

SECTION 14.

SYSTEM ANALYSIS, MODELING AND OPTIMIZATION

Савіна Світлана Станіславівна канд. екон. наук, доцент кафедри математичного моделювання та статистики
Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана, Україна

Водзянова Наталія Костянтинівна

ст. викладач кафедри математичного моделювання та статистики
Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана, Україна

МОДЕЛЮВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР НА ОСНОВІ ВЕКТОРНОЇ АВТОРЕГРЕСІЙНОЇ МОДЕЛІ

Україна протягом тривалого часу входить до п'ятірки основних постачальників продовольчих товарів світу, які забезпечують продовольчу програму багатьох країн, зокрема країн Близького Сходу, Південно-Східної Азії та Північної Африки. Особливо зросла роль нашої держави як надійного партнера під час пандемії COVID-19, коли Україна, незважаючи на руйнацію ключових глобальних торгово-економічних ланцюгів, продовжувала виконувати свої партнерські зобов'язання. Значна частина виробництва сільськогосподарської продукції в Україні припадає на експорт, що, в свою чергу, забезпечує потреби держави в надходженні валютних коштів та зміцненню економічної стабільності країни.

Враховуючи ту ключову роль, яку відіграє сільськогосподарське виробництво в економіці України, метою даного дослідження визначено аналіз урожайності.

Для дослідження взято показники урожайності трьох основних культур – зернових, цукрових буряків і соняшника, щорічні дані за період 1949-2021рр., що складають 73 спостереження, представлені для зернових часовим рядом $X1_t$, цукрових буряків – $X2_t$, соняшника – $X3_t$ [1].

Встановлення взаємозалежності цих показників здійснювалося на основі побудови моделей векторної авторегресії, до основних переваг яких можна віднести гнучкість, універсальність, пристосованість до моделювання різних видів часових рядів, відсутність поділу змінних на ендогенні та екзогенні, можливість виявлення як короткострокових, так і довгострокових зв'язків у системі, що утворюється набором вибраних показників [2, 3, 4].

Тестування рядів на стаціонарність розширеним тестом Дікі-Фуллера (ADF-тест) показало, що стаціонарності кожного з досліджуваних рядів можна досягти шляхом застосування оператора перших різниць $I(1)$. Результати перевірки записано в табл. 1.

Таблиця 1

Результати виконання тесту розширеного тесту Дікі-Фуллера

Ряд	Модель ADF-тесту Дікі-Фуллера	Статистика тесту δ	Критичне значення ADF ($\alpha=0,05$)	Значення критерію Дарбіна-Уотсона DW	Макс. лаг
$\Delta X1_t$	$\Delta^2 X1_t = \alpha_0 + \delta \Delta X1_{t-1} + \alpha_1 \Delta^2 X1_{t-1} + \varepsilon_t$	-11,028	-2,904	2,052	2
$\Delta X2_t$	$\Delta^2 X2_t = \alpha_0 + \delta \Delta X2_{t-1} + \varepsilon_t$	-9,739	-2,903	2,043	1
$\Delta X3C_t$	$\Delta^2 X3C_t = \alpha_0 + \delta \Delta X3C_t + \alpha_1 \Delta^2 X3C_{t-1} + \alpha_2 \Delta^2 X3C_{t-2} + \varepsilon_t$	-3,232	-2,904	2,117	3

За результатами *ADF*-тесту встановлено, що досліджувані часові ряди в перших різницях є стаціонарними з відсутністю тренду. Ряди мають однаковий порядок інтегрування, і їх взаємозв'язок далі розглядатиметься за допомогою стандартних *VAR*-моделей.

Для визначення оптимальної довжини лагу p з урахуванням того, що найбільший лаг має часовий ряд $\Delta X3C_t$, застосовано ітеративну процедуру, за якої починаємо побудову *VAR*-моделі з лагу, що втричі перевищує лаг ряду $\Delta X3C_t$. На кожному наступному кроці значення лагу зменшується на одиницю, і розраховується *VAR*($p-1$)-модель. Результати побудови представлені в табл. 2.

Таблиця 2

Вибір оптимальної величини лагу *VAR*-моделі

Лаг	<i>LR</i>	<i>FPE</i>	<i>AIC</i>	<i>B(S)IC</i>	<i>HQIC</i>
1	38,3	1,31E+21	57,138	57,547	57,299
2	35,8	9,23E+20	56,785	57,500	57,066
3	43,5	5,44E+20	56,251	57,271	56,652
4	3,8	6,77E+20	56,460	57,787	56,982
5	12,5	7,01E+20	56,479	58,112	57,121
6	13,2	7,09E+20	56,466	58,405	57,228
7	9,5	7,74E+20	56,520	58,765	57,403
8	14,2	7,42E+20	56,431	58,982	57,434
9	3,7	9,44E+20	56,610	59,468	57,734

Оптимальна величина лагу визначається на основі критеріїв, за якими на кожному кроці можна порівнювати побудовану *VAR*($p-1$)-модель із *VAR*(p)-моделлю попереднього кроку. Застосовано п'ять критеріїв. За результатами представленими у табл. 2 *VAR*(3)-модель показала однаковий найкращий результат по всіх критеріях, що ще раз показує необхідність обов'язкового включення максимального лагу, який обирається на підставі лагів автономних авторегресійних рівнянь, в діапазон тестування.

Таким чином визначено модель, яку доцільно застосовувати для подальшого прогнозування досліджуваних часових рядів.

Список використаних джерел:

1. Статистичний збірник «Сільське господарство України» за 2021 р. *Державна служба статистики України*. Електронний ресурс URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/>
2. Chatfield C., Xing H. (2019) The analysis of time series: an introduction with R: Seventh edition. Boca Raton, CRC Press, 2019. 398 p.
3. Montgomery D., Jennings C., Kulahci M. (2015) Introduction to time series analysis and forecasting: Second edition. New Jersey, Wiley, 2015. 643 p.
4. Tsay R. (2013) An introduction to analysis of financial data with R. New Jersey, Wiley, 2013. 390 p.