



Р. О. Кулинич*

СПОСОБИ ПРОГНОЗУВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ЯВИЩ МЕТОДОМ СТАТИСТИЧНИХ РІВНЯНЬ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ

В умовах ринкової економіки формування напрямків розвитку господарської діяльності повинно ґрунтуватись на основі прогнозування рівнів основних макроекономічних показників.

Метою статті є розгляд та розробка методики прогнозування соціально-економічних явищ з використанням методу статистичних рівнянь залежностей. Питаннями розробки, удосконалення методичних підходів аналізу взаємозв'язків соціально-економічних явищ і процесів займаються такі вітчизняні вчені як О. І. Кулинич, Р. О. Кулинич, П. О. Іваненко, В. Л. Акуленко, Ю. Є. Павленко та інші.

Застосування статистичних рівнянь тренду для прогнозних розрахунків на основі малочисельної сукупності рівнів ряду динаміки дозволяє врахувати напрямок розвитку економічного явища, відображену графіком, який побудовано за рівнями ряду динаміки, що знаходяться перед прогнозованим періодом, а відсутність квадратів та інших степеневих значень періодів часу дозволяє зменшити похибку прогнозних даних.

При застосуванні методу статистичних рівнянь залежностей розраховують коефіцієнт стійкості тренду. При цьому достовірними прогнозними даними вважають лише при виявленні стійкої тенденції розвитку економічного явища, де його значення становлять від 0,7 до 1,0.

Метод статистичних рівнянь залежностей дозволяє вирішити наступні завдання¹:

- виявлення основного напрямку розвитку (тренду);
- обґрунтування прогнозних рівнів економічних явищ;
- оцінка інтенсивності використання чинників, що формують розвиток економічного явища в динаміці.

Вибір кращого рівняння залежностей для вивчення основної тенденції розвитку проводиться шляхом мінімізації суми відхилень між теоретичними (y_t) та фактичними (y) значеннями вирівнюваної результативної ознаки за формулою: $|y - y_t| \rightarrow \min$.

Аналіз даних рядів динаміки на основі застосування регресійних рівнянь передбачає вивчення розвитку економічного явища за визначений період часу (послідовний хронологічний ряд). Дані результативного показника (залежної змінної) тут неможливо проранжувати за критерієм зменшення чи збільшення значень чинникової ознаки (періодів часу або дат), як це можна зробити у варіаційних рядах.

© Кулинич Р. О., 2007

* доцент кафедри математики, статистики та інформаційних технологій Хмельницького університету управління та права, кандидат економічних наук, доцент

¹ Кулинич О. І. Теорія статистики: Підручник. — К.: Вища школа, 1992. — 135 с.; Кулинич О. І. Теорія статистики: Підручник. — 2-е доп. і доопр. видання. — Кіровоград: Державне центрально-українське видавництво, 1996. — 227 с.; Кулинич О. І., Кулинич Р. О. Теорія статистики: Підручник. — 3-тє вид., перероб. і доп. — К.: Знання, 2006. — 294 с.



Тому у рядах динаміки прийняті такі пояснючі змінні як періоди часу або дати, а також рівні мікро- та макроекономічних чинників за досліджуваній період ряду динаміки.

Визначену за допомогою регресійних рівнянь тенденцію розвитку рівнів економічного явища досліджуваного ряду динаміки називають трендом.

У порівнянні з кореляційним і регресійним аналізом даних варіаційних рядів розрахунок регресійних рівнянь за даними рядів динаміки (тренду) має такі особливості: неспівпадіння у часі причини і наслідку; непорівнянність даних рядів динаміки; короткотривалі, середньотривалі та довготривалі ряди динаміки вимагають застосування різних функцій (прямої лінії, гіперболи, параболи тощо).

Неспівпадіння у ряді динаміки причини і наслідку зумовлюється тією причиною, що формування рівнів пояснюючих економічних змінних може відбуватися раніше намічених за їхніми діями результатів. Це явище називають лагом. Наприклад, аналіз взаємозв'язку між розміром інвестицій в основний капітал і обсягом виробничої діяльності недоцільно проводити за той же самий період часу. Ступінь впливу попередніх членів ряду на наступні визначають за допомогою значень автокореляції.

Складний розвиток процесів економіки (зміна податкового та фінансового законодавства, інфляція, зміна курсів валют і акцій, проведення обліку даних у статистичній звітності за зміненими інструкціями тощо) призводить до непорівнянності економічних даних у рядах динаміки.

Виявлення тренду у короткострокових, середньотривалих чи довготривалих періодах ряду динаміки, в більшості випадків, вимагає застосування різних регресійних функцій тренду (прямої лінії, експоненти, гіперболи, параболи 2-ого та інших порядків тощо). Це може бути викликано навіть зміною одного початкового (кінцевого) рівня ряду динаміки.

Прогнозні рівні отримують шляхом підстановки в регресійне рівняння з числово визначеними параметрами значень періодів часу. При цьому зберігається твердження, що варіація фактичних значень буде збережена і в нових умовах. При екстраполяції дія даного співвідношення у вигляді рівняння регресії розповсюджується за рамки тих умов, в яких його було отримано. Розрахунок довірчих інтервалів дозволяє визначити межі, в яких необхідно очікувати значення прогнозованої величини.

Прогнозування розвитку економічних явищ методом статистичних рівнянь залежностей, як і при застосуванні регресійних рівнянь, здійснюється на основі даних інтервальних або моментних послідовних хронологічних рядів, на основі яких вивчають напрямок зміни значень досліджуваного економічного явища тобто його тренд.

До особливостей застосування статистичних рівнянь залежностей при виявленні тренду потрібно віднести те, що розрахунок тренду тут може здійснюватись як при малочисельній, так і багаточисельній сукупності рівнів ряду динаміки та в цих розрахунках відсутні степеневі значення (квадрати, 4-ий степінь тощо).

Для здійснення прогнозних розрахунків показників динаміки можна застосувати рівняння залежностей різних видів і напрямків зв'язку.

Наприклад, маємо такі дані про динаміку валової доданої вартості за шість років (табл. 1).



Таблиця 1.

Валова додана вартість області, млн. грн.

Рік	Валова додана вартість
1999	1301
2000	1854
2001	2010
2002	2028
2003	2383
2004	2949

Дані табл. 1 свідчать про те, що з року в рік відбувається рівномірне збільшення обсягу валової доданої вартості в області. Таку динаміку інтегрованої оцінки розвитку області найкраще вивчати за допомогою лінійного рівняння тренду²:

$$Y_x = Y_{\min} \left(1 + bd \frac{t - t_{\min}}{t_{\min}} \right),$$

де Y_t — рівняння тренду; Y_{\min} — мінімальне значення результативної ознаки; t — значення року; b — параметр рівняння тренду; d — знак відхиленя. Для проведення розрахунків параметрів рівняння побудуємо табл. 2.

Таблиця 2.

Розрахунково-допоміжна таблиця для визначення параметрів рівняння лінійного тренду

Рік	Символ року, t	Валова додана вартість, млн.грн., Y	$\frac{t_i - 1}{t_{\min} - 1}$	$\frac{y_i - 1}{y_{\min} - 1}$	$b d_i$	Теоретичні значення обсягу валової доданої вартості, млн. грн. Y_t
1999	1	1301	0	0,0000	0,0000	1301,0
2000	2	1854	1	0,4251	0,2418	1615,6
2001	3	2010	2	0,5450	0,4836	1930,2
2002	4	2028	3	0,5588	0,7254	2244,8
2003	5	2383	4	0,8317	0,9673	2559,4
2004	6	2949	5	1,2667	1,2091	2874,0
Разом		12525	15,0000	3,6272	—	12525

² Там само.



За даними табл. 2 параметри рівняння складуть³:

1. $Y_{\min} = 1301$ (млн. грн.).
2. Параметр залежності "b":

$$b = \frac{\sum \left(\frac{Y_i}{Y_{\min}} - 1 \right)}{\sum \left(\frac{t_i}{t_{\min}} - 1 \right)} = \frac{3,6272}{15} = 0,241814.$$

Рівняння тренду прямої залежності набуде вигляду:

$$Y_t = 1301 \times \left(1 + 0,241814 \times d_{\frac{t_i}{t_{\min}} - 1} \right).$$

У цьому рівнянні параметр залежності "b" означає, що при зміні розміру відхилень коефіцієнта порівняння ряду динаміки на одиницю (на один рік) розмір відхилень коефіцієнта порівняння результативної ознаки (обсягу валової доданої вартості) змінюється у 0,24 рази ($b = 0,241814$).

Правильність виконаних розрахунків підтверджується рівністю між сумою емпіричних і теоретичних значень результативної ознаки $\sum Y = \sum Y_t$ (табл. 2). При відборі результатів даного рівняння для здійснення репрезентативних прогнозних розрахунків скористаємось обчисленням коефіцієнта стійкості тренду (табл. 3).

Таблиця 3.

Вихідні дані для розрахунку коефіцієнта стійкості тренду

Рік	d_y	$b d_t$	$ d_y - b d_t $
1999	0,000000	0,000000	0,000000
2000	0,425058	0,241814	0,183244
2001	0,544965	0,483628	0,061337
2002	0,558801	0,725442	0,166641
2003	0,831668	0,967256	0,135588
2004	1,266718	1,209070	0,057648
Разом	3,627210	–	0,604458

Звідки:

$$K = 1 - \frac{\sum |d_y - b d_t|}{\sum d_y} = 1 - \frac{0,604458}{3,6275210} = 0,83.$$

Таке значення коефіцієнта стійкості тренду ($K > 0,8$), яке за шкалою залежностей свідчить про високий стійкий зв'язок, що дозволяє відібрати параметри розрахованого рівняння тренду для проведення прогнозних розрахунків.

Для розрахунку прогнозних значень обсягу валової доданої вартості області на наступний 2005 та 2006 роки (за межами даних табл. 1) побудуємо табл. 4.

³ Там само.



Таблиця 4.

**Прогнозні значення обсягу валової доданої
вартості області на 2005 та 2006 роки**

Рік	Символ року, t	$\frac{t_i}{t_{\min}} - 1$	$b d_t$	Прогнозні значення обсягу валової доданої вартості, млн. грн.
2005	7	6	1,450884	3188,6
2006	8	7	1,692698	3503,2

Отже, за даними табл. 4 видно, що прогнозне значення обсягу валової доданої вартості області на наступний 2005 рік складе 3188,6 млн. грн., та у 2006 році 3503,2 млн. грн.

Обчислені в табл. 2 теоретичні й фактичні значення обсягу валової доданої вартості області та прогнози його величини на 2005 та 2006 роки відобразимо графіком (див. рис. 1).

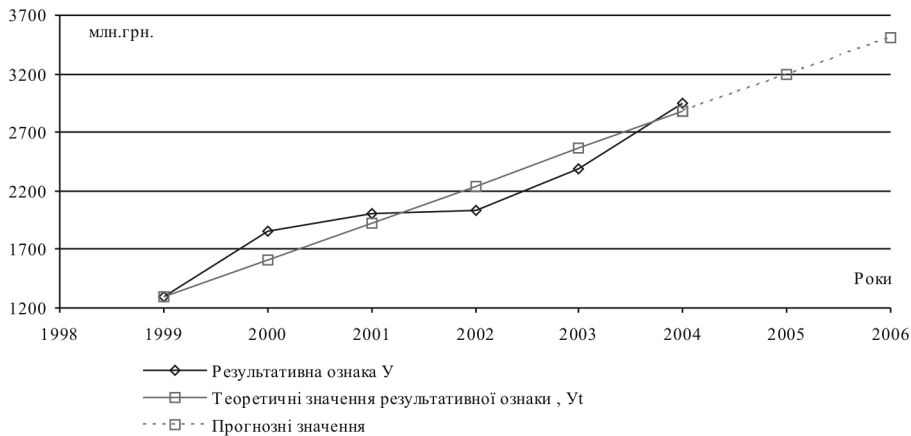


Рис. 1. Динаміка фактичного і теоретичного обсягу валової доданої вартості області за 1999–2004 рр. та прогнози рівні на 2005 — 2006 роки

Розглянемо також приклад побудови прогнозу обсягу проведених будівельних та монтажних робіт в області на основі даних табл. 5.

Таблиця 5.

Будівельні та монтажні роботи в області, млн. грн.

Рік	Будівельно-монтажні роботи, всього
1998	325,0
1999	208,8
2000	225,0
2001	245,3
2002	190,3
2003	152,9
2004	178,5



Для розрахунку параметрів оберненого тренду побудуємо табл.6 за таким рівнянням⁴ [1-3]:

$$Y_t = Y_{\max} \left(1 - b d \frac{t_i - 1}{t_{\min}} \right),$$

де Y_t — рівняння тренду; Y_{\max} — максимальне значення результативної ознаки; t — значення року; b — параметр рівняння тренду; d — знак відхилень.

Таблиця 6.

Розрахунково-допоміжна таблиця для визначення параметрів рівняння оберненого лінійного тренду

Рік	Символ року, t	Будівельно-монтажні роботи, млн.грн., Y	$\frac{t_i - 1}{t_{\min}}$	$1 - \frac{Y_i}{Y_{\max}}$	$b d_i$	Теоретичні значення будівельно-монтажних робіт, млн. грн. Y_t
1998	1	325,0	0,0000	0,0000	0,0000	325,0000
1999	2	208,8	1,0000	0,3575	0,1098	289,3238
2000	3	225,0	2,0000	0,3077	0,2195	253,6476
2001	4	245,3	3,0000	0,2452	0,3293	217,9714
2002	5	190,3	4,0000	0,4145	0,4391	182,2952
2003	6	152,9	5,0000	0,5295	0,5489	146,6190
2004	7	178,5	6,0000	0,4508	0,6586	110,9429
Разом		1525,8	21,0000	2,3052	—	1525,8

За даними табл. 6 параметри рівняння оберненого тренду складуть:

1. $Y_{\max} = 325,0$ (млн. грн.).
2. Параметр залежності “b”:

$$b = \frac{\sum \left(1 - \frac{Y_i}{Y_{\max}} \right)}{\sum \left(\frac{t_i - 1}{t_{\min}} \right)} = \frac{2,305231}{21} = 0,109773.$$

Рівняння тренду набуде вигляду:

$$Y_t = 325,0 \times \left(1 + 0,109773 \times d \frac{t_i - 1}{t_{\min}} \right).$$

Параметр “b” у цьому рівнянні тренду означає, що при зміні розміру відхилень коефіцієнтів порівняння інтервального ряду динаміки на одиницю (на один рік) розмір відхилень коефіцієнта порівняння результативної ознаки (обсягу виконаних будівельних та монтажних робіт) змінюється у 0,11 рази ($b = 0,109773$).

Для правильного вибору виду рівняння тренду і напрямку зв'язку скористаємось критерієм мінімуму лінійних відхилень теоретичних значень результативної ознаки Y_t від їх фактичних (емпіричних) значень Y . Розрахунки помістимо у табл. 7.

⁴ Там само.



Таблиця 7.

Лінійні відхилення теоретичних та емпіричних значень результативної ознаки (за даними табл. 6)

Y	Y_t	$ y_t - Y_t $
325,0	325,000000	0,000000
208,8	289,3238095	80,5238095
225,0	253,6476190	28,6476190
245,3	217,9714286	27,3285714
190,3	182,2952381	8,0047619
152,9	146,6190476	6,2809524
178,5	110,9428571	67,5571429
Разом		218,3428571

Дані табл. 7 свідчать про досить значні відхилення розрахованих теоретичних значень будівельно-монтажних робіт, які виконано в області. При застосуванні інформаційно-комп'ютерного забезпечення для проведення розрахунків методом статистичних рівнянь залежностей вибір оптимального рівняння тренду (залежності) відбувається автоматично. Але, продовжуючи пошук найкращого рівняння, можна провести логічний аналіз зміни рівнів ряду динаміки. У даному прикладі бачимо, що рівень ряду динаміки 1999 року менше попереднього 1998 року на 116,2 млн. грн. (-36%), а значення обсягів будівельно-монтажних робіт в наступних роках (2000-2004 рр.) знижувались поступово з меншою інтенсивністю. Отже, динаміка цього інтервального ряду може бути кількісно оцінена рівнянням оберненої гіперболи⁵:

$$Y_t = Y_{\max} \left(1 - bd \frac{1}{t_{\min} - t} \right),$$

де Y_t — рівняння тренду; Y_{\max} — максимальне значення результативної ознаки; t — значення року; b — параметр рівняння тренду; d — знак відхиленя. Для розрахунків побудуємо табл. 8.

Таблиця 8.

Розрахунково-допоміжна таблиця для визначення параметрів рівняння оберненого гіперболічного тренду

Рік	Символ року, t	Будівельно-монтажні роботи, млн.грн., Y	$\frac{1}{t}$	$\frac{1}{t_{\min}} - \frac{1}{t}$	$1 - \frac{y_t}{Y_{\max}}$	$b d_t$	Теоретичні значення будівельно-монтажних робіт, млн. грн. Y_t
1998	1	325,0	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	325,0000
1999	2	208,8	0,5000	0,5000	0,3575	0,2615	240,0016
2000	3	225,0	0,3333	0,6667	0,3077	0,3487	211,6688
2001	4	245,3	0,2500	0,7500	0,2452	0,3923	197,5024
2002	5	190,3	0,2000	0,8000	0,4145	0,4185	189,0026
2003	6	152,9	0,1667	0,8333	0,5295	0,4359	183,3360
2004	7	178,5	0,1429	0,8571	0,4508	0,4483	179,2885
Разом		1525,8	2,5929	4,4071	2,3052	-	1525,8



За даними табл. 8 параметри рівняння оберненого тренду складуться⁶:

1. $Y_{\max} = 325,0$ (млн. грн.);
2. Параметр залежності "b":

$$b = \frac{\sum \left(1 - \frac{Y_i}{Y_{\max}} \right)}{\sum \left(\frac{1}{t_{\min}} - \frac{1}{t_i} \right)} = \frac{2,305231}{4,407143} = 0,523067.$$

Рівняння тренду набуде вигляду:

$$Y_i = 325,0 \times \left(1 - 0,523067 \times d \frac{1}{t_{\min} - t_i} \right).$$

У цьому рівнянні тренду параметр "b" означає, що при зміні розміру відхилень коефіцієнтів порівняння обернених значень інтервального ряду динаміки на одиницю (на один рік) розмір відхилень коефіцієнта порівняння результативної ознаки (обсягу виконаних будівельних та монтажних робіт) змінюється у 0,52 рази ($b = 0,523067$).

За даними табл.8 обчислимо також суму лінійних відхилень теоретичних значень результативної ознаки Y_t від їх фактичних (емпіричних) значень Y .

Таблиця 9.

Лінійні відхилення теоретичних та емпіричних значень результативної ознаки (за даними табл. 8)

Y	Y_t	$ y_i - y_t $
325,0	325,0000000	0,000000
208,8	240,0016207	31,201621
225,0	211,6688277	13,331172
245,3	197,5024311	47,797569
190,3	189,0025932	1,297407
152,9	183,3360346	30,436035
178,5	179,2884927	0,788493
Разом		124,852297

Можна стверджувати, що застосування рівняння оберненої гіперболи у порівнянні з рівнянням лінійного оберненого тренду в даному випадку є кращим, оскільки рівень апроксимації ряду динаміки виконання будівельно-монтажних робіт в області зазначеного рівняння є вищим. Про це свідчить порівняння сум лінійних відхилень теоретичних та емпіричних значень результативної ознаки (табл. 7 та 9).

Ці висновки підтверджуються також й обчисленням коефіцієнта стійкості тренду, який дозволяє відмежувати стійкий або нестійкий взаємовплив досліджуваних ознак і тим самим одержати достовірні або ж недостовірні прогнозні оцінки.

⁵ Там само.

⁶ Там само.



Розрахунки коефіцієнтів стійкості тренду проводяться на основі даних граф 1– $\frac{y_i}{y_{\max}}$ та bd_t табл. 6 і 8, а їх обчислення помістимо у табл. 10 та 11.

Таблиця 10.

Вихідні дані для розрахунку коефіцієнта стійкості тренду (на основі даних табл. 6)

Рік	d_y	$b d_t$	$ d_y - bd_t $
1998	0,00000000	0,00000000	0,00000000
1999	0,35753846	0,10977289	0,24776557
2000	0,30769231	0,21954579	0,08814652
2001	0,24523077	0,32931868	0,08408791
2002	0,41446154	0,43909158	0,02463004
2003	0,52953846	0,54886447	0,01932601
2004	0,45076923	0,65863736	0,20786813
Разом	2,30523077	–	0,67182418

Звідси:

$$K = 1 - \frac{\sum |d_y - bd_t|}{\sum d_y} = 1 - \frac{0,67182418}{2,30523077} = 0,7086.$$

Таблиця 11.

Вихідні дані для розрахунку коефіцієнта стійкості тренду (на основі даних табл. 8)

Рік	d_y	$b d_t$	$ d_y - bd_t $
1998	0,00000000	0,00000000	0,00000000
1999	0,35753846	0,26153347	0,09600499
2000	0,30769231	0,34871130	0,04101899
2001	0,24523077	0,39230021	0,14706944
2002	0,41446154	0,41845356	0,00399202
2003	0,52953846	0,43588912	0,09364934
2004	0,45076923	0,44834310	0,00242613
Разом	2,30523077	–	0,38416091



Звідки⁷:

$$K = 1 - \frac{\sum |d_y - bd_t|}{\sum d_y} = 1 - \frac{0,38416091}{2,30523077} = 0,83.$$

Розраховані на основі даних табл. 10 і 11 коефіцієнти стійкості тренду свідчать про те, що більш стійкий взаємозв'язок досліджуваних ознак спостерігається при використанні для статистичного аналізу динаміки виконання будівельно-монтажних робіт в області з використанням гіперболічного тренду, де коефіцієнт стійкості тренду дорівнює 0,83, а за розрахунками, виконаними з застосуванням рівняння оберненої лінійної залежності відповідне значення коефіцієнта стійкості тренду сягає тільки 0,71.

Для визначення прогнозних рівнів обсягу виконання будівельно-монтажних робіт в області побудуємо табл. 12 та 13, які є продовженням табл. 6 і 8 відповідно.

Таблиця 12.

Прогнозні значення обсягу будівельно-монтажних робіт в області на 2005 та 2006 роки (на основі рівняння лінійного оберненого тренду)

Рік	Символ року, t	$\frac{t_i}{t_{\min}} - 1$	$b d_t$	Прогнозні значення обсягу будівельно-монтажних робіт, млн. грн.
2005	8	7	0,768410	75,27
2006	9	8	0,878183	39,59

Таблиця 13.

Прогнозні значення обсягу будівельно-монтажних робіт в області на 2005 та 2006 роки (на основі рівняння гіперболічного оберненого тренду)

Рік	Символ року, t	$\frac{1}{t_{\min}} - \frac{1}{t_i}$	$b d_t$	Прогнозні значення обсягу будівельно-монтажних робіт, млн. грн.
2005	8	0,875000	0,457684	176,25
2006	9	0,888889	0,464948	173,89

Обчислення прогнозних значень обсягу виконання будівельно-монтажних робіт в області на 2005 та 2006 роки (табл. 12 і 13) проводяться аналогічно розрахункам теоретичних значень лінії тренду, наведених у табл. 6 і 8.

Кращий прогноз тут виконано із застосуванням оберненої гіперболи, що видно із графічного зображення (рис. 2).

⁷ Там само.

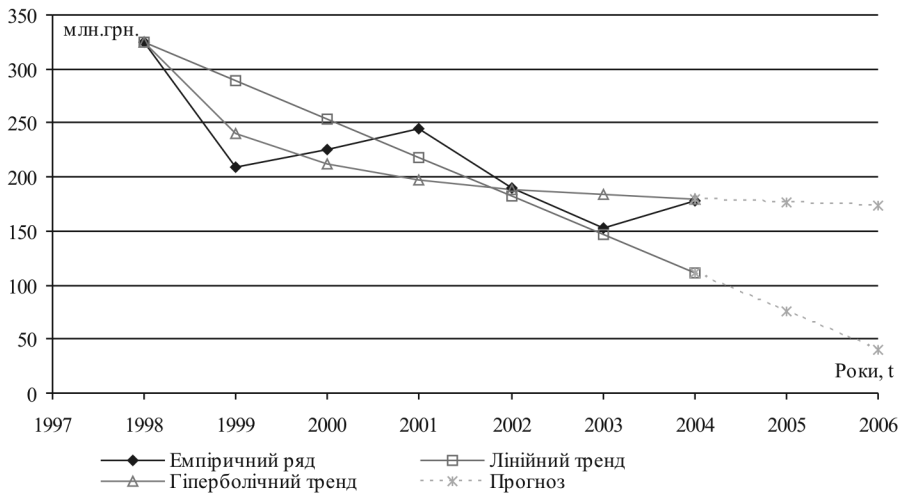


Рис. 2. Динаміка виконання будівельно-монтажних робіт в області за 1998 — 2004 рр. та прогноз на 2005 і 2006 роки

Висновки

1. Основною умовою статистичного аналізу рядів динаміки є вибір бази розрахунків і забезпечення зіставності рівнів ряду.

У сільському господарстві, особливо для аналізу виробництва і реалізації продукції рослинництва слід користуватися середніми даними за 3 — 5 років.

2. Рівняння стійких трендів при аналізі рядів динаміки показників господарсько-фінансової діяльності дозволяють вивчати нормативний і прогнозний рівень результативного показника та оцінити інтенсивність використання чинників для досягнення обсягу явища в рядах динаміки.

