

*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.

Науково-технічний прогрес, і, насамперед, швидке зростання енергетичної потужності цивілізації породжують численні проблеми, що вимагають глибокого наукового аналізу. Якою б ми не уявляли картину майбутнього розвитку, її формалізація та опис зароджують фундаментальні знання про те, яким чином процеси активного впливу людини змінюють характер динамічних процесів, які відбуваються у навколишньому середовищі. І навпаки, яким чином зміна умов життя людей, тобто характеристик біосфери, впливає на особливості соціальної еволюції суспільства, на його структуру.

Важливу роль у дослідженні даних проблем відіграють створення та аналіз математичних моделей. Вони описують динамічні процеси, що протікають в біосфері. При цьому особливого значення набуває машинна імітація досліджуваних процесів. Імітаційна система повинна відігравати роль основного стержня досліджень глобальних екологічних процесів. Конкретні емпіричні дослідження завжди лежали і лежатимуть в основі пізнання навколишнього світу.

Основою математичного моделювання екосистем стали такі два напрямки як нелінійна та системна динаміка. Прогноз Станіслава Лема про уповільнення темпу розвитку науки, про зменшення її соціальної ролі і про оцінку її суспільством, зроблений у книзі [2], виконується. Знання все рідше пов'язують з силою, а науку – з продуктивною силою, як було понад 30 років тому. Наука стала важливою областю технології після того, як з кінця минулого століття на її основі почалося стрімке вдосконалення засобів захисту і нападу.

В даний час цивілізація проходить дуже крутий поворот. Змінюються політичні, економічні, соціальні траєкторії розвитку окремих країн, етносів, регіонів. Рішення, які приймаються сьогодні можуть змінити сценарій розвитку, життя людей на багато поколінь вперед. Тому ключовою є проблема вибору норм, цілей, пріоритетів економічних, соціальних, політичних і інших технологій. Тому виникає принципове завдання побудови альтернативних сценаріїв розвитку складних систем.

Мета математичного моделювання [3] екологічних систем полягає у побудові адекватних прогностичних моделей, які можуть передбачити розвиток біосфери або окремої її частин на найближчі 200-300 років. Для досягнення поставленої мети необхідне досягнення таких задач:

- дати сучасне трактування поняття системного аналізу та проблеми «людина-біосфера»;
- обґрунтувати необхідність природничо-наукового підходу для розв'язку даної проблеми;
- визначити сучасні концепції біосфери, екосистеми, біогеоценозу;
- розробити моделі глобальних біогеохімічних циклів вуглецю, кисню, азоту, води, а також моделі екосистем, антропогенних впливів тощо;
- експериментально перевірити адекватність розроблених моделей; визначити перспективи їх розвитку.

Дослідженню еколого-економічних процесів, що протікають в складних системах, присвячено велику кількість робіт. Серед них особливе місце займають роботи в області системної динаміки. Засновником даного напрямку системного аналізу є Д. Ф. Форрестер, який розробив в 1956 р. принципи і апарат «системної динаміки», виходячи з теорії систем, диференціальних рівнянь і комп'ютерного моделювання. Ним були створені модель міської динаміки, різні моделі світової динаміки («Світ-1» і «Світ-2»), що поклали початок глобальному моделюванню. У рамках цього напрямку в 1972 р. групою американських вчених під керівництвом Д. Л. Медоуза була розроблена глобальна модель «Світ-3». У 1988 р. тайландський вчений Х. Саїд побудував на базі цього ж підходу імітаційну модель країн, що розвиваються, що враховує взаємозв'язок економічних, демографічних, екологічних, соціально-політичних і технологічних факторів розвитку. У 90-ті роки в рамках глобального імітаційного моделювання тривало активне вивчення соціо-еколого-економічних процесів і побудова імітаційних моделей. Так, в рамках концепції «сталого розвитку» в 1995 р. групою американських вчених була створена модель «США на порозі ХХІ-го століття», яка моделює розвиток США з урахуванням економічних, демографічних, екологічних, соціально-політичних і технологічних факторів. Аналогічні моделі були створені і створюються в даний час в багатьох країнах світу.

Перераховані результати не могли б бути досягнуті без використання сучасних інформаційних технологій та інформаційного аналізу. Так, більшість закордонних моделей, які застосовуються для аналізу еколого-економічних процесів, створені на основі спеціальних середовищ розробки таких моделей. На сьогоднішній день найбільш популярними пакетами імітаційного моделювання є: Arena, AnyLogic, GPSS World, Process Charter 1.0.2, Ithink 3.0.61, Extend+BPR 3.1, MatLab Simulink for Windows тощо. Вони дозволяють не тільки швидко створювати імітаційні моделі за допомогою простих візуальних інструментів, а й проводити аналіз роботи створених моделей і використовувати дані моделі для оцінки впливу управлінських рішень на протікання еколого-економічних процесів.

#### *Література:*

1. Бурков В. Н. Механизмы управления эколого-экономическими системами / Бурков В. Н., Новиков Д. А., Щепкин А. В. – М. : Издательство физико-математической литературы, 2008. – 244 с.
2. Лем С. Сумма технологи / С. Лем – М. : Текст, 1996. – 320 с.
3. Пригожин И. Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой / И. Пригожин, И. Стенгерс – М. : УРСС, 2001. – 312 с.
4. Негрей М. В. Оцінка екологічних ризиків в Україні / М. В. Негрей, Т. В. Гнот // Проблеми моделювання структури і процесів економічних систем : Міжнародна науково-практична конференція, 17-18 квітня 2014 р. : тези доповідей. – Черкаси, 2014. – С. 135-137.