

УДК 332.3:519

Грабовецький Б.Є.*кандидат економічних наук, доцент
Вінницького національного технічного університету***Білоконь Т.М.***кандидат економічних наук, доцент
Вінницького національного технічного університету***Чапльгіна О.В.***кандидат економічних наук, доцент
Вінницького національного технічного університету***ПРОГНОЗУВАННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ ПЛОЩ НАСЕЛЕННЯ ПІД БАГАТОРІЧНІ НАСАДЖЕННЯ**

Розглянуто місце прогнозування в системі управління виробництвом. Рекомендовано і реалізовано основні методи прогнозування за допомогою екстраполяції тенденції. Доведено необхідність практичного використання декількох варіантів прогнозів для обґрунтування і прийняття управлінських рішень.

Ключові слова: площа багаторічних насаджень, тенденція, методи прогнозування, екстраполяція, часовий тренд, види рівнянь.

Грабовецкий Б.Е., Белокоп Т.Н., Чапльгина О.В. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗЕМЕЛЬНЫХ ПЛОЩАДЕЙ НАСЕЛЕНИЯ ПОД МНОГОЛЕТНИЕ НАСАЖДЕНИЯ

Рассмотрено место прогнозирования в системе управления производством. Рекомендованы и реализованы основные методы прогнозирования с помощью экстраполяции тенденции. Доказана необходимость практического использования нескольких вариантов прогнозов для обоснования и принятия управленческих решений.

Ключевые слова: площадь многолетних насаждений, тенденция, методы прогнозирования, экстраполяция, временной тренд, виды уравнений

Grabovetskiy B.E., Bilokon T.N., Chaplygina O.V. THE PROGNOSTICATION OF AREA UNDER PERENNIAL PLANTATIONS OF POPULATION IN REGION

The place of prediction in of production management system is considered. The basic methods of forecasting via extrapolation of trends are recommended and implemented. The necessity of practical using of several forecasts variants for decision-making.

Keywords: perennial plantings area, trend, forecasting methods, extrapolation, time trend, types of equations.

Постановка проблеми. Суттєвим чинником підвищення наукового рівня управління є використання сучасного інструментарію прогнозування. У теорії і практиці в процесі прогнозування показників досить часто використовують методологію екстраполяції, за якої висновки про значення прогнозних показників у майбутніх періодах роблять на основі вивчення динамічних рядів у попередніх періодах («передісторії»). Опіраючись на інерційність економічних явищ (процесів, об'єктів), і з огляду на нескладність математичного апарату екстраполяція тенденції широко використовується в науково-дослідній роботі при складанні поточних та стратегічних планів підприємств всіх галузей народного господарства тощо.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Теоретико-методологічним засадам прогнозування на основі екстраполяції тенденції присвячено праці зарубіжних та вітчизняних учених, таких як В.М. Геєць, Г.С. Кильдишев, Т.С. Клебанова, Ю.П. Лукашин, Дж. Мартіно [2], А.А. Френкель, Є.М. Четиркін [7] та ін. Однак аналіз літературних джерел виявив недостатність методико-розрахункових напрацювань щодо досліджуваної проблематики, конкретних досліджень на реальних даних сільськогосподарських підприємств з отриманням альтернативних варіантів прогнозу. Авторське прогнозування ґрунтуватиметься на проведеному нами дослідженні тенденції зміни земельних площ населення регіону під багаторічні насадження, результати якого опубліковано в попередньому номері журналу.

Мета і завдання дослідження. Метою статті є обґрунтування ролі прогнозування в удосконаленні управління площею земель населення під багаторічні насадження. Надання альтернативних варіантів прогнозу дозволить водночас розробити альтернативні сценарії управлінських рішень, що дасть можливість бути готовими до будь-яких змін у зовнішньому середовищі.

Виклад основного матеріалу дослідження. Щоб адаптуватися до сучасних швидкоплинних змін та знизити ризик прийняття невдалих управлінських рішень, необхідно постійно підвищувати ступінь інформованості членів організації, які розробляють, обґрунтовують і приймають ці рішення. Потреба передбачення економічної ситуації в майбутньому та інформаційне забезпечення поточних та стратегічних управлінських рішень обумовили необхідність проведення ретроспективного (послідовного) та перспективного (стратегічного) економічного аналізу. Інформаційною базою останнього є результати економічного прогнозування.

Ігнорування прогнозів, відсутність прогнозів в управлінні стратегічними процесами – означає для будь-якого керівника подорож без орієнтації, поступ майже навпомацки [1].

З огляду на вище висловлене, розглянемо екстраполяцію тенденції, здійсненої на основі двох методів: а) середніх значень статистичних характеристик динамічного ряду; б) тренду.

Таблиця 1

Площа землі населення регіону під багаторічні насадження за 2007-2013 рр.

Роки	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Площа землі, тис. га	15,3	16,1	16,1	16,4	17,4	17,6	17,8

Екстраполяція на основі статистичних характеристик рядів динаміки

Прогнозування на основі статистичних характеристик рядів динаміки здійснюється за двома показниками: середній абсолютний приріст (\overline{K}_p), середній коефіцієнт зростання ($\overline{\Delta y}$). У таблиці 1 наведено динамічний ряд досліджуваного показника, який використовується у процесі аналізу і прогнозування.

На підставі даних таблиці 1 розраховуємо:

– середній абсолютний приріст:

$$\overline{\Delta y} = \frac{y_n - y_0}{n-1} \quad (1); \quad \overline{\Delta y} = \frac{17,8 - 15,3}{7-1} = \frac{2,5}{6} = 0,42 \text{ тис. га};$$

– середній коефіцієнт зростання:

$$\overline{K}_p = \sqrt[n]{\frac{y_n}{y_0}} \quad (2); \quad \overline{K}_p = \sqrt[7]{\frac{17,8}{15,3}} = \sqrt[7]{1,163} = 1,026.$$

Екстраполяцію на основі середнього абсолютного приросту ($\overline{\Delta y}$) доцільно здійснювати, коли загальна тенденція розвитку явища у часі є лінійною або абсолютний приріст зберігається відносно стабільним у рядах динаміки. Прогнозне значення показників у такому випадку обчислюється за формулою:

$$\hat{y}_{n+T} = y_n + \overline{\Delta y} \times T, \quad (3)$$

де y_n – рівень ряду динаміки, прийнятий за базу (зазвичай за базисний рівень приймається останній рівень ряду динаміки);

$\overline{\Delta y}$ – середній абсолютний приріст (розраховується за формулою (1));

T – період випередження ($T = 1; 2; 3; \dots; T$).

Прогнозування на основі середнього коефіцієнта зростання доцільне, коли загальна тенденція зміни рівнів динамічного ряду описується геометричною прогресією або показниковою (експоненціальною) кривою і здійснюється за такою формулою:

$$\hat{y}_{n+T} = y_n \times \overline{K}_p^T, \quad (4)$$

де \overline{K}_p^T – середній коефіцієнт зростання (розраховується за формулою (2)).

Зіставлення результатів прогнозування за двома методами (табл. 2) дозволяє стверджувати, що відмінності між рівнями прогнозованих показників незначні, а це варто розглядати як позитивний факт. Неперервне зростання в часі прогнозованого показника свідчить про перспективи розширення площі під багаторічні насадження.

Таблиця 2

Результати прогнозування земельних площ землі населення під багаторічні насадження на 2014-2018 рр. (тис. га)

Роки	За методами (формулами):	
	$\hat{y}_{n+T} = y_n + \overline{\Delta y} \times T$	$\hat{y}_{n+T} = y_n \times \overline{K}_p^T$
2014	18,2	18,3
2015	18,6	18,7
2016	19,1	19,2
2017	19,5	19,7
2018	19,9	20,2

Екстраполяція тенденції на основі рівняння тренду

Для дослідження тенденцій на основі динамічних рядів і побудови прогнозу з врахуванням закономірностей, що склалися в «передісторії», застосовується залежність, яка має назву «рівняння тренду»:

$$y = f(t) + \overline{\varepsilon}_t, \quad (5)$$

де y – досліджуваний показник;

t – час (незалежна величина) – послідовний натуральний ряд чисел, який відповідає кожному рівню динамічного ряду;

$f(t)$ – детермінована не випадкова компонента явища;

ε_t – стохастична складова рівняння тренду.

Екстраполяція здійснюється шляхом підстановки у рівнянні (5) значення незалежної змінної (t), яка відповідає величині горизонту (T)

$$\hat{y}_{n+T} = f(t_{n+T}), \quad (6)$$

де \hat{y}_{n+T} – прогнозне значення досліджуваного показника в момент періоду T ;

T – величина періоду прогнозування (період часу, на який складається прогноз).

Зауважимо, що прогнозування на основі часового тренду економісти здебільшого називають «наївною» екстраполяцією. Це обумовлено тим, що названа екстраполяція ґрунтується на припущенні про інерційність економічних явищ і процесів, тобто на тому, що умови, які склалися у минулому («передісторії»), будуть незмінно або, принаймні, з невеликими змінами діяти і у майбутньому [2].

Тенденція зміни рівнів динамічного ряду залежно від напрямків дослідження і характеру досліджуваних явищ (процесів, об'єктів) може бути описана широким спектром рівнянь, зокрема лінійним, параболічним, гіперболічним, логарифмічним, степеним, показниковим, експоненціальним, тригонометричним, логістичним та ін. При виборі виду рівняння необхідно вирішити два вкрай важливі питання [3, с. 55]. По-перше, чи адекватно, у повному розумінні цього слова, рівняння відповідає природі досліджуваних процесів, а відносно часового тренду – наскільки воно відповідає тенденції і закономірності зміни в часі досліджуваних процесів (явищ, об'єктів), що склалися у «передісторії». По-друге, чи відповідають статистичні характеристики рівняння встановленим статистичним критеріям за абсолютною величиною.

Відповідно до викладеного вище, пропонується двостадійний вибір виду рівняння тренду [4]. На першій стадії в результаті аналізу сутності досліджуваного процесу (явища, об'єкта), попередніх досліджень, графічного зображення рівнів динамічного ряду відбирається лише клас рівнянь. На другій стадії шляхом зіставлення статистичних характеристик та графічних зображень кривих відбирається вид рівняння.

Апріорний аналіз зміни земельної площі населення під багаторічні насадження за досліджуваний період дозволяє дійти висновку про можливість описання динаміки показника такими рівняннями (моделями) тренду:

лінійним $\hat{y} = a_0 + a_1 t$ (7)

квадратичним $\hat{y} = a_0 + a_1 t + a_2 t^2$ (8)

показниковим: $\hat{y} = a_0 a_1^{t^2}$, (9)

степеневе-експоненціальним: $\hat{y} = a_0 t^{a_1} e^{a_2 t}$. (10)

Статистична адекватність рівняння тренду досліджуваним процесом перевіряється за такими основними статистичними характеристиками (критеріями): тіснота зв'язку – для лінійного парного рівняння (7) – парний лінійний коефіцієнт кореляції, для нелінійних парних рівнянь (8-10) – парне кореляційне відношення; середнє відносне відхилення між фактичними значеннями досліджуваного показника (y) та розрахованими на основі певного рішення (\hat{y}); середня помилка апроксимації. Побудоване рівняння вважається статистично адекватним, якщо $r(\eta) \geq 0,7$; $\overline{\varepsilon}_t \leq 10\%$.

Аналіз даних таблиці 3 свідчить, що відібрані рівняння вирізняються високими і надійними статистичними характеристиками. Невеликий рівень

Таблиця 3

Параметри і статистичні характеристики рівнянь тренду

	Рівняння (моделі) тренду			
	$\hat{y} = a_0 + a_1 t$	$\hat{y} = a_0 + a_1 t + a_2 t^2$	$\hat{y} = a_0 a_1^t a_2^{t^2}$	$\hat{y} = a_0 t^{a_1} e^{a_2 t}$
Параметри рівнянь:				
a_0	14,9857	14,8999	14,9153	15,0439
a_1	0,4214	0,4768	1,0325	0,0153
a_2	-	-0,0071	0,9993	0,0207
Характеристики рівнянь:				
$r(\eta)$	0,9710	0,9714	0,9715	0,9714
$\bar{\varepsilon}$, %	1,141	1,105	1,105	1,107

середньої помилки апроксимації свідчить про незначні відхилення між фактичними та розрахованими значеннями досліджуваного показника.

Формально кращим може вважатися показникове рівняння, для якого за рівного з квадратичним рівнянням значення середньої помилки апроксимації ($\bar{\varepsilon}_t$) дещо вищий рівень кореляційного відношення (η).

З огляду на вищевикладене, а також з урахуванням необхідності розробки альтернативних варіантів, побудовано прогнози досліджуваного показника на основі всіх моделей (7-10), результати яких наведено у таблиці 4.

Таблиця 4

Результати прогнозування досліджуваного показника на основі рівнянь тренду на 2014-2018 рр. (тис. га)

Роки	Види рівнянь			
	$\hat{y} = a_0 + a_1 t$	$\hat{y} = a_0 + a_1 t + a_2 t^2$	$\hat{y} = a_0 a_1^t a_2^{t^2}$	$\hat{y} = a_0 t^{a_1} e^{a_2 t}$
2014	18,4	18,3	18,3	18,3
2015	18,8	18,6	18,6	18,7
2016	19,2	19,0	18,9	19,2
2017	19,6	19,3	19,3	19,6
2018	20,0	19,6	19,5	20,0

Прогнозні значення досліджуваного показника, побудовані на основі рівнянь тренду, близькі за своїм значенням і демонструють тенденцію до поступового зростання.

Використані для побудови прогнозів середній абсолютний приріст та середній коефіцієнт зростання мають один досить суттєвий недолік: результати їх розрахунків цілком однозначно залежать лише від крайніх значень рівнів динамічного ряду. Проміжні півні ряду динаміки не впливають на їх величину. Отже, будь-які коливання, випадкові зміни крайніх значень рівнів динамічного ряду докорінно впливають на результати прогнозування, спо-

творюючи нерідко дійсну тенденцію. Щоб усунути зазначені недоліки, при обчисленні середнього абсолютного приросту і середнього коефіцієнта зростання слід скористатися не первинними значеннями рівнів динамічного ряду, а вторинними, отриманими в результаті вирівнювання на основі певного рівняння тренду [5], а точніше конкретних рівнянь (7-10).

В результаті вирівнювання рівнів ряду наведені вище формули для побудови прогнозів (3, 4) у модифікованому вигляді набули такого виду:

$$\hat{y}_{n+T} = \hat{y}_n + \Delta\bar{y} \times T, \quad (11)$$

$$\hat{y}_{n+T} = \hat{y}_n \times \bar{K}_p^T, \quad (12)$$

де y_n – останній в часі рівень динамічного ряду у «передісторії», вирівняний на основі певного рівняння; $\Delta\bar{y}$, \bar{K}_p – відповідно середній абсолютний приріст і середній коефіцієнт зростання, розраховані на основі вирівняних рівнів ряду.

Таблиця 5

Статистичні характеристики динамічного ряду, розраховані на підставі вирівняних показників відповідними рівняннями тренду

Умовні показники	Види рівнянь тренду			
	$\hat{y} = a_0 + a_1 t$	$\hat{y} = a_0 + a_1 t + a_2 t^2$	$\hat{y} = a_0 a_1^t a_2^{t^2}$	$\hat{y} = a_0 t^{a_1} e^{a_2 t}$
\hat{y}_0	15,41	15,37	15,37	15,36
\hat{y}_n	17,94	17,90	17,90	17,91
$\Delta\bar{y}$	0,421	0,421	0,421	0,426
\bar{K}_p	1,026	1,026	1,026	1,026

За винятком середнього абсолютного приросту ($\Delta\bar{y}$) для степенево-експоненційного рівняння значення відповідних показників середнього абсолютного приросту і середнього коефіцієнта зростання, розрахованих на основі вирівняних даних (табл. 5), повністю співпадають. Це пояснюється рівномірною

Таблиця 6

Результати прогнозування досліджуваного показника, розраховані на основі вирівняних даних динамічного ряду за певними рівняннями тренду на 2014-2018 рр.

Роки	Види рівнянь тренду та методи прогнозування							
	$\hat{y} = a_0 + a_1 t$		$\hat{y} = a_0 + a_1 t + a_2 t^2$		$\hat{y} = a_0 a_1^t a_2^{t^2}$		$\hat{y} = a_0 t^{a_1} e^{a_2 t}$	
	* $\Delta\bar{y}$	** \bar{K}_p	* $\Delta\bar{y}$	** \bar{K}_p	* $\Delta\bar{y}$	** \bar{K}_p	* $\Delta\bar{y}$	** \bar{K}_p
2014	18,4	18,4	18,3	18,4	18,3	18,4	18,3	18,4
2015	18,8	18,9	18,7	18,8	18,7	18,8	18,8	18,9
2016	19,2	19,4	19,2	19,3	19,2	19,3	19,2	19,4
2017	19,6	19,9	19,6	19,8	19,6	19,8	19,6	19,9
2018	20,0	20,4	20,0	20,4	20,0	20,4	20,0	20,4

Примітка: * на основі рівняння $\hat{y}_{n+T} = \hat{y}_n + \Delta\bar{y} \times T$;

** на основі рівняння $\hat{y}_{n+T} = \hat{y}_n \times \bar{K}_p^T$.

зміною досліджуваного показника і обґрунтованим вибором рівнянь тренду.

За формулами (11, 12) та усередненими показниками вирівняних значень рівнів спрогнозовано досліджуваній показник (табл. 6).

Отже, в результаті проведених досліджень отримано 14 альтернативних варіантів прогнозу досліджуваного показника, зокрема на основі: простих методів екстраполяції тенденції первинних даних (табл. 2) – два варіанти; екстраполяції трендів (табл. 4) – чотири варіанти; екстраполяції вирівняних рівнів динамічного ряду (табл. 6) – вісім варіантів.

Таблиця 7

Аналіз результатів прогнозування земельних площ населення під багаторічні насадження на 2014-2018 рр. за різними методами

Методи прогнозування	2014	2015	2016	2017	2018
Прості методи екстраполяції тенденції					
$\hat{y}_{n+t} = y_n + \Delta \bar{y} \times T$	18,2	18,6	19,1	19,5	19,9
$\hat{y}_{n+t} = y_n \times \bar{K}_p^t$	18,3	18,7	19,2	19,7	20,2
Екстраполяція трендів					
$\hat{y} = a_0 + a_1 t$	18,4	18,8	19,2	19,6	20,0
$\hat{y} = a_0 + a_1 t + a_2 t^2$	18,3	18,6	19,0	19,3	19,6
$\hat{y} = a_0 a_1 a_2^t$	18,3	18,6	18,9	19,3	19,5
$\hat{y} = a_0 t^{a_1} e^{a_2 t}$	18,3	18,7	19,2	19,6	20,0
Прості методи екстраполяції тенденції, реалізовані на основі вирівняних даних та наступних рівнянь часового тренду					
$\hat{y} = a_0 + a_1 t$					
$\hat{y}_{n+t} = \hat{y}_n + \Delta \bar{y} \times T$	18,4	18,8	19,2	19,6	20,0
$\hat{y}_{n+t} = \hat{y}_n \times \bar{K}_p^t$	18,4	18,9	19,4	19,9	20,4
$\hat{y} = a_0 + a_1 t + a_2 t^2$					
$\hat{y}_{n+t} = \hat{y}_n + \Delta \bar{y} \times T$	18,3	18,7	19,2	19,6	20,0
$\hat{y}_{n+t} = \hat{y}_n \times \bar{K}_p^t$	18,4	18,8	19,3	19,8	20,4
$\hat{y} = a_0 a_1 a_2^t$					
$\hat{y}_{n+t} = \hat{y}_n + \Delta \bar{y} \times T$	18,3	18,7	19,2	19,6	20,0
$\hat{y}_{n+t} = \hat{y}_n \times \bar{K}_p^t$	18,4	18,8	19,3	19,8	20,4
$\hat{y} = a_0 t^{a_1} e^{a_2 t}$					
$\hat{y}_{n+t} = \hat{y}_n + \Delta \bar{y} \times T$	18,3	18,8	19,2	19,6	20,0
$\hat{y}_{n+t} = \hat{y}_n \times \bar{K}_p^t$	18,4	18,9	19,4	19,9	20,4

Незважаючи на широкий спектр використаних методів прогнозування, значних відмінностей значень прогнозних показників немає (табл. 7). Наприклад, прогнозне значення досліджуваного показника на 2014 р. знаходиться в інтервалі 18,3-18,4 тис. га; на 2015 р. – 18,6-18,9 тис. га; 2016 р. – 18,9-19,4 тис. га; 2017 р. – 19,3-19,9 тис. га; 2018 р. – 19,5-20,4 тис. га.

Цілоком природно, що чим віддаленіші результати прогнозування від початку відліку часу, тим більший інтервал розбіжності між варіантами прогнозування. Дійсно, у 2014 р. розбіжність становить 0,1

тис. га; у 2015 р. – 0,3 тис. га; у 2016 р. – 0,5 тис. га; у 2017 р. – 0,6 тис. га; у 2018 р. – 0,9 тис. га.

Отримані результати прогнозування використовуються насамперед для обґрунтування управлінських рішень як вибору одного з альтернативних курсів дій [2]. Складання прогнозу – це не одноразовий акт на весь період випередження. Прогноз повинен корегуватися з урахуванням очікуваних змін внутрішнього і особливо зовнішнього середовища, з надходженням найновішої інформації. Частота корегування обумовлюється особливістю об'єкта прогнозування. Наприклад, для бурякоцукрової промисловості спеціально розроблена система алгоритмів і програм передбачала щодакдану розробку прогнозу, починаючи з 1 липня і до 1 жовтня. У такий спосіб протягом десяти декад на підставі новітніх початкових даних з пробних ділянок складалися прогнози основних натуральних показників діяльності цукрових заводів [6, с. 54].

Як уже зазначалося, інформаційною базою для побудови прогнозу є динамічний ряд, який зазвичай повністю використовується для проведення аналізу та складання прогнозу. Однак можливі випадки, коли у процесі прогнозування окремі рівні ряду динаміки за своєю величиною значно відрізняються від загальної тенденції. За таких умов рекомендується відсікти нетипові дані, скоротивши при цьому одночасно сформовану інформаційну базу [7].

Висновки. Коли необхідно безперервно підвищувати гнучкість та адаптивність господарських рішень до зовнішнього середовища, все гостріше усвідомлюється практична цінність передбачувальної функції управління. Тому аналітико-прогностичне забезпечення управлінських рішень посідає у наш час центральне місце в управлінні виробництвом. У системі методичних прийомів слід виокремити екстраполяцію тенденції як ефективний інструментарій прогнозування, що отримав широке використання в останні десятиріччя.

Багатоваріантність прийняття рішень зумовлює велику кількість варіантів і критеріїв прогнозування. Це забезпечує можливість різностороннього та обґрунтованого вибору того чи іншого шляху розвитку, прийняття оптимальних планових рішень, а також готовність до непередбачуваних подій.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Дзоз В.А. Гуманітарна політика: необхідність наукового прогнозування / В.А. Дзоз // Мультиверсум: філософський альманах. – 2006. – № 52. – С. 288-234.
2. Мартино Дж. Технологическое прогнозирование / Дж. Мартино; пер с англ. – М.: Прогрес, 1977. – 591 с.
3. Грабовецкий Б.Е. Об оценке адекватности уравнения регрессии / Б.Е. Грабовецкий // Вестник статистики. – 1976. – № 5. – С. 53-57.
4. Грабовецкий Б.Е. О выборе вида уравнения / Б.Е. Грабовецкий, Т. А. Спирина // Вестник статистики. – 1976. – № 2. – С. 50-53.
5. Грабовецкий Б.Е. Економико-статистичні моделі і методи: теоретико-прикладні аспекти: монографія / Б.Е. Грабовецкий. – Вінниця: ВНТУ, 2013. – 204 с.
6. Хихловский В.Б. Краткосрочное прогнозирование урожайности и сахаристости свеклы / В.Б. Хихловский, В.В. Дмитраш, Б.Е. Грабовецкий // Сахарная промышленность. – 1978. – № 11. – С. 51-57.
7. Четыркин Е.М. Статистические методы прогнозирования / Е.М. Четыркин. – М.: Статистика, 1975. – 184 с.