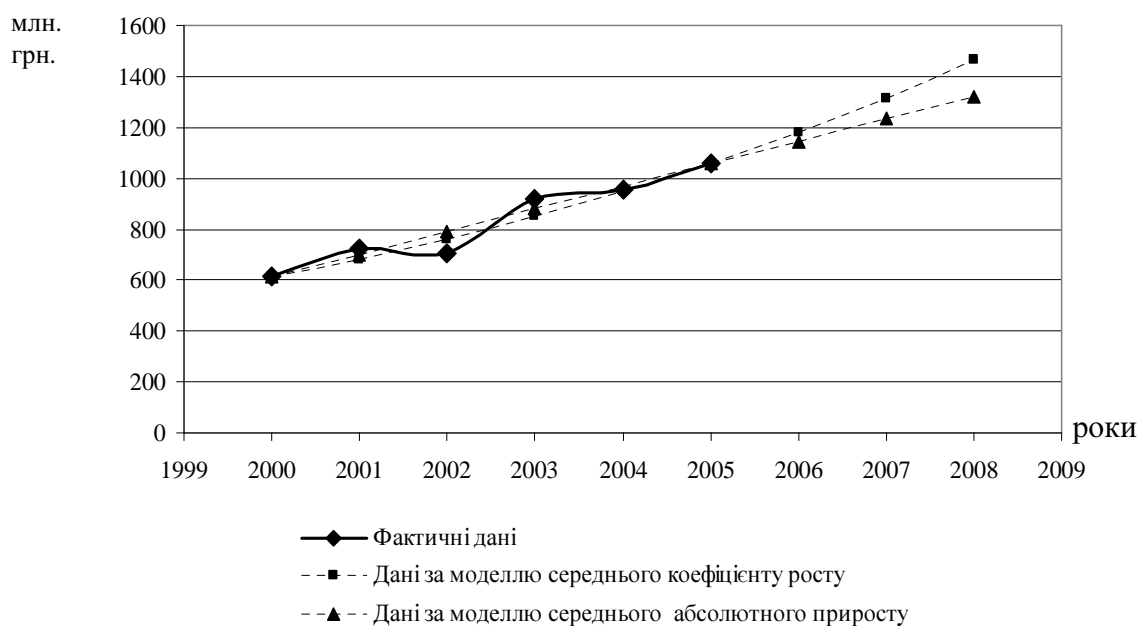


Рис. 2. Фактичні та прогнозовані обсяги запасів матеріально-технічних ресурсів на промислових підприємствах Вінницької області

Розрахунок довірчих границь для істинних значень моделі прогнозу

t	y_t	\hat{y}_t	e_t	e_t^2	$(t_i - \bar{t})^2$	$S_{\hat{y}_t}$	$t_{9;0.05} S_{\hat{y}_t}$	$\hat{y}_t - t_{9;0.05} S_{\hat{y}_t}$	$\hat{y}_t + t_{9;0.05} S_{\hat{y}_t}$
0	613,8	604,7	-9,1	82,1	6,3	463,8	850,2	245,4	1454,9
1	722,9	694,1	-28,8	828,9	2,3	227,2	416,5	277,6	1110,6
2	703,2	783,5	80,3	6445,0	0,3	108,9	199,6	583,9	983,1
3	916,3	872,9	-43,4	1887,7	0,3	108,9	199,6	673,2	1072,5
4	955,7	962,2	6,5	42,6	2,3	227,2	416,5	545,8	1378,7
5	1057,1	1051,6	-5,5	30,3	6,3	463,8	850,2	201,4	1901,8
Сума	4969,0	4969,0	0,0	9316,5	17,5				

Розрахунки проведені для квантів t-розподілу при кількості спостережень ($n=6$) і кількості факторів моделі прогнозу ($m=1$), який дорівнює 2,132. Розрахунки довірчих інтервалів параметрів моделі показали, що параметр b_0 має довірчий інтервал $507,7 \leq b_0 \leq 701,7$, а параметр b_1 має довірчий інтервал $57,3 \leq b_1 \leq 121,4$. На підставі розрахованих довірчих інтервалів можна отримати величину страхового запасу ресурсів. При цьому величину нижньої межі страхового запасу можна описати рівнянням: $\tilde{y}_{t+1} = 507,7 + 57,3 \times T$. Величину верхньої межі страхового запасу можна описати рівнянням: $\tilde{y}_{t+1} = 701,7 + 121,4 \times T$.

Розрахунки довірчих інтервалів по прогнозному ряду наведені у табл. 5.

Таблиця 5

Розрахунки довірчих інтервалів по прогнозному ряду

№ періоду	Рік	Фактичний обсяг запасів, млн. грн.	Обсяг запасів за моделлю, млн. грн.	Нижня межа страхового резерву запасів, млн. грн.	Верхня межа страхового резерву запасів, млн. грн.
0	2000	613,8	604,7	507,8	701,7
1	2001	722,9	694,1	565,1	823,1
2	2002	703,2	783,5	622,4	944,5
3	2003	916,3	872,9	679,8	1065,9
4	2004	955,7	962,2	737,1	1187,3
5	2005	1057,1	1051,6	794,5	1308,7
6	2006		1141,0	851,8	1430,1
7	2007		1230,3	909,1	1551,5
8	2008		1319,7	966,5	1672,9

Графік фактичних та прогнозованих даних за методом найменших квадратів, а також величина нижньої та верхньої межі страхового запасу ресурсів промислових підприємств у Вінницькій області показано на рис. 3.

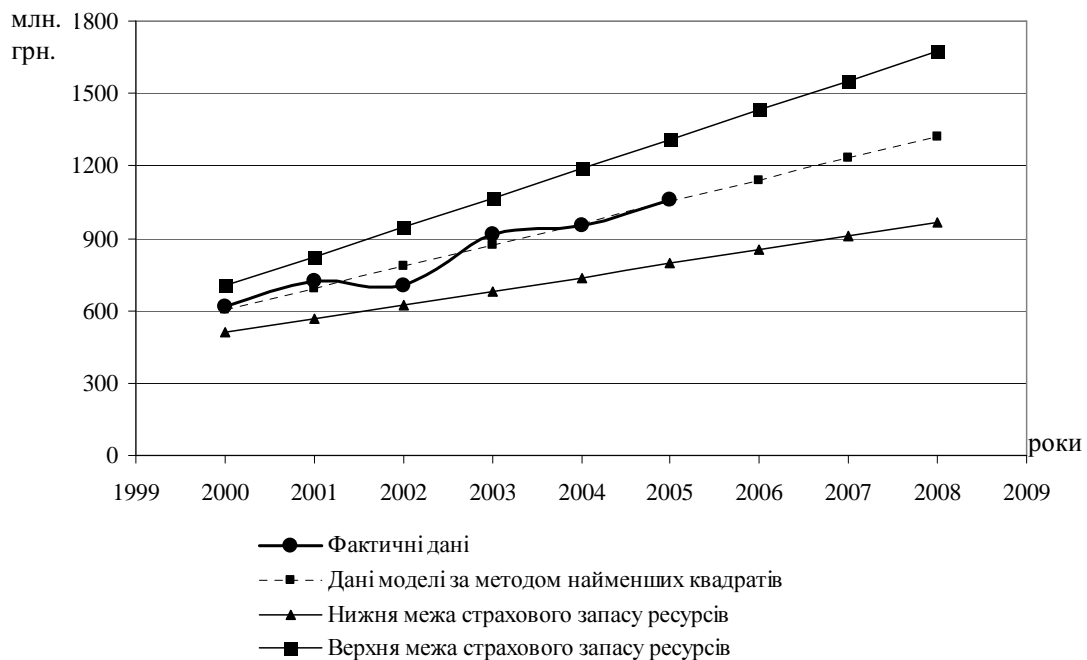


Рис. 3. Фактичні дані та прогноз за методом найменших квадратів обсягів запасів промислових підприємств по Вінницькій області на 2006–2008 рр.

За даними прогнозу чітко простежується тенденція збільшення обсягів матеріально – технічних запасів матеріально-технічних ресурсів промислових підприємств у Вінницькій області. На майбутні періоди 2006 –2008 рр. коливання обсягів запасів від середньої очікуваної величини може становити не більше 192,7 млн. грн.

Висновки. 1. Одним із перспективних напрямків дослідження параметрів логістичних процесів є розробка моделей прогнозування на основі кількісних та якісних моделей прогнозування. При цьому кількісні методи прогнозування передбачають проектування моделей на основі причинно-наслідкових зв'язків факторних ознак логістичних процесів та розробку моделей динамічних рядів з розрахунком точкових та інтервальних оцінок параметрів моделювання.

2. Специфіка використання методів моделювання обґрунтовується діапазоном вибіркового спостережень та цільовими принципами досліджень. У зв'язку з цим для вибірок, які не характеризуються значними коливаннями даних навколо середньої, бажано використовувати прості методи прогнозування на основі аналітичних показників динаміки та зваженої середньої ковзної. Для дослідження процесів, що характеризуються значними коливаннями середніх величин, використовують оптимізацію за методом найменших квадратів підбором найадекватнішої функції апроксимації.

3. При оцінці прогнозних значень є необхідним перевірка адекватності моделей на основі статистичних критеріїв (F-критерій Фішера) та розрахунок можливих коливань на майбутні періоди визначенням довірчих інтервалів.

4. Розрахунок довірчих інтервалів передбачає як інтервальну оцінку параметрів моделей, на основі якої можна визначити запас відхилень параметрів логістичних процесів, так і індивідуальну (точкову) оцінку конкретних значень у визначений термін часу.

5. Оцінка прогнозу обсягів запасів матеріально-технічних ресурсів промислових підприємств у Вінницькій області на період 2006–2008 рр. показав, що характерним є тенденція зростання цього показника з середньорічним приростом 89,37 млн. грн. При цьому величина страхового запасу ресурсів може коливатись у межах 192,7 млн. грн.

1. Федосеев В.В., Гармаиш А.Н., Дайитбегов Д.М. и др. *Экономико-математические методы и прикладные модели* / Под ред. В.В. Федосеева. – М.: ЮНИТИ, 2002. – С. 8–19. 2. *Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов* / Под общ. и научн. ред. В.И. Сергеева. – М.: ИНФРА-М, 2004. – С. 485–556. 3. *Модели и методы теории логистики* / Под ред. В.С. Лукинського. – СПб.: Питер, 2003. – С. 78–108. 4. Мур. Джеффри, Уэдерфорд Ларри Р. *Экономическое моделирование в Microsoft Excel*. – 6-е изд. – М.: Изд. дом “Вильямс”, 2004. – С. 793–839. 5. *Стохастическое моделирование и прогнозирование* / Под ред. А. Г. Гранберга. — М.: Финансы и статистика, 1990. – С. 180–192. 6. Фестер Э., Ренц Б. *Методы корреляционного и регрессионного анализа* / Пер. с нем. – М.: Финансы и статистика, 1983. – С. 229–241.