

$$f := \sigma^2 \exp\left(Y_t + \frac{\beta^2}{2} + Z_t - \frac{g^2}{2}\right), f(Y_t) = \frac{\sigma \exp(Y_t)}{\exp\left(-\frac{\beta^2}{2}\right)}, \operatorname{erf}(y) := \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^y e^{-t^2} dt.$$

З правого боку рисунка 1 побудовано модель Васічека з повільно змінним фактором волатильності  $Z$ , та наближений дохід  $R_{0,0} + \sqrt{\delta} R_{0,1}$  облігації з нульовим купоном для цієї моделі, яка має тільки повільно змінний фактор волатильності, динаміка  $Z$  і  $f$  задаються:

$$dZ_t = \left(-\delta Z_t - \sqrt{\delta} g \operatorname{erf}(Z_t)\right) dt + \sqrt{\delta} g d\tilde{W}_t^Z, \quad f(Z_t) = \frac{\sigma \exp(Z_t)}{\exp\left(\frac{g^2}{2}\right)}.$$

Як і слід було очікувати, оскільки  $\epsilon$  і  $\delta$  прямують до нуля, наближення прямує до повної прибутковості.

Основною перевагою нашої методології ціноутворення є те, що, комбінуючи методи з спектральної теорії сингулярних і регулярних збурень, обчислення ціни активу зводиться до розв'язання рівняння методом знаходження власних значень, власних функцій та розв'язання двох рівнянь Пуассона.

Література:

1. Буртняк І.В. Обчислення цін опціонів методами спектрального аналізу / І.В. Буртняк, Г.П. Малицька // *БізнесІнформ*. – 2013. – №4. – С. 152–158.
2. Буртняк І.В., Малицька Г.П. Дослідження процесу Орнштейна–Уленбека методами спектрального аналізу / І.В. Буртняк, Г.П. Малицька // *Проблеми економіки*. – 2014. – №2. – С. 349–356.

УДК 338.31

**О.О. Гаврилюк**

Науковий керівник: Рогатинський Р.М., д.т.н., професор

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

**ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗВИТКУ РЕНТАБЕЛЬНОСТІ ГОСПОДАРСЬКОЇ  
ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНИМИ  
МОДЕЛЯМИ НА БАЗІ ТЕОРІЇ ЛАНЦЮГІВ МАРКОВА**

**О.О. Gavrilyuk**

**PROGNOSTICATION OF PROFITABILITY OF BUSINESS ENTERPRISES  
MATHEMATICAL MODEL BASED ON THE THEORY OF MARKOV  
CHAINS**

Фінансова діяльність сучасних підприємств в умовах кризи та інфляційних процесів зумовлених як екзогенними так і ендогенними

чинниками, потребує постійного контролінгу за основними показниками, такими як рентабельність та прибутковість чи збитковість діяльності компаній. І важливо володіти сучасним інструментарієм прогнозування на основі економіко-математичних методів, які враховують як зовнішні так і внутрішні збурення в економічних процесах, що відображається на фінансових показниках компаній на найближчу перспективу.

Врахування імовірності перебування в тому чи іншому стані імовірності економічного об’єкта дозволяє теорія на основі ланцюгів Маркова.

Згідно методу ланцюгів Маркова, перехідною імовірністю  $P_{ij}$  називають умовно імовірність того, що в стані  $i$  система, в результаті будь-якого номеру випробувань, перейде в систему  $j$ .

Таким чином, у визначенні  $P_{ij}$  перший індекс вказує номер першого випробування, другий – другого. Наприклад,  $p_{11}$  означає імовірність “переходу” з першого стану в перший,  $p_{23}$  -- з другого стану в третій.

Матрицею переходу системи називають матрицю, яка відображає всі перехідні імовірності цієї системи [3].

$$P_1 = \begin{pmatrix} p_{11}, p_{12}, \dots, p_{1k} \\ p_{21}, p_{22}, \dots, p_{2k} \\ p_{k1}, p_{k2}, \dots, p_{kk} \end{pmatrix} \quad (1)$$

Ця матриця відображає імовірності впливу чинників на фінансовий результат. На нашу думку, можна виділити наступні переваги цього методу над іншими:

1. Розширення можливостей прийняття рішень. Запропонована матриця переходів дає можливість розрахунків на подальшу перспективу. Та дає можливість розрахунковим шляхом визначити імовірнісні значення NPV на тій основі, що загальні шанси отримання позитивних результатів вище, ніж імовірність непередбачених витрат.

2. Прогнозування логічно необхідних границь в розробці прогнозів при прийнятті певних фінансових рішень.

3. Можливість визначати проблеми з ліквідністю та погашенням заборгованості.

Розрахунок результатів ймовірності банкрутства сільськогосподарського підприємства здійснено на прикладі товариства з обмеженою відповідальністю “Святець”, що на Тернопільщині. Дані наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

**Прогнозування розвитку рентабельності підприємства ТОВ «Святець»**

	P1	P2	P3	P4
K1	0.27000	0.24000	0.23000	0.26000
K2	0.25000	0.24900	0.25000	0.25100
K3	0.25004	0.24998	0.24996	0.25002
K4	0.25000	0.25000	0.25000	0.25000
K5	0.25000	0.25000	0.25000	0.25000

Отже, рентабельність господарської діяльності стабілізується у 2018 році, тобто на 4 кроці. Застосування сучасної теорії прогнозування на основі

ланцюгів Маркова дозволяє вирішити складні задачі для сучасних економічних суб'єктів, оскільки дана теорія дозволяє врахувати коливання показників за попередні періоди одночасно із врахуванням імовірності настання події.

Література:

1. Черняк О.І., Захарченко П.В. Інтелектуальний аналіз даних./ О.І. Черняк, П.В.Захарченко. – К.: Знання, 2014 – 599с.
2. Нуммелін Е., Загальні ланцюга Маркова і невід'ємні оператори. / Е.Нуммелін. - М.: Світ, 1989. - 207 с.

УДК 336.77.037

**Н.М. Гарматій, к.е.н.**

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

**МОДЕЛЮВАННЯ ПРОБЛЕМНИХ СИТУАЦІЙ НА БАЗІ ТЕОРІЇ ІГОР**

**N.M. Garmatiy, Ph.D.**

**DESIGN PROBLEM SITUATIONS ON THE BASIS GAME THEORY**

У сучасній ринковій економіці, де функціонування об'єктів економічних процесів загострюється конкурентною боротьбою за виживання, розширенням надання послуг та просуванням на ринку товарів, обумовлює потребу у знаннях сучасного інструментарію моделювання проблемних та конфліктних ситуацій.

Саме моделювання та розв'язання проблемних ситуацій з застосуванням теорії ігор дозволяє прорахувати найбільш вигідні варіанти для реципієнтів процесу.

Розглянемо проблемну ситуацію де  $n$  учасників намагаються досягнути згоди стосовно ймовірних варіантів її розв'язання. Такі ситуації можуть виникати у громадських об'єднаннях при вирішенні зовнішніх відносин країни, у процесах аналізу питань економічного характеру, під час міжнародних переговорів, при підписаннях вигідних контрактів та інше. Ми припускаємо, що для розв'язання однієї з конкретних проблем існує декілька альтернативних шляхів, завданням є знайти оптимальний виграш для всіх учасників.

Множину гравців позначимо  $I = \{1, 2, \dots, n\}$ , де кожному номері відповідає один гравець. Будь-яку підмножину  $S$  із множини  $I$  називають коаліцією. Допускається співпраця та створення коаліцій будь-якої кількості, але не більше  $n$  гравців і входження кожного гравця до вибраної ним та вигідної коаліції. Очевидно, що множина всіх можливих коаліцій рівна множині всіх підмножин множини  $I$ . Для зручності припускаємо: порожня множина  $\emptyset$  є однією з можливих коаліцій, куди не входить жодний гравець.

Кожній коаліції і більшості випадків можна поставити дійсне число, котре відповідає її економічній вартості, політичному впливу, кількості членів громадської організації, соціальному статусу, корисності, або ціною гри.

Ціну коаліції позначимо  $v(S)$ . Ця величина дорівнюватиме величині найбільшого доходу, який гарантовано може отримувати коаліція за спільних дій. При коаліційних іграх пропонуємо використовувати характеристичну