

МОДЕЛЮВАННЯ РІВНЯ ВРОЖАЙНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Сільське господарство є однією із найважливіших галузей народного господарства. Воно виробляє продукти харчування для населення держави, сировину для галузей промисловості, відіграє важливу роль у зміцненні економіки країни та зростанні життєвого рівня населення.

Врожайність сільськогосподарських культур є комплексним показником, що описує діяльність сільськогосподарських організацій і який заслуговує найбільшої уваги. Для побудови прогнозів, планів та прийняття управлінських рішень він є вихідною інформацією та одночасно є одним з важливих показників сільськогосподарського виробництва.

Цей показник дуже складний з точки зору прогнозів, тому, що на формування врожаю впливають не тільки виробничі фактори, але й погодні умови.

Постановка завдання. За статистичними даними врожайності сільськогосподарських культур 2005-2015 років виконати оцінку тренду рядів динаміки, побудувати економіко-математичні моделі та визначити прогнозні значення рівнів врожайності сільськогосподарських культур на майбутній період на основі апарату адаптивного моделювання.

Основний матеріал та результати. Рослинництво – це важлива частина агропромислового комплексу, що є основою сільськогосподарського виробництва, яке в свою чергу є – одним з видів господарської діяльності Полтавського регіону. Його провідними галузями є виробництво зернових культур, цукрового буряка та соняшника.

Адаптивні моделі прогнозування є моделями дисконтування даних, які можуть швидко пристосовувати свої параметри та структуру до зміни умов. Характерною рисою цих моделей вважається їх здатність враховувати еволюцію динамічних характеристик досліджуваних процесів, «налаштовуватися» під цю еволюцію, надаючи більшу вагу й вищу інформаційну цінність тим спостереженням, які знаходяться ближче до поточного моменту прогнозування.

Математична модель з єдиним фактором «час» є інструментом прогнозу в адаптивних моделях та в кривих зростання. Модель постійно «вбирає» нову інформацію і до кінця періоду навчання відображає тенденцію розвитку процесу, що існує у цей момент [1].

Для виконання прогнозування застосовано статистичні дані про врожайність сільськогосподарських культур СТОВ «Агрофірма Куйбишево» за 2005–2015 роки. На їх основі створено ряди динаміки (сукупність спостережень, упорядкованих за певною ознакою).

За допомогою методу Фостера–Стюарта, перевірено гіпотезу про наявність тренду за культурами, які найчастіше вирощують на підприємстві. Гіпотеза про відсутність тренду спростовується, ряди даних можна використовувати для прогнозування врожайності сільськогосподарських культур на майбутні періоди

На основі методу динамічної регресії, виконано прогноз на майбутні періоди. Метод включає один параметр α (параметр згладжування, який змінюється динамічно) і пропонується саме для оновлення значень α . Від нього залежить вага попередніх рівнів ряду динаміки, ступень їх впливу на рівень згладжування, а отже значення прогнозних оцінок. Чим більше значення параметру згладжування, тим менший вплив на прогнозні оцінки попередніх рівнів та тим менший вплив згладжування експоненційної середньої.

Початкове значення α отримано за формулою:

$$\alpha = \frac{2}{n + 1},$$

де n – число рівнів часового ряду, що належать інтервалу згладжування.

Для зміни α потрібно визначити помилки прогнозу на один та два періоди. Шукана оцінка для параметра в момент часу t отримується при мінімізації суми квадратів похибок за попередні періоди:

$$\alpha_t = \frac{\sum_{t=1}^T (y_{t+2} - \bar{y})(y_{t+1} - \bar{y})}{\sum_{t=1}^T (y_{t+1} - \bar{y}_t)^2},$$

тобто відношення регресії помилки за другий період до регресії за перший період. Сума береться за всіма періодами від першого до останнього з номером T , де T – період, до якого дійшли на етапі моделювання.

Прогнозним значенням для першого періоду вважаємо його реальне значення. Для кожного наступного етапу це значення встановлюється на основі попереднього

$$\bar{y}_t = \alpha y_t + (1 - \alpha)\bar{y}_{t-1},$$

де y_t – фактичне значення в період t ;

\bar{y}_{t-1} – прогнозне значення за попередній період. [2].

Дані рядів динаміки також було перевірено на адекватність методами: критеріїв серій (визначення випадковості відхилень від тренду), критеріїв піків (перевірка рівності нулю математичного сподівання) та Критерієм Дарбіна Уотсона (перевірка незалежності значень залишкової компоненти). Показники перевірки адекватності моделі динамічної регресії фактичним даним стосовно врожайності сільськогосподарських культур представлено на рисунку 1.

Після перевірки адекватності моделі фактичним даним її можна застосовувати до аналізу даних та визначення прогнозних значень. Результати розрахунків надано у таблиці 1.

Показники	Умова	кукурудза	пшениця озима	соняшник	ячмінь	цукровий буряк
Критерій серій (випадковість)	$K_{\max} < [3.3(\lg n + 1)]$ $v > \left[\frac{1}{2}(n + 1 - 1.96\sqrt{n-1}) \right]$	$K_{\max} = 2; v = 6$	$K_{\max} = 3; v = 4$	$K_{\max} = 2; v = 7$	$K_{\max} = 2; v = 9$	$K_{\max} = 2; v = 9$
	$[3.3(\lg n + 1)] = 6$ $\left[\frac{1}{2}(n + 1 - 1.96\sqrt{n-1}) \right] = 2$	адекватна	адекватна	адекватна	адекватна	адекватна
Критерій піків (випадковість)	$p > \left[\bar{p} - 1.96\sqrt{\sigma_p^2} \right]$	$p = 5$	$p = 4$	$p = 5$	$p = 7$	$p = 7$
	$\left[\bar{p} - 1.96\sqrt{\sigma_p^2} \right] = 2$	адекватна	адекватна	адекватна	адекватна	адекватна
Критерій Дарбіна – Уотсона	$d > d_2 \quad d > d_1$	$d = 1,86$	$d = 1,61$	$d = 1,76$	$d = 1,70$	$d = 1,92$
	$d_1 = 0,879; d_2 = 1,32.$	адекватна	адекватна	адекватна	адекватна	адекватна
Висновок про адекватність моделі		модель адекватна				

Рис.1. Показники перевірки адекватності моделі фактичним даним

Таблиця 1

Прогнозні значення вирощування культур

Культура	2016	2017	Точність прогнозу
<i>кукурудза</i>	42,85	42,13	79,35%
<i>ячмінь</i>	24,8	26,45	79,66%
<i>цукровий буряк</i>	277,12	278,01	87,52%
<i>пшениця озима</i>	40,74	41,71	99,56%

За допомогою методу динамічної регресії було побудовано економіко-математичні моделі рівня врожайності сільськогосподарських культур, які є оптимальними для даного класу в розумінні якості і точності.

Отримані моделі можуть бути використані для аналізу та прогнозування врожайності цукрового буряка, ячменю, пшениці озимої та кукурудзи.

У подальших дослідженнях можна розглянути фактори, які впливають на рівень врожайності сільськогосподарських культур, обрати найбільш впливові з них, перевірити їх на мультиколінійність та застосувати багатфакторні моделі прогнозування.

Список літератури

1. Давнис В.В. Адаптивные модели: анализ и прогноз в экономических системах / В.В.Давнис, В.И.Тинякова. – Воронеж: Воронеж. гос. ун-т, 2006. – 380 с.
2. Скрильник І.І. Навчальний посібник з дисципліни «Прогнозування соціально-економічних процесів» для економічних спеціальностей усіх форм навчання / Скрильник І.І., Климко О.Г.– Полтава: Видавництво ПолтНТУ, 2012. – 228 с.