

2. Волкова В. Н. Основы теории систем и системного анализа / В. Н. Волкова, А. А. Денисов. – СПб.: Издательство СПбГТУ, 1999. – 512 с.

3. Вовк В. М. Основы системного анализа : навчальний посібник / В. М. Вовк, З. Б. Дрогомирецька. – Львів : Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2002. – 248 с.

УДК 338.432:519.237.5

Умриш Г.Т., Зомчак Л.М.

Львівський національний університет імені Івана Франка

**ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СЕЗОННИХ ЯВИЩ
У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ**

Umrysh H.T., Zomchak L.M.

**ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELING OF SEASONALITY IN
AGRICULTURAL PRODUCTION**

Україну розглядають як країну зі значним аграрним потенціалом. Широке застосування економіко-математичних методів та моделей у процесі ухвалення ефективних управлінських рішень в аграрному секторі сприятиме реалізації цього потенціалу. Однією із характеристик сільськогосподарських ринків загалом, та ринків м'яса і яєць зокрема, є їхня сезонність. Успішне прогнозування сезонності на ринках тваринництва та птахівництва дозволить учасникам цих ринків частково знизити рівень невизначеності, яка є ще однією особливістю сільськогосподарських ринків.

Огляд авторегресійних моделей з урахуванням сезонності та особливостей їх застосування проведено в статті Д. Фіндлея, Д. Литраса та А. Маравела [1]. Моделюванню сезонності за допомогою SARIMA-моделі задля прогнозування засухи присвячена стаття [2]. Х. Моєні зі співавторами запропонували модифікацію SARIMA-моделі з використанням актуальних нині нейронних мереж (SARIMA-ANN) та нейронечітких технологій (SARIMA-ANFIS) [3]. Прогноз продуктивності агропромисловості в Індії на основі модифікацій ARIMA-моделей зроблено в статті [4].

Мета дослідження полягає в моделюванні ефектів сезонності у виробництві яєць та м'яса в Україні на основі статистичних даних за період 2009-2017 рр., а також отриманні прогнозу цих показників на наступні періоди. Основне завдання, яке ставиться в такого типу дослідження – це виділити «чистий» тренд, тобто позбутися сезонних коливань. І вже для очищеного від сезонної складової ряду побудувати модель та робити на її основі прогноз.

Для моделювання сезонної складової у часових рядах виробництва м'яса та яєць в Україні обрано модель SARIMA, яка формується шляхом лінійного поєднання несезонної та сезонної авторегресійних моделей p -го порядку $AR(p)$ та $SAR(P)$, несезонної та сезонної моделей ковзної середньої q -го порядку

$MA(q)$ та $SMA(Q)$, а також несезонного та сезонного порядків їх інтегрування d та D .

Для аналізу емпіричних часових рядів необхідно, щоб вони були стаціонарними, тому на першому етапі дані щодо виробництва м'яса та яєць в Україні перевірено на стаціонарність за допомогою розширеного тесту Дікі-Фуллера (ADF , *Augmented Dickey–Fuller test*). Досліджувані нестационарні часові ряди зведено до стаціонарних шляхом диференціювання.

Модель динаміки виробництва м'яса в Україні можна записати у явному вигляді:

$$x_t = x_{t-1} + x_{t-12} - 0,6772x_{t-12} - x_{t-13} + 0,6772x_{t-13} + 0,6772x_{t-24} - 0,3040x_{t-24} - 0,6772x_{t-25} + \\ + 0,3040x_{t-25} + 0,3040x_{t-36} - 0,3040x_{t-37} + w_t + 0,6669w_{t-1}$$

де x_t – значення вихідного ряду в момент часу t ;

w_t – випадкова величина (білий шум) в момент часу t .

Як можна зауважити, в оптимальній моделі присутні компоненти $SAR(2)$, $MA(1)$, $d(1)$ та $D(1)$. Бачимо, що, наприклад, для прогнозування виробництва м'яса в Україні станом на кінець січня 2018 року, необхідно мати дані цього ж показника за грудень та січень 2017, 2016 та 2015 років.

Запишемо модель динаміки виробництва яєць в Україні в числовому вираженні:

$$x_t = 0,8109x_{t-12} + w_t + 0,2729w_{t-1} + 0,2764w_{t-2}$$

В оптимальній моделі присутня несезонна $MA(2)$ компонента з нульовим порядком інтегрування $d(0)$, а також сезонна $SAR(1)$ компонента також із нульовим порядком інтегрування $D(0)$. Також зауважимо, що відсутня константа.

Після того, як було отримано оптимальні коефіцієнти моделей для часових рядів виробництва м'яса та яєць в Україні, спрогнозовано значення відповідних показників на два наступні роки. Обидва побудовані прогнози добре описують загальний тренд та враховують 12-лагову сезонність. Також доцільно перевірити наявність важливої інформації по рядах у ACF та $PACF$ (автокореляційна та часткова автокореляційна функції) залишках. ACF та $PACF$ залишків виробництва м'яса та яєць не містить значних сплесків. Це означає, що залишки є випадковими, а отже оптимальні для них моделі добре коректно описують дані.

Отже, досліджено динаміку часових рядів виробництва м'яса та яєць в Україні за 2009-2017 роки та очікувано виявлено у них сезонну складову. Для моделювання сезонності у досліджуваних часових рядах використано модифікацію ARIMA моделі, так звану сезонну ARIMA або SARIMA-модель. Після зведення вхідних часових рядів до стаціонарних знайдено параметри моделі та спрогнозовано обсяги виробництва м'яса та яєць на наступні періоди. Шляхом порівняння отриманих прогнозів із фактичними значеннями зроблено висновок про адекватність отриманих результатів.

Література:

1. Findley, D. F., Lytras, D. P., & Maravall, A. (2016). Illuminating ARIMA model-based seasonal adjustment with three fundamental seasonal models. *SERIEs*, 7(1), pp. 11-52.
2. Han, P., Wang, P., Tian, M., Zhang, S., Liu, J., & Zhu, D. (2012, October). Application of the ARIMA models in drought forecasting using the standardized precipitation index. In *6th Computer and Computing Technologies in Agriculture (CCTA)* (No. Part I, pp. 352-358). Springer. Zhangjiajia, China.
3. Moeeni, H., Bonakdari, H., & Ebtehaj, I. (2017). Integrated SARIMA with Neuro-Fuzzy Systems and Neural Networks for Monthly Inflow Prediction. *Water Resources Management*, 31(7), pp. 2141-2156. DOI 10.1007/s11269-017-1632-7
4. Padhan, P. C. (2012). Application of ARIMA model for forecasting agricultural productivity in India. *Journal of Agriculture and Social Sciences*, 8(2). pp. 50-56.

УДК 519.86

Ушкаленко І.М.

Вінницький національний аграрний університет

**МОДЕЛЮВАННЯ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИМИ
ПРОЦЕСАМИ У РОЗВИТКУ СИСТЕМ**

Ushkalenko I.M.

**MODELING OF ECOLOGIC AND ECONOMIC PROCESSES IN
DEVELOPMENT OF SYSTEMS**

В умовах різкого погіршення екологічного стану навколишнього середовища все більше уваги приділяється еколого-економічному управлінню соціально-економічними системами. Зрозумілою стає необхідність поєднання екологічного управління та управління розвитком соціально-економічних систем, адже саме стан довкілля є одним із факторів, який здійснює суттєвий вплив на економічну і соціальну системи країни. З іншого ж боку, існує дуже чітко виражений і зворотній зв'язок між економікою і довкіллям.

Світова спільнота вже досить тривалий час провадить політику екологізації різних аспектів людської діяльності. В Україні лише запроваджується екологічне управління, яке передбачає облік наслідків антропогенного впливу на навколишнє середовище з метою мінімізації його негативних наслідків як на національному, так і на регіональному та локальному рівнях. З'являються теоретичні та прикладні роботи в напрямку економіко-математичного моделювання управління еколого-економічними системами. Незважаючи на постійне вдосконалення математичного апарату екології, багато екологічних процесів не піддаються моделюванню сучасними засобами. В більшості випадків це пов'язано з принциповою неможливістю отримання достатньої інформації про функціонування екосистеми.