

■ ■ ■ **МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ
ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ**

УДК 004:519.866:633.63

**ІНФОРМАЦІЙНЕ
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗВИТКУ
ГАЛУЗІ БУРЯКІВНИЦТВА ©**

Л.О. ВОЛОНТИР,
*кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри моделювання та
інформаційних технологій в економіці,
Вінницький національний
аграрний університет (м. Вінниця)*

У статті розглянуто необхідність впровадження нових підходів у процесах управління товарними, фінансовими та інформаційними потоками на основі використання прийомів економіко-математичного моделювання. Основною ідеєю впровадження даних методів є оцінка побудови прогнозів з точки зору їх формалізації, систематизації, оптимізації та адаптації в умовах використання нових інформаційних технологій. Досліджено використання різноманітних процедур згладжування динамічних рядів: безпосереднє вирівнювання рівнів методом найменших квадратів, звичайні і зважені ковзні середні, експоненціальне згладжування. На основі досліджуваних моделей було проведено згладжування рядів динаміки валового збору цукрового буряку по Україні. Статистичні дані для проведення дослідження взято за 1990-2017 роки. Прогноз урожаю цукрових буряків на 2012-2017 роки для визначення похибки апроксимації був знайдений за методами простої ковзкої з довжиною інтервалу згладжування, що становить 5 років та 12 років, а також за методом експоненціального згладжування з параметром $\alpha=0,3$ та $\alpha=0,7$. Аналіз якості прогнозів проведений на основі середнього абсолютного відхилення. Отже, ця величина є найменшою для прогнозу, що визначений за методом експоненціального згладжування зі значенням константи $\alpha=0,7$.

Ключові слова: буряківництво, валовий збір, урожайність, динамічний ряд, моделювання, інформаційне забезпечення, методи прогнозування, моделі прогнозування, економетричне моделювання, ковзна середня, експоненціальне згладжування, точність прогнозу.

Табл.: 3. Рис.: 3. Літ.: 9.

**INFORMATION SUPPORT FOR THE FORECASTING OF SUGAR-BEET
PRODUCTION DEVELOPMENT**

VOLONTYR Liudmyla,
*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Modelling and Information
Technologies in Economy,
Vinnytsia National Agrarian University
(Vinnytsia)*

The article considers the necessity of introducing new approaches in the processes of management of commodity, financial and information flows on the basis of the use of methods of economic and mathematical modeling. The main idea of the implementation of these methods is to evaluate the construction of forecasts in terms of their formalization, systematization, optimization and adaptation in the use of new information technologies. The use of various smoothing procedures of dynamic series is investigated: direct leveling of the levels by the method of least squares, ordinary and weighted moving average, exponential smoothing. On the basis of the studied models, smoothing of dynamics of the gross collection of sugar beet in Ukraine was carried out. The statistical data for the survey are taken from 1990 to 2017. The forecast for the sugar beet harvest for the years 2012-2017 was used to determine the error of approximation by simple sliding methods with a length of the smoothing interval of 5 years and 12 years, as well as by the method of exponential smoothing with the parameter $\alpha = 0,3$ and $\alpha = 0,7$. The analysis of the quality of forecasts is based on the average absolute deviation. Therefore, this value is the smallest for the forecast, which is determined by the method of exponential smoothing with the constant value $a = 0,7$.

Key words: beet growing, gross collection, yield, dynamic range, modeling, information support, forecasting methods, forecasting models, econometric modeling, average slider, exponential smoothing, forecast accuracy.

Tabl.: 3. Fig.: 3. Ref.: 9.

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ СВЕКЛОВОДСТВА

ВОЛОНТИР Людмила Алексеевна,
кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры моделирования и информационных технологий в
экономике,
Винницкий национальный аграрный университет
(г. Винница)

В статье рассмотрена необходимость внедрения новых подходов в процессы управления товарными, финансовыми и информационными потоками на основе использования приёмов экономико-математического моделирования. Основной идеей внедрения данных методов является оценка построения прогнозов с точки зрения их формализации, систематизации, оптимизации и адаптации в условиях использования новых информационных технологий. Исследовано использование различных процедур сглаживания динамических рядов: непосредственное выравнивание уровней методом наименьших квадратов, обыкновенные и взвешенные скользящие средние, экспоненциальное сглаживание. На основе исследуемых моделей было проведено сглаживание рядов динамики валового сбора сахарной свеклы по Украине. Статистические данные для проведения исследования взяты за 1990-2017 годы. Прогноз урожая сахарной свеклы на 2012-2017 годы для определения погрешности аппроксимации был найден методом простой скользящей с длиной интервала сглаживания, который составляет 5 лет и 12 лет, а также методом экспоненциального сглаживания с параметром $\alpha = 0,3$ и $\alpha = 0,7$. Анализ качества

прогнозов проведено на основі середнього абсолютного відхилення. Ця величина є найменшою для прогнозу, визначеного методом експоненціального згладжування з значенням константи $a = 0,7$.

Ключевые слова: свекловодство, валовий збір, урожайність, динамічний ряд, моделювання, інформаційне забезпечення, методи прогнозування, моделі прогнозування, економічне моделювання, ковзаюча середня, експоненціальне згладжування, точність прогнозу.

Табл.: 3. Рис.: 3. Лит.: 9.

Постановка проблеми. За площею посівів цукрових буряків в Європі перше місце посідають такі країни, як Україна, Росія, Німеччина, Франція, Туреччина та Польща. Метою вирощування цукрових буряків у ринкових умовах є отримання максимального прибутку від реалізації отриманої продукції та реалізації продукції тваринництва.

Вирощування цукрових буряків підвищує родючість ґрунтів, сприяє збільшенню урожайності інших культур, особливо зернових.

Головним продуктом вирощування цукрових буряків є коренеплоди, побічною продукцією – гичка.

Цукрові буряки є найбільш цукровмісною рослиною. У його коренеплодах міститься близько 20% цукру, а іноді й більше. Цукор має високі смакові якості, швидко засвоюється організмом, відновлює його енергію і працездатність, позитивно впливає на емоційний стан людини. Цукор є необхідним компонентом нормального функціонування печінки, мозку, живлення м'язів. У давнину його використовували як ліки.

Цукрові буряки мають високий рівень біологічної енергії. Вони є придатними для виробництва біоетанолу з метою заміни дизельного пального та як добавка до бензину. У світі виробляється понад 300 мільйонів гектолітрів біоетанолу. Найбільшими виробниками є Північна та Південна Америка (66%), 20% виробляється в Азії та близько 14% в Європі. У Франції біоетанол виробляють, перш за все, з цукрових буряків. У ЄС в паливо для серійних двигунів дозволяється додавати 5% етанолу з метою підвищення октанового числа та антидетонаційних властивостей.

За виходом етанолу з одного гектару площі цукрові буряки мають найвищий показник серед культур, що вирощуються в регіонах з помірними кліматичними умовами. Дальність поїздки при використанні біоетанолу з цукрових буряків також є однією з найвищих.

Розвиток сучасних економічних тенденцій в системі розробки концептуальних засад розвитку буряківництва зумовив необхідність впровадження нових підходів у процесах управління товарними, фінансовими та інформаційними потоками на основі використання прийомів економіко-математичного моделювання. Основною ідеєю впровадження даних методів є оцінка побудови прогнозів з точки зору їх формалізації, систематизації, оптимізації 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 в економіці є прогнозування параметрів розвитку галузі буряківництва і отримання прогнозних рішень, що складають основу ефективної діяльності у процесі досягнення тактичних та стратегічних цілей.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Теоретичним і практичним прийомам прогнозування присвячена значна кількість досліджень в галузі економіко-математичного моделювання. Значимість прогнозних оцінок та їх практичне використання в плануванні розвитку галузі буряківництва розглянуті в роботах Федосеева В. В. [2], Джеффри М. та Уедерфорда Л. [3], Гранберга А. Г. [4], Фестера Е. та Ренца Б. [5], Кремень В. М. та Кремень О. І. [7], Грабовецкого Б. Є. [8] та ін.

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

Формулювання цілей статті. Рівні динамічного ряду економічних явищ мають, зазвичай, значну дисперсію. Для визначення переважаючої тенденції їх розвитку використовують різноманітні методики вирівнювання. До них відносяться: згладжування рівнів динамічного ряду за методом найменших квадратів, ковзні середні, зважені ковзні середні, експоненціальне вирівнювання, згладжування сплайнами, спектральні методи, медіальне згладжування та інші. Найбільш розповсюдженими є методи звичайних та зважених ковзних середніх, а також експоненціальне згладжування.

Метою статті є прогнозування параметрів розвитку галузі буряківництва з урахуванням особливостей побудови кількісних та якісних прогнозів, що потребує вирішення наступних завдань:

- дослідження специфіки використання статистичних методів аналізу часових рядів у буряківництві;
- дослідження специфіки використання методів прогнозування для оцінки перспективних рішень в буряківництві;
- проведення практичної реалізації методик на прикладі оцінки прогнозів розміру урожаю цукрових буряків на підприємствах України.

Виклад основного матеріалу дослідження. Особливістю прогнозування показників розвитку галузі буряківництва є висока ціна прийнятих рішень. Саме тому основним аналітичним прийомом показників є статистичні методи аналізу часових рядів.

Рівнями динамічного ряду можуть бути, наприклад, ціни на сировину, ціни продуктів переробки цукрових буряків, посівні площі, кількість внесених добрив, кількість опадів, сонячних днів та інше. Крім цього, на основі вихідної інформації про ціни можна побудувати динамічні ряди показників доходності за певні періоди.

У спеціальних профільних наукових роботах прогноз визначається як науково обґрунтована оцінка функціонування економічного процесу на перспективу з деяким ступенем вірогідності [2, с. 14]. Методологія прогнозування включає наступні складові: методи прогнозування, методики прогнозування і системи прогнозування.

В економічній літературі серед основних ознак класифікації прогнозів виділяють:

- масштаб прогнозування. За масштабом прогнозування розрізняють макроекономічні прогнози і мікроекономічні прогнози;
- складність прогнозів – за рівнем взаємозв'язків параметрів у досліджуваному об'єкті;
- визначеність параметрів прогнозу: детерміновані та стохастичні;

- період прогнозування: оперативні, короткострокові, середньострокові, довгострокові і стратегічні прогнози;

- ступінь локалізації в часі: точкові та інтервальні [4, с. 185].

При аналізі динамічних рядів важливо визначити основну тенденцію в розвитку досліджуваного явища. Інколи загальна тенденція чітко простежується в динаміці показника, а інколи – не простежується через його випадкові коливання. Алгоритм прогнозування значень показників показано на рис. 1.

При виявленні тенденції розвитку використовують процедури згладжування часового ряду. Сутність цих методів полягає у заміні фактичних рівнів часового ряду розрахунковими, на які меншою мірою впливають коливання. Це сприяє кращому виявленню тенденції розвитку. Такі процедури не передбачають опису динаміки невідповідної складової за допомогою певної функції, а дають аналітикові тільки алгоритм розрахунку невідповідної складової в будь-який заданий момент часу. Такими процедурами є методи згладжування динамічних рядів за допомогою ковзних середніх.



Рис.1. Алгоритм прогнозування на основі екстраполяції динамічних рядів
 Джерело: авторська розробка

Згладити випадкові та періодичні коливання, визначити головну тенденцію розвитку процесу дає можливість використання методів згладжування на основі ковзних середніх. Ці методи – інструмент фільтрації компонентів ряду динаміки [7].

Наведемо алгоритм вирівнювання часового ряду з використанням ковзної середньої.

Крок 1. Встановлення довжини інтервалу з t послідовних рівнів динамічного ряду. Зауважимо, що зі збільшенням рівнів динамічного ряду, що складають проміжок згладжування, зменшуються коливання та загальна тенденція стає монотонною. Висновок – величина інтервалу згладжування є функцією, що залежить від розмаху коливань рівнів динамічного ряду.

Крок 2. Групування спостережень за довжиною інтервалу.

Крок 3. Визначення середніх в кожній групі.

Крок 4. Утворення нового динамічного ряду з відповідних середніх величин.

Проста ковзна середня. Довжину інтервалу згладжування зручно обирати непарним числом. Позначимо її за m . Якщо m є непарним числом, тобто $m = 2 \cdot p + 1$, то рівні активної дільниці мають вигляд:

$$y_{t-p}, y_{t-p+1}, \dots, y_t, \dots, y_{t+p-1}, y_{t+p},$$

де y_t – центральний рівень активної дільниці;

y_{t-p}, \dots, y_{t-p} – послідовність p рівнів активної дільниці, котрі передують центральному рівню;

$y_{t+1}, y_{t+p-1}, \dots, y_{t+p}$ – послідовність p рівнів активної дільниці, котрі розташовані після центрального рівня.

Як бачимо, отримані значення потрапляють у середину інтервалу.

Якщо обирати парну довжину інтервалу, то перший та останній рівень інтервалу беруться з вагою, що дорівнює одній другій. Таким чином, формула для ковзкої середньої набуває вигляду:

$$\tilde{y}_t = \begin{cases} \frac{\sum_{i=t-p}^{t+p} y_i}{2 \cdot p + 1}, & \text{якщо довжина інтервалу є непарною} \\ \frac{1/2 y_{t-p} + \sum_{i=t-p+1}^{t+p-1} y_i + 1/2 y_{t+p}}{2p}, & \text{якщо довжина інтервалу є парною} \end{cases} \quad (1)$$

де \tilde{y}_t – значення ковзної середньої в момент t ; y_i – фактичне значення i -го рівня; $m = 2 \cdot p + 1$ – довжина інтервалу згладжування [8].

При діаграмі розсіювання, що має наближений вигляд прямої, використовують просту ковзку середню. В інших випадках, при нелінійних апроксимуючих функціях, рекомендованим є застосування методу зважених середніх ковзних. Даний метод передбачає визначення для кожної вузлової точки середньої ковзної відповідної ваги. Наприклад, якщо в розрахунку обчислюють середню ковзку по 3-х даних ретроспективного ряду, то наступне значення буде мати вигляд:

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

де \tilde{y}_{t+1} – прогнозоване значення параметру логістичного процесу у період $t+1$;

$\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2$ – вагові коефіцієнти середніх значень $\sum_{i=1}^t \alpha_i = 1$;

y_t, y_{t-1}, y_{t-2} – значення параметру логістичного процесу відповідно у періоди $t, t-1, t-2$.

У загальному, нове значення рівня динамічного ряду визначається за формулою середньої арифметичної зваженої, а саме:

$$\tilde{y}_t = \frac{\sum_{i=t-p}^{t+p} y_i \cdot w_i}{\sum_{i=t-p}^{t+p} w_i}, \quad (3)$$

де w_i – вагові коефіцієнти.

Визначено властивості вагових коефіцієнтів. Найважливішими серед них є наступні:

- симетричність відносно центрального рівня;
- загальна сума ваг становить одиницю;
- крива, що згладжує, зберігає форми кривої тренду.

Існують методи прогнозування, що використовують експоненціальне згладжування [8, с. 102], метод Хольта [3, с. 826], модель Брауна [6, с. 553], базовою основою яких є методика зваженої середньої ковзної.

Метод експоненціального згладжування був запропонований Р.Г. Брауном. Він дає найбільш точне наближення до початкового динамічного ряду. Сутність цього методу полягає в тому, що динамічний ряд згладжується за допомогою зваженої рухомої середньої, що підпорядковується експоненціальному закону розподілу. Експоненціальна середня першого порядку розраховується за формулою:

$$S'_n = \sum_{i=0}^{n-1} \alpha \cdot (1-\alpha)^i y_{n-1}, \quad (4)$$

де S'_n – середня експоненціальна першого порядку для n -го періоду;

α – параметр згладжування, $\alpha = const, 0 < \alpha < 1$.

Експоненціальна середня першого порядку є прогнозом досліджуваного явища в періоді $n + 1$, тобто:

$$y_{n+1} = S'_n. \quad (5)$$

Рекурентна формула експоненціального згладжування має вигляд:

$$S_t = \alpha y_t + \beta S_{t-1}, \quad (6)$$

де S_t – середня експоненціальна в період t ; $\beta = 1 - \alpha$.

Експоненціальні середні різних порядків можуть бути розраховані за формулами [7]:

$$\begin{aligned} S_1 &= \alpha y_1 + (1-\alpha) \cdot S_0; \\ S_2 &= \alpha y_2 + (1-\alpha) \cdot S_1; \\ S_n &= \alpha y_n + (1-\alpha) \cdot S_{n-1}. \end{aligned} \quad (7)$$

При розрахунку експоненціальної середньої у визначений момент часу необхідно знати значення експоненціальної середньої у попередній момент часу, тому першим кроком є визначення значення S_{n-1} , яке передує S_n . Серед науковців не визначено єдиного підходу до задавання початкових наближень. Їх задають відповідно до умов конкретного економічного дослідження. Як правило, в якості S_{n-1}

визначають середнє арифметичне значення всіх рівнів динамічного ряду, а саме:

$$S_0 = \frac{\sum y_t}{n}. \quad (8)$$

Прогнозна модель визначається рівністю:

$$y_{n+1} = S_n. \quad (9)$$

Точність результатів прогнозу значною мірою залежить від вибору значення параметру a . Зазначимо, що науково-методичні підходи до визначення оптимального значення параметра згладжування a ще не розроблено. Якщо параметр a близький до одиниці, тоді в прогнозній моделі більшою мірою враховується вплив останніх спостережень, а якщо він наближається до нуля, тоді зазвичай враховуються більше попередні спостереження. Обґрунтовано, що обирати значення параметра a слід за найменшою дисперсією відхилень прогнозних значень динамічного ряду від фактичних [7].

На основі досліджуваних моделей було проведено згладжування рядів динаміки валового збору цукрових буряків по Україні. Статистичні дані для проведення дослідження взято за 2001-2017 роки [9].

На рис. 2 показано валовий збір цукрових буряків за 2001- 2017 роки (ряд 1) та згладжування динамічного ряду на основі простої ковзної з довжиною інтервалу згладжування, що становить 5 років (ряд 2) та 12 років (ряд 3).

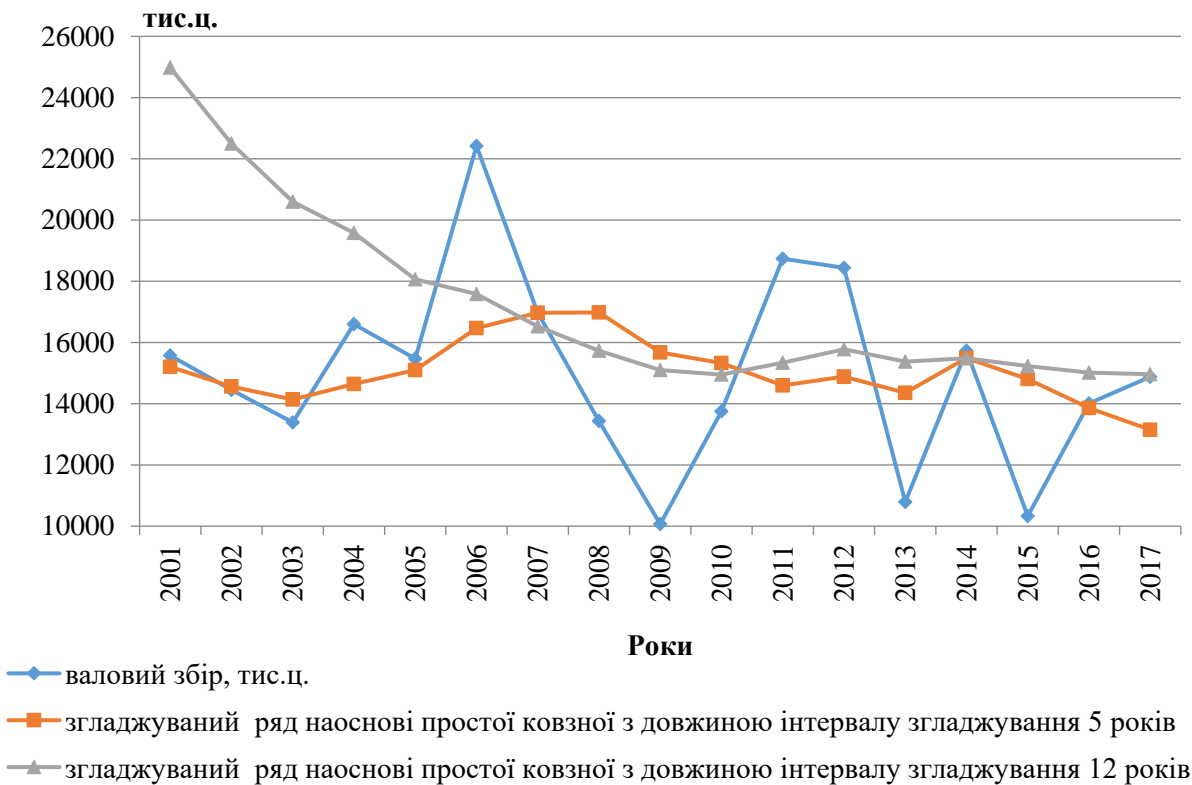


Рис. 2. Валовий збір цукрових буряків у 2001-2017 роки (ряд 1) та згладжування динамічного ряду на основі простої ковзної з довжиною інтервалу згладжування 5 (ряд 2) та 12 років (ряд 3)

Джерело: власні дослідження

Прогноз урожаю цукрових буряків на 2012-2017 роки для визначення похибки апроксимації був знайдений за методами простої ковзної з довжиною інтервалу згладжування, що становить 5 та 12 років, а також за методом експоненціального згладжування з параметром $\alpha=0,3$ та $\alpha=0,7$.

Розрахунок якості прогнозів надано в таблиці 1 та 2.

Таблиця 1

Оцінка прогнозів, що визначені за методом простої ковзної з довжиною інтервалу згладжування 5 та 12 років

Рік	Валовий збір, тис.ц.	Прогноз за простою ковзною $l=5$	Похибка прогнозу	Прогноз за простою ковзною $l=12$	Похибка прогнозу
2012	18438,9	12676,43	0,31	12125,21	0,34
2013	10789,4	12471,29	0,16	11978,68	0,11
2014	15734,1	12277,02	0,22	11839,35	0,25
2015	10330,8	12092,68	0,17	11706,62	0,13
2016	14011,3	11917,43	0,15	11579,97	0,17
2017	14881,6	11750,54	0,21	11458,90	0,23
середнє			0,20		0,21

Джерело: власні дослідження

Аналіз якості прогнозів проведений на основі середнього абсолютного відхилення. Отже ця величина є найменшою для прогнозу, що визначений за методом експоненціального згладжування зі значенням константи $\alpha=0,7$.

Таблиця 2

Оцінка прогнозів, що визначені за методом експоненціального згладжування з параметром $\alpha=0,3$ (ряд 4) та $\alpha=0,7$

Рік	Валовий збір, тис.ц.	Прогноз за методом експоненціального згладжування $\alpha=0,4$	Похибка прогнозу	Прогноз за методом експоненціального згладжування $\alpha=0,7$	Похибка прогнозу
2012	18438,9	16797,25	0,09	18019,12	0,02
2013	10789,4	14394,11	0,33	12958,32	0,20
2014	15734,1	14930,10	0,05	14901,37	0,05
2015	10330,8	13090,38	0,27	11701,97	0,13
2016	14011,3	13458,75	0,04	13318,50	0,05
2017	14881,6	14027,89	0,06	14412,67	0,03
середнє			0,14		0,08

Джерело: власні дослідження

За методом експоненціального згладжування зі значенням константи $\alpha=0,7$ визначимо прогноз на наступні 5 років (таблиця 3).

Було проведено підбір нелінійних економетричних моделей залежності урожаю цукрових буряків від номеру періоду з метою визначення за ними прогнозу.

На рис. 3 показано апроксимацію початкових даних нелінійними економетричними моделями. Це степеневі моделі. Вони є адекватними на основі коефіцієнту детермінації.

Вирівняний динамічний ряд урожаю цукрових буряків за методом простої ковзної з довжиною інтервалу згладжування, що становить 5 років, був апроксимований степеневою моделлю $y = 48366x - 0,416$, коефіцієнт детермінації становить $R^2 = 0,8713$. При вирівнюванні динамічного ряду за методом простої ковзної з довжиною інтервалу згладжування, що становить 12 років, модель має вигляд $y = 32889x - 0,31$, коефіцієнт детермінації становить $R^2 = 0,9786$. Це свідчить про те, що обидві моделі є адекватними.

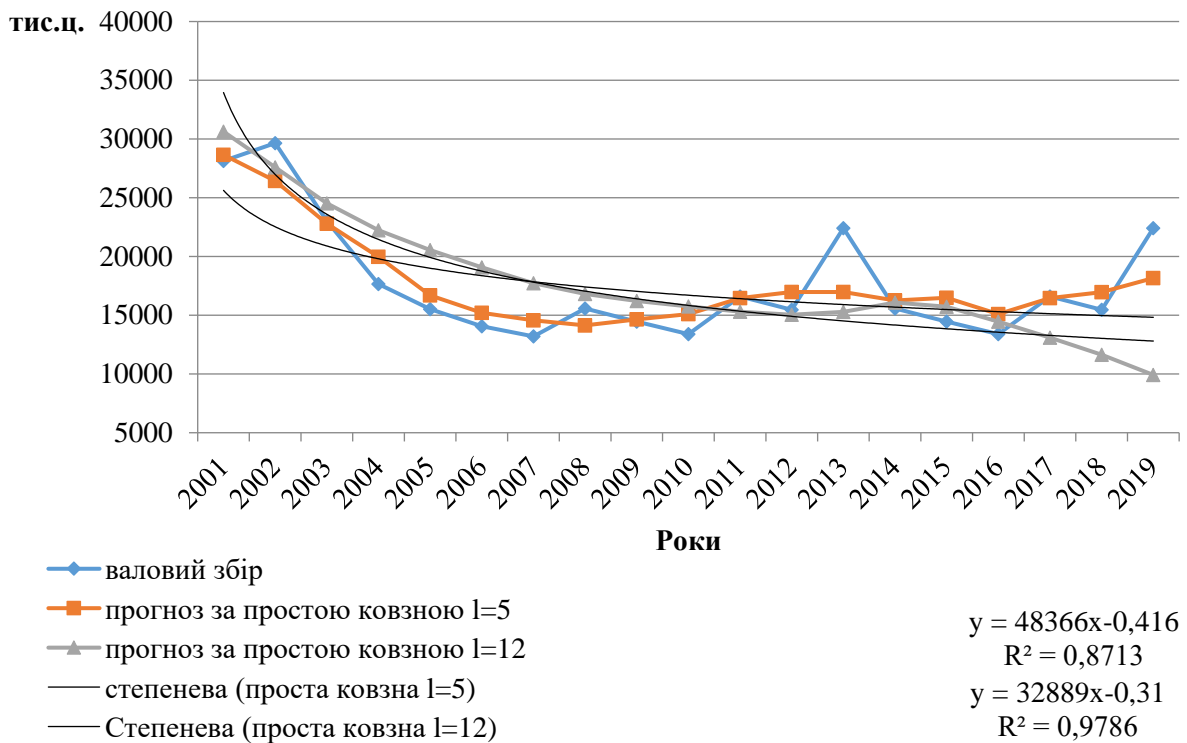


Рис. 3. Економетричне моделювання урожаю цукрових буряків

Джерело: власні дослідження

Результати прогнозування урожаю цукрових буряків на 2018-2022 рр. подано в таблиці 3.

Таблиця 3

Прогноз урожаю цукрових буряків на 2018-2022 рр., тис. ц

Рік	2018	2019	2020	2021	2022
Прогноз	14434	14458	14479	14494	15002

Джерело: власні дослідження

Висновки. Отже, ковзні середні надають можливість згладити випадкові, періодичні коливання, виявити тенденцію розвитку процесу, що переважає. Отже, вони є основним інструментарієм фільтрації складових динамічного ряду.

Методи, в основі яких лежить метод середньої ковзної, є одними з ефективних методів складання прогнозів на короткостроковий та середньостроковий періоди. Представником даної групи методів є модель Брауна. Апроксимація на основі цієї

моделі надає ефективні оцінки апроксимації, що залежать від значення параметру згладжування. Зміст методу Брауна полягає в тому, що часовий ряд згладжується на основі зваженої рухомої середньої, котра підкоряється експоненціальному закону розподілу випадкової величини.

На основі досліджуваних моделей було проведено згладжування рядів динаміки валового збору цукрових буряків по Україні. Статистичні дані для проведення дослідження взято за 1990-2017 роки.

Прогноз урожаю цукрових буряків на 2012-2017 роки для визначення похибки апроксимації був знайдений за методами простої ковзної з довжиною інтервалу згладжування, що становить 5 років та 12 років, а також за методом експоненціального згладжування з параметром $\alpha=0,3$ та $\alpha=0,7$.

Було проведено підбір нелінійних економетричних моделей залежності урожаю цукрових буряків від номеру періоду з метою визначення за ними прогнозу. Виконано апроксимацію початкових даних нелінійними економетричними моделями. Це степеневі моделі. Вони є адекватними на основі коефіцієнту детермінації.

Аналіз якості прогнозів проведений на основі середнього абсолютного відхилення. Отже, ця величина є найменшою для прогнозу, що визначений за методом експоненціального згладжування зі значенням константи $a=0,7$.

За цим методом визначено прогноз на наступні 5 років.

Список використаних джерел

1. Калетнік Г.М., Олійнічук С.Т., Скорук О.П. Економічна ефективність використання біоетанолу в Україні. *Збірник наукових праць ВНАУ. Серія: Економічні науки*. 2012. №1 (56). С. 3-7.
2. Федосеев В.В., Гармаш А.Н., Дайитбегов Д.М. и др. Экономико-математические методы и прикладные модели / Под ред. В.В. Федосеева. М.: ЮНИТИ, 2001. 391с.
3. Мур Джеффри, Уэдерфорд Ларри Р. Экономическое моделирование в Microsoft Excel. 6-е изд.: пер. с англ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. 1024 с.
4. Стохастическое моделирование и прогнозирование / Под ред. А.Г. Гранберга. М.: Финансы и статистика, 1990, 381 с.
5. Фестер Э., Ренц Б. Методы корреляционного и регрессионного анализа. Пер с нем. М: Финансы и статистика, 1983, 304 с.
6. Виды средних скользящих (SMA, EMA, WMA) [Електронний ресурс]. Режим доступу <http://berg.com.ua/tech/indicators-overlays/types-of-moving-averages/>.
7. Кремень В.М., Кремень О.І. Фінансова статистика: навчальний посібник. К.: Центр учбової літератури, 2014. 368 с. Режим доступу https://pidruchniki.com/1334020362696/statistika/statistichni_metodi_analizu_fondovogo_rinku.
8. Грабовецкий Б.Є. Основы економічного прогнозування: Навчальний посібник. Вінниця: ВФ ТАНГ, 2000. 209 с.
9. Статистичний збірник «Сільське господарство України, 2017 рік» [Електронний ресурс]. Режим доступу www.ukrstat.gov.ua.

References

1. Kaletnik G.M., Olijnichuk S.T., Skoruk O.P. (2012). Ekonomichna efektivnist' vikoristannya bioetanolu v Ukraini [Economic efficiency of bioethanol use in Ukraine].

Zbirnyk naukovykh prac' VNAU. Seriya: Ekonomichni nauki – Collection of scientific papers of VNAU. Series: Economic sciences, no 1(56), pp. 3-7 [in Ukrainian].

2. Fedoseev V.V., Garmash A.N., Dajitbegov D.M. (2001). Ekonomiko-matematicheskie metody i prikladnye modeli [Economic and Mathematical Methods and Applied Models]. Moscow, YUNITI, 391 p. [in Russian].

3. Mur Dzheffri, Uehderford Larri R. (2004). Ekonomicheskoe modelirovanie v Microsoft Excel [Economic Modeling in Microsoft Excel]. Moscow, Izdatel'skij dom «Vil'yams», 1024 p. [in Russian].

4. Granberga A.G. (1990). Stohasticheskoe modelirovanie i prognozirovanie [Stochastic Modeling and Forecasting]. Moscow, Finansy i statistika, 381 p. [in Russian].

5. Fester E.H., Renc B. (1983). Metody korrelyacionnogo i regressionnogo analiza [Methods of correlation and regression analysis]. Moscow, Finansy i statistika, 304 p. [in Russian].

6. Vidy srednih skol'zyashchih [Types of middle moving] (SMA, EMA, WMA). Available at: <http://berg.com.ua/tech/indicators-overlays/types-of-moving-averages/> [in Russian].

7. Kremen', V. M., Kremen' O. I. (2014). Finansova statistika [Financial statistics]. Kyiv, Centr uchbovoyi literatury, 368 p. Available at: https://pidruchniki.com/1334020362696/statistika/statistichni_metodi_analizu_fondovogo_rinku [in Ukrainian].

8. Graboveckij B.Ye. (2000). Osnovy ekonomichnoho prohozuvannya [Fundamentals of Economic Forecasting]. Vinnytsia, VF TANG, 209 p. [in Ukrainian].

9. Statistichnij zbirnik «Sil's'ke gospodarstvo Ukrainy, 2017 rik» [Agriculture of Ukraine in 2017]. Available at: www.ukrstat.gov.ua [in Ukrainian].

Відомості про автора

ВОЛОНТИР Людмила Олексіївна – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри моделювання та інформаційних технологій в економіці, Вінницький національний аграрний університет (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3, e-mail vm@vsau.vin.ua).

VOLONTYR Liudmyla – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Modelling and Information Technologies in Economy, Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, 3 Soniachna Str., e-mail vm@vsau.vin.ua).

ВОЛОНТИР Людмила Алексеевна – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры моделирования и информационных технологий в экономике, Винницкий национальный аграрный университет (21008, г. Винница, ул. Солнечная, 3, e-mail: vm@vsau.vin.ua).

