

2. Потапова Н.А. Управление запасами: основные проблемы возникают в цепи «склад — торговая сеть» / Н.А. Потапова // Логистика: Проблемы и решения. – 2017. – № 2. – С. 54-57.

3. Кононова Е.Ю. Эволюция макрогенераций: мультиагентный подход / Е.Ю. Кононова, Н.В. Акулов // Бизнес информ. – 2013. – № 10. – С. 166-170.

4. Меркулова Т. В. Мультиагентный подход до аналізу ефективності ланцюга поставок /Т. В. Меркулова, М. В. Акулов// Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2012. – № 5 (67). – С. 223-227.

УДК 339.72.053:303.733.33

**Рибко Е.А.**

**Науковий керівник: к.е.н., доцент Зомчак Л.М.**

*Львівський національний університет імені Івана Франка*

**МОДЕЛЬ ЛАНЦЮГІВ МАРКОВА ДЛЯ ПЛАТІЖНОГО БАЛАНСУ  
УКРАЇНИ**

**Rybko E.A.**

**MODEL OF MARKOV CHAINS FOR THE BALANCE OF PAYMENTS OF  
UKRAINE**

Кожна держава певним чином інтегрується у світову економіку, а платіжний баланс за своєю природою відображає ступінь інтеграції у світову економіку. В певній мірі стан платіжного балансу є дзеркалом всієї економіки, динаміка статей платіжного балансу відображає головні тенденції економічного розвитку. Відповідно одним із головних завдань в економічній діяльності є прогнозування платіжного балансу. Для того застосовують різні методи і підходи, зокрема, кількісний та якісний аналіз, побудова трендової та адитивної моделі.

Стан платіжного балансу можна трактувати як випадковий процес, це дозволяє застосовувати для прогнозування платіжного балансу метод ланцюгів Маркова. Ланцюгом Маркова називається Марковський випадковий процес з дискретним часом, в якому його можливі стани  $i_1, i_2, \dots$  можна заздалегідь перерахувати, а перехід з стану в стан відбувається миттєво (стрибком), але тільки в певні моменти часу  $(t_0, t_1, \dots)$ , які називаються кроками процесу [1]. Для того, щоб сформувати множину станів  $S$  на основі даних про динаміку платіжного балансу України за 1998-2017 роки потрібно провести частотний аналіз величини кожної зміни сальдо на основі даних про його зміну [2]. Очевидно, що така множина складається із скінченної кількості станів. Система може змінювати свої стани в певні моменти часу  $t$ .

Задача полягає в тому, щоб за допомогою наявного апарату ланцюгів Маркова спрогнозувати стан системи в наступний момент часу. Прогноз відбувається лише за рахунок інформації за попередній місяць. Це означає,

що отримана модель за своїми властивостями є схожою до моделі  $AR(1)$  – авторегресії 1-го порядку.

При цьому прогнозування платіжного балансу відповідно до побудованої моделі відбувається в 3 етапи:

1. Знаходження розподілу станів на  $k$ -му кроці.
2. Знаходження значення приросту сальдо на  $k$ -му кроці, враховуючи середнє значення в стані та ймовірність перебування в кожному із них.
3. Знаходження значення сальдо на основі попереднього значення сальдо та спрогнозованого приросту.

Розподіл станів на  $k$ -му кроці визначається вектор-рядком  $p_k^T$ :

$$p_k^T = p_0^T \cdot P^k,$$

де  $p_0$  – вектор розподілу ймовірностей станів на останньому кроці спостереження;

$P$  – оцінена матриця ймовірностей переходу;

Отже, використовуючи розроблену модель проведено аналіз поведінки ланцюга на 7 кроків вперед. На основі отриманого розподілу на кожному кроці та зважаючи на вагу кожного стану, отримувалася прогноз значення приросту. А вже цей приріст та значення сальдо на попередньому кроці застосовувалися для прогнозу сальдо.

В результаті прогноз показав, що в 2017 році сальдо буде залишатися від’ємним, однак його значення повинно зростати. У 2-му кварталі 2018 воно стане додатним і продовжить своє зростання. Прогнозування на більшу кількість кроків не є доцільним, оскільки в моделі спостерігається явно виражений лінійний тренд і його вплив на прогноз стає занадто великим.

У майбутніх дослідженнях можна приділити увагу аналізу цього тренду. Також важливим є порівняння прогнозу, одержаного різними методами. Попередні спостереження вказують, що отримані результати можуть бути схожими на змодельовані за допомогою  $ARIMA(1,1)$ , однак гіпотеза потребує підтвердження.

Перспективним дослідженням є порівняння різних методів отримання станів ланцюга та ваг кожного із них. Цікаво також проаналізувати залежність результатів прогнозування від кількості станів. Все це може стати темою для подальшого дослідження ланцюгів Маркова як інструмента прогнозування.

#### *Література:*

1. Chernyak, O. I., & Stavvytskyu, A. V. Statistical Forecasting of the Balance of Payments of Ukraine. International School on Mathematical and Statistical Applications in Economics, 53.
2. Щоквартальне аналітично-статистичне видання Національного банку [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.bank.gov.ua>