

УДК 631.16

DOI: 10.18524/2413-9998.2023.1(53).288741

О. В. Гривківська,

доктор економічних наук, професор,
Національний університет харчових технологій,
вул. Володимирська, 68, м. Київ, 01033, Україна,
e-mail: oksana-4@i.ua

О. О. Акуленко,

аспірант кафедри економіки, фінансів та страхування,
ПВНЗ «Європейський університет»,
бульв. Вернадського, 16-в, м. Київ, 03115, Україна,
e-mail: sashanova@gmail.com

МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ФУНКЦІОНУВАННЯ МЕХАНІЗМУ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ АГРАРНОГО ПІДПРИЄМСТВА

У статті обґрунтовано, що моделювання процесів та кількісне оцінювання (вимірювання) якості системи економічної безпеки підприємства належить до найбільш складних задач управління підприємством і є найменш дослідженим з позиції моделювання функціонування механізму економічної безпеки аграрного підприємства, тоді як актуальність і практичне значення таких робіт є достатньо важливою.

Представлено результати моделювання процесу функціонування механізму економічної безпеки аграрного підприємства шляхом застосування марковських процесів, тобто було проведено моделювання випадкової системи, що змінює стан відповідно до правила переходу та залежить від поточного стану, що дозволило визначити такі стани системи економічної безпеки, як: розробка та впровадження напрямів забезпечення економічної безпеки, підвищення рівня економічної безпеки, зниження рівня економічної безпеки, корегування напрямів забезпечення економічної безпеки». Відповідно до чого, було зроблено висновки щодо необхідності моніторингу аграрним підприємством станів зниження рівня економічної безпеки та підвищення рівня економічної безпеки, оскільки, стани системи економічної безпеки є найсуттєвішими за структурою безумовних зав'язків. Аргументовано та математично доведено, що аграрному підприємству необхідно приділити увагу дослідженню станів $P_2^{(0)}$ – «зниження рівня економічної безпеки» та $P_1^{(0)}$ – «підвищення рівня економічної безпеки», оскільки, власне, ці стани системи економічної безпеки є найсуттєвішими за структурою безумовних зав'язків.

Ключові слова: економічна безпека, аграрне підприємство, система, механізм, марківські процеси.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Ефективність функ-

ціонування механізму економічної безпеки аграрного підприємства є однією з основних передумов забезпечення його економічної безпеки.

Моделювання процесів та кількісне оцінювання (вимірювання) якості системи економічної безпеки підприємства належить до найбільш складних задач управління підприємством і є найменш дослідженим з позиції моделювання функціонування механізму економічної безпеки аграрного підприємства, тоді як актуальність і практичне значення таких робіт є достатньо важливою.

Доцільність моделювання процесу функціонування механізму економічної безпеки аграрного підприємства із використанням марковських процесів обумовлена простотою і зручністю математичного апарату, що не потребує знання багатовимірних функцій розподілу, високої достовірності та точності результатів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Проблемам економічної безпеки підприємств та їх вирішенню присвятили праці відомі вчені-економісти: Т. Клебанова, В. Лук'янова, В. Геєць, Я. Жаліло, В. Ляшенко, В. Забродський, Г. Клейнер, М. Кизим, В. Крутов, Разом із тим дослідження методологічних основ застосуванням марковських процесів при моделюванні процесу функціонування механізму економічної безпеки аграрного підприємства зумовлює необхідність подальших досліджень.

Метою роботи є розробка методологічних основ моделювання процесу функціонування механізму економічної безпеки аграрного підприємства із застосуванням марківських процесів.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Дослідження процесу функціонування механізму економічної безпеки підприємства, як послідовної зміни предметів і явищ, що відбувається закономірним порядком, сукупність ряду послідовних дій, спрямованих на досягнення певного результату, зміну станів об'єкту в часі, доводить доцільність використання марковських процесів з метою визначення окремих видів ймовірнісних моделей різноманітних складових, що відбуваються у системі економічної безпеки аграрного підприємства.

Доцільним є припущення про те, що переходи системи (System) S економічна безпека) із стану S_i в стан S_j відбуваються під впливом деякого потоку пуассонівських подій, оскільки, саме властивість відсутності післядії в потоці Пуассона дозволяє при фіксованому теперішньо-

му (стан S_i системи в момент часу t) не враховувати, як і коли система набула цього стану.

На відміну від ланцюгів Маркова (випадкового процесу Маркова з дискретними станами і дискретним часом), замість ймовірностей переходу $p_{ij}(k)$, для процесу Маркова з неперервним часом використовують інші характеристики – щільності ймовірностей переходу λ_{ij} із стану S_i у стан S_j .

Тоді, $p_{ij}(t; \Delta t)$, $i \neq j$, $\Delta t > 0$, – ймовірність того, що система S за проміжок часу $(t; t + \Delta t)$ перейде із стану S_i до стану S_j .

При цьому, $p_{ij}(t; \Delta t)$, $i \neq j$, якщо:

- система S в момент часу t не знаходилась у стані S_i ;
- система S в момент часу t знаходилась у стані S_i , але за час Δt вона перейшла у стан S_k , відмінний від стану S_j : $j \neq k$;
- система S в момент часу t знаходилась у стані i і протягом проміжку часу Δt залишалась у цьому стані: $p_{ii}(t; \Delta t) = 0$, $i = 1, 2, \dots, n$

Щільністю ймовірності переходу системи S із стану S_i у стан S_j в момент часу t називається величина $\lambda_{ij}(t)$, та обумовлюється рівністю

$$\lambda_{ij}(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{p_{ij}(t; \Delta t)}{\Delta t} \quad (1)$$

відповідно:

$$p_{ij}(t, \Delta t) \approx \lambda_{ij}(t) \cdot \Delta t; \Delta t \rightarrow 0 \quad (2)$$

У загальному вигляді $\lambda_{ij}(t)$ є функцією від t ; яка набуває невід'ємних значень, та на відміну від $p_{ij}(t; \Delta t)$ може приймати значення більші за 1: $\lambda_{ii}(t) = 0$, $i = 0, 1, 2, \dots, n$.

Щільність ймовірності переходу $\lambda_{ij}(t)$ переходу системи S із стану S_i у стан S_j в момент часу t під впливом пуассонівського потоку R_{ij} дорівнює інтенсивності $\lambda(t)$ потоку R_{ij} .

Процес Маркова з дискретними станами і неперервним часом називається однорідним у випадку, якщо для будь-яких i та j , $i \neq j$; $i = 0, 1, 2, \dots, n$; $j = 0, 1, 2, \dots, n$ щільність ймовірності переходу $\lambda_{ij}(t)$ системи із стану S_i до стану S_j не залежить від часу t , тобто $\lambda_{ij}(t) = \lambda_{ij} = \text{const}$.

Ранжування станів системи економічної безпеки аграрного підприємства доцільно проводити за допомогою моделі на основі апарату

дискретних марківських процесів у вигляді графа станів і переходів у типові стани системи економічної безпеки, які пов'язані між собою чисельною кількістю переходів (рис. 1).

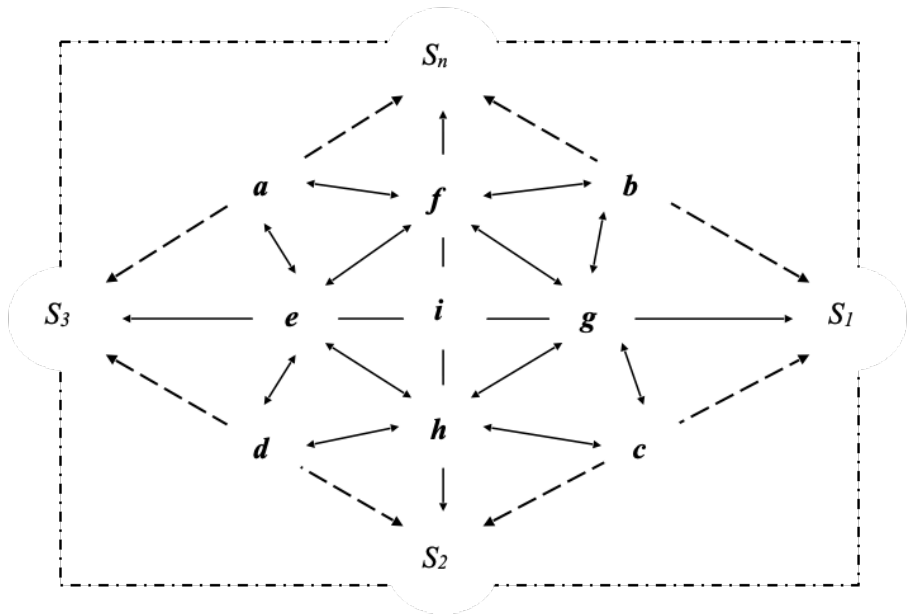


Рис. 1. Граф переходів основних станів системи економічної безпеки аграрного підприємства

Джерело: розроблено авторами

Основні стани є наступними: S_n – «розробка та впровадження напрямів забезпечення економічної безпеки»; S_1 – «підвищення рівня економічної безпеки»; S_2 – «зниження рівня економічної безпеки»; S_3 – «корегування напрямів забезпечення економічної безпеки».

Варіанти циклічних переходів станів системи економічної безпеки аграрного підприємства представлені таким чином: a – ймовірність переходів системи економічної безпеки аграрного підприємства від стану «розробка та впровадження напрямів забезпечення економічної безпеки» з метою їх застосування до стану «корегування напрямів забезпечення економічної безпеки»; b – ймовірність переходів від стану «корегування напрямів забезпечення економічної безпеки» до стану

«підвищення рівня економічної безпеки»; c – ймовірність переходів системи економічної безпеки аграрного підприємства від стану «підвищення рівня економічної безпеки» до стану «корегування напрямів забезпечення економічної безпеки»; d – ймовірність переходів від стану «корегування напрямів забезпечення економічної безпеки» до стану «зниження рівня економічної безпеки»; e – ймовірність переходів системи економічної безпеки аграрного підприємства від стану «розробка та впровадження напрямів забезпечення економічної безпеки» до стану до стану «зниження рівня економічної безпеки»; f – ймовірність переходів від стану «розробка та впровадження напрямів забезпечення економічної безпеки» до стану «зниження рівня економічної безпеки»; g – ймовірність переходів системи економічної безпеки аграрного підприємства від стану «підвищення рівня економічної безпеки» до стану «розробка та впровадження напрямів забезпечення економічної безпеки»; h – ймовірність переходів від стану «зниження рівня економічної безпеки» до стану «підвищення рівня економічної безпеки»; i – ймовірність переходів системи економічної безпеки аграрного підприємства від стану «підвищення рівня економічної безпеки» до стану «зниження рівня економічної безпеки».

Таким чином, побудований граф містить циклічні переходи та відображає реальні переходи системи економічної безпеки аграрного підприємства в той чи інший стан. Перехід у стан «підвищення рівня економічної безпеки» є можливим і після перебування системи економічної безпеки у стані «розробка та впровадження напрямів забезпечення економічної безпеки», і після станів «зниження рівня економічної безпеки» та «корегування напрямів забезпечення економічної безпеки». Стан «зниження рівня економічної безпеки» є можливим і після перебування у стані «підвищення рівня економічної безпеки», і після перебування у стані «розробка та впровадження напрямів забезпечення економічно безпеки», і після перебування у стані «корегування напрямів забезпечення економічної безпеки».

Система диференціальних рівнянь Колмогорова для розміченого графу переходів основних станів і багаторазових переходів механізму системи економічної безпеки системи в ці стани виглядатиме як (3).

У процесі функціонування механізму система економічної безпеки у часі перебуває у будь-якому стані з ймовірностями. Для того, щоб скласти систему диференціальних рівнянь Колмогорова за розміченим

графом станів, необхідно для кожної функції $p_i(t)$, $i = 1, 2, \dots, n$ в лівій

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dp_n(t)}{dt} = -(\lambda_g + \lambda_f + \lambda_a + \lambda_e)p_n(t); \\ \frac{dp_1(t)}{dt} = -\lambda_f p_n + \lambda_b p_3 + \lambda_h p_2 - (\lambda_g + \lambda_c + \lambda_i)p_3; \\ \frac{dp_2(t)}{dt} = -\lambda_d p_1 + \lambda_e p_n + \lambda_i p_3 - \lambda_h p_2; \\ \frac{dp_3(t)}{dt} = -\lambda_a p_n + \lambda_c p_3 - (\lambda_b + \lambda_d)p_1 \end{array} \right. \quad (3)$$

частині рівняння записати похідну $\frac{dp_i(t)}{dt}$, а в правій – добуток ймовірності стану S_i , взятої зі знаком « \leftrightarrow », на суму щільностей ймовірностей λ_{ij} переходу із стану S_i в інші стани S_j , плюс суму добутків ймовірностей всіх станів $p_j(t)$, із яких можливий перехід до стану S_i , на щільності ймовірностей відповідних переходів λ_{ij} , тобто

$$\frac{dp_i(t)}{dt} = -\left(\sum_{j=1, i \neq j}^n \lambda_{ij} \right) P_i(t) + \sum_{j=1, j \neq i}^n \lambda_{ji} P_j(t) \quad (4)$$

Умовою нормування узагальненої ймовірності станів механізму системи (вона характеризує повну групу явищ) для часу $t > 0$ є рівняння

$$P_n(t) + P_3(t) + P_2(t) + P_1(t) = 1 \quad (5)$$

Збільшення проміжку часу перебування системи економічної безпеки в стані (S_3) «підвищення рівня економічної безпеки» можливе за умови здійснення розробки та впровадження напрямів забезпечення економічної безпеки, збільшення ймовірності (f) переходу, також збільшення ймовірностей переходів системи за шляхом (a) і (b), проте необхідно зменшити ймовірність зворотних переходів системи із стану S_1 – «підвищення рівня економічної безпеки» в стани: (S_3) – «корегування напрямів забезпечення економічної безпеки», таким чином, зменшити ймовірності (g) і (c) під час вимушених переходів системи.

Тоді ж необхідно суттєво та надійно зменшити ймовірність (i) пере-

ходу системи із стану S_3 – «підвищення рівня економічної безпеки» у стан (S_2) «зниження рівня економічної безпеки», а також зменшити ймовірність (e) переходу системи із стану (S_n) «розробка та впровадження напрямів забезпечення економічної безпеки» у стан (S_2) «зниження рівня економічної безпеки» ще до початку підвищення рівня економічної безпеки.

Попри вище представлене, необхідно досліджувати залежності від часу кожної з ймовірностей, а саме: $P_n(t)$ – ймовірності перебування системи у стані «розробка та впровадження напрямів забезпечення економічної безпеки» з метою їх застосування; $P_3(t)$ – ймовірності перебування системи у стані «корегування напрямів забезпечення економічної безпеки»; $P_2(t)$ – ймовірності перебування системи у стані «зниження рівня економічної безпеки»; $P_1(t)$ – ймовірності перебування системи у стані «підвищення рівня економічної безпеки».

Таким чином, маємо рівно ймовірні переходи системи економічної безпеки аграрних підприємств, відповідно до чого, маємо можливість побудувати графіки ймовірностей: $P_n(t)$; $P_3(t)$; $P_2(t)$; $P_1(t)$, де $t = 3$ роки.

До впровадження механізму економічної безпеки аграрного підприємства система економічної безпеки перебуває: у стані $P_n(t)$ «розробка та впровадження напрямів забезпечення економічної безпеки» з ймовірністю 15%; у стані $P_3(t)$ «корегування напрямів забезпечення економічної безпеки» з ймовірністю 43%; у стані $P_2(t)$ «зниження рівня економічної безпеки» з ймовірністю 11% і у стані $P_1(t)$ «підвищення рівня економічної безпеки» з ймовірністю 19%.

За період впровадження та функціонування механізму система економічної безпеки аграрного підприємства буде перебувати: у стані $P_n(t)$ «розробка та впровадження напрямів забезпечення економічної безпеки» з ймовірністю 27%; у стані $P_3(t)$ «корегування напрямів забезпечення економічної безпеки» з ймовірністю 25%; у стані $P_2(t)$ «зниження рівня економічної безпеки» з ймовірністю 12% і у стані $P_1(t)$ «підвищення рівня економічної безпеки» з ймовірністю 30%.

Висновки. Таким чином, аграрному підприємству необхідно приділити увагу дослідженню станів $P_2(t)$ – «зниження рівня економічної безпеки» та $P_1(t)$ – «підвищення рівня економічної безпеки», оскільки, власне, ці стани системи економічної безпеки є найсуттєвішими за структурою безумовних зав'язків. При загальній ймовірності P_{23} ($P_{23} = P_3 + P_2$) перебування системи економічної безпеки у стані $P_2(t)$ – «зни-

ження рівня економічної безпеки» та $P_I(t)$ – «підвищення рівня економічної безпеки» є найбільшою в порівнянні з іншою загальною ймовірністю, що дорівнює сумі ймовірності перебування системи у стані «розробка та впровадження напрямів забезпечення економічної безпеки» з метою їх застосування та ймовірності перебування системи у стані «корегування напрямів забезпечення економічної безпеки», тобто в порівнянні з сумарною ймовірністю $P_{In}=P_I+P_n$.

Список використаної літератури

1. Приймак М. В., Прошин С. Ю. Елементи однорідності для періодичних ланцюгів Маркова. Вісник ТДТУ. 2009. №2(14). С. 114-123.
2. Приймак М. В. Оцінка матриць переходів періодичних ланцюгів Маркова. Електротехніка та системи управління. 2009. №3(21) С. 26-33.
3. Ротштейн О.П., Ракітянська Г. Б. Діагностика на базі нечітких відношень в умовах невизначеності. Вінниця: УНІВЕРСУМ. Вінниця, 2006. 275 с.

Стаття надійшла 20.04.2023 року

O. V. Hryvkivska,

Dr. Sc. (Economics), Professor,
National University of Food Technologies,
68, Volodymyrska St., Kyiv, 01033, Ukraine,
e-mail: oksana-4@i.ua

O. O. Akulenko,

PhD Student,
European University,
16-V, Vernadskoho Blv, Kyiv, 03115, Ukraine,
e-mail: sashanovalg@gmail.com

MODEL OF THE FUNCTIONING PROCESS OF THE ECONOMIC SECURITY MECHANISM OF AN AGRICULTURAL ENTERPRISE

The article substantiates that the modeling of processes and quantitative assessment (measurement) of the quality of the economic security system of an enterprise belongs to the most complex tasks of enterprise management and is the least researched from the point of view of modeling the functioning of the economic security mechanism of an agrarian enterprise, while the relevance and practical importance of such works is quite important .

The results of modeling the functioning of the mechanism of economic security of an agricultural enterprise by applying Markov processes are presented, that is, the simulation of a random system that changes its state according to the transition rule and depends on the

current state was carried out, which made it possible to determine such states of the economic security system as: development and implementation of directions ensuring economic security, increasing the level of economic security, reducing the level of economic security, adjusting directions for ensuring economic security." Accordingly, conclusions were drawn regarding the need for an agricultural enterprise to monitor states of a decrease in the level of economic security and an increase in the level of economic security, since the states of the economic security system are the most significant in terms of the structure of unconditional obligations. It is argued and mathematically proven that an agricultural enterprise needs to pay attention to the study of states $P2(t)$ - "decreasing the level of economic security" and $P1(t)$ - "increasing the level of economic security", since, in fact, these states of the economic security system are the most essential in terms of structure unconditional obligations.

Keywords: economic security, agricultural enterprise, system, mechanism, Markov processes.

References

1. Priymak M. V., Proshin S. Y. (2009) Homogeneity elements for periodic Markov chains. Bulletin of TDTU. 2(14), 114-123.
2. Priymak M. V. (2009) Estimation of transition matrices of periodic Markov chains. Electrical engineering and control systems. 3(21), 26-33.
3. Rotshtein O. P., Rakityanska G. B. (2006) Diagnostics based on fuzzy relations in conditions of uncertainty. Vinnytsia: UNIVERSUM. 275 p.