

## Використання стохастичних методів моделювання при формуванні стратегії управління витратами в умовах глобальної кризи

*Використання класичної концепції стратегічного управління витратами ускладнюється під час глобальної кризи, що супроводжується швидкою і непередбачуваною зміною зовнішнього середовища. Рекомендується промислове підприємство розглядати як динамічний об'єкт, на вхід якого подаються стратегічно прогнозовані обсяги готової продукції, а на виході одержується вартість ресурсів, необхідних для реалізації стратегії підприємства. Моделі змінних стану й нейронмережі належать до стохастичних методів моделювання та можуть бути вдало використані при формуванні стратегії управління витратами, оскільки застосування цих методів дозволяє врахувати вплив факторів ймовірнісного характеру.*

*Ключові слова: стратегія управління витратами, ресурси підприємства, модель змінних стану, модель нейронмережі.*

Формування ресурсних та функціональних стратегій базується на припущенні, що організація може забезпечити себе необхідними стратегічними ресурсами і не буде відчувати їх дефіциту та обмежень [1]. За наявності глобальної кризи в Україні, яка характеризується політичною й економічною нестабільністю, невизначеністю зовнішнього середовища, підприємства стикаються з ресурсними обмеженнями і вимушені працювати в зонах стратегічних ресурсів. При цьому умови функціонування вимагають розробки відповідної ресурсної стратегії, одне з провідних місць якої займає стратегія управління витратами, оскільки витрати є вартісним вимірником усіх ресурсів, що мають бути використані в разі реалізації стратегії підприємства.

На цей час стратегічне управління витратами зводиться до використання концепції стратегічного управління (SCM) [2], яке є результатом поєднання трьох напрямів стратегічного менеджменту: ланцюга цінностей за М. Портером [3], стратегічного позиціонування [4] та управління витратоутворюючими факторами. До позитивних моментів використання концепції стратегічного управління належить те, що витрати розглядаються як функція структурних, функціональних факторів, що залежить від стратегічного вибору. Стратегічний вибір, своєю чергою, зводиться до визначення напрямку нарощування, підтримки або використання досягнення. До основних недоліків використання концепції стратегічного управління віднесемо неможливість врахування факторів ймовірнісного характеру, що особливо актуально в умовах глобальної кризи.

До іншого напрямку стратегічного планування належить побудова функції витрат на основі статистичного підходу, який базується на аналізі й обробці статистичних даних. До основних методів визначення функцій витрат належать [5]: технологічний аналіз, аналіз рахунків, метод вищої-нижчої точки, метод візуально пристосування, регресійний аналіз та спрощений статистичний аналіз. За відсутності вірогідності майбутніх подій до використання пропонуються три стратегії: максимізація максимальних результатів, максимізація мінімальних результатів та мінімізація максимального жалю. Основною перевагою використання вищеперерахованих методів є їх простота використання та низькі витрати на

обробку інформації. Недоліком є те, що використання минулих статистичних даних при стратегічному управлінні витратами не дає достатньо адекватного значення в умовах швидко змінювального зовнішнього середовища.

Тому при формуванні стратегії управління витратами ми пропонуємо використовувати стохастичні моделі змінних стану та нейронної мережі, оскільки детерміновані методи не дають достатньої точності (помилку вносять фактори, що мають імовірнісну природу, а саме: кількість бракованої продукції; якість сировини й матеріалів, що впливає на норми витрат; непередбачені виробничі простой, пов'язані з поломками устаткування; перевитрати сировини й матеріалів з вини працівників тощо).

Метою даної роботи є обґрунтування доцільності використання стохастичних моделей при формуванні стратегії управління витратами в умовах глобальної кризи, які характеризуються високою невизначеністю й нестабільністю.

Промислове підприємство можна представити у вигляді об'єкта, на вхід якого подаються ресурси (матеріально-сировинні, паливно-енергетичні, трудові, техніка та технологія, фінансові та інформаційні), а на виході одержується готова продукція. Очевидно, модельний об'єкт є динамічним – тобто його виходи залежать не тільки від поточного значення на вході, а й від їхніх значень у попередні моменти часу. Однак для промислового підприємства необхідним є вирішення зворотного завдання, коли на входи моделі підприємства подається обсяг запланованої готової продукції, а виходи показують необхідний обсяг ресурсів. Для зручності ми пропонуємо єдиний підхід, тобто економічні розрахунки входів і виходів будуть вимірюватися у вартісному вимірі (тис. грн.). Модель змінних стану стратегічного управління витратами наведена на рис. 1. Для наочності ВАТ «Дніпрошина» було представлено у вигляді об'єкта, входи якого  $u(t)$  відповідають чотирьом основним видам продукції підприємства: 1 – вантажні шини, 2 – сільськогосподарські шини, 3 – легкові шини, 4 – мотошини та сім виходів моделі  $y(t)$ , що стосуються основних видів ресурсів: 1 – матеріально-сировинні, 2 – паливно-енергетичні, 3 – трудові, 4 – техніка, 5 – технологія, 6 – фінансові, 7 – інформаційні,  $e(t)$  – дискретна шумова складова або перешкода.

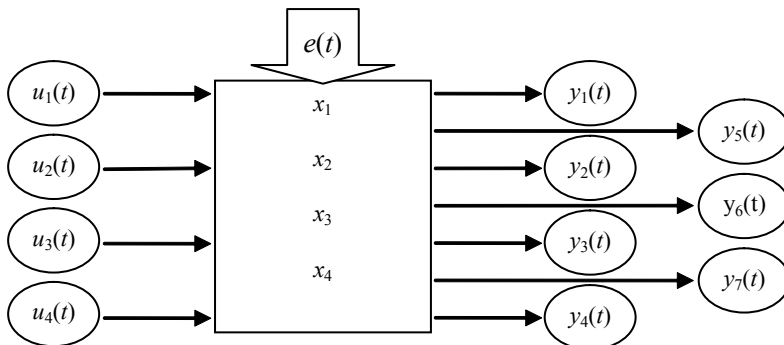


Рис. 1. Модель змінних стану (динамічний об'єкт) стратегічного управління витратами:

- $u(t)$  – входи моделі ( $u_n$  – основні види продукції);
- $t$  – час (дискретна величина з періодом дискретизації ( $T$ ) 1 місяць);
- $y(t)$  – виходи моделі ( $y_m$  – основні види ресурсів);
- $x_n$  – змінні стану, що характеризують внутрішній стан системи.

Необхідною умовою на цьому етапі є проведення частотного або Фур'є-аналізу експериментальних даних, за допомогою яких виявляється наявність прихованої періодичності на входах і виходах досліджуваного об'єкта. Залежно від наявності або відсутності сезонної складової, робиться припущення щодо складності моделі.

Частотний аналіз експериментальних (облікових) даних показав наявність прихованої періодичності на входах досліджуваного об'єкта. Так, пік на періодограмі всіх видів шин (рис. 2) припадає на 12-13 місяць, що відображає перегляд виробничих планів і початок виробництва за домовленостями, які вступають у дію, як правило, з нового поточного року. Це є своєрідна сезонна складова [6].

Після побудови моделі об'єкта та визначення сезонних коливань прогнозується рівень ресурсів за допомогою моделі змінних стану.

Стан системи – це мінімальна інформація про минуле, що необхідна для повного опису майбутнього (тобто виходів) системи, якщо поведінка її входів відома. Тобто система, її входи і виходи – це три взаємопов'язаних об'єкти, які в кожній конкретній ситуації визначаються, відповідно, математичною моделлю системи, завданням множини вхідних і вихідних змінних.

Цей тип моделей належить до методів ідентифікації динамічних об'єктів [7; 8], які складаються з процедури визначення структури й параметрів математичних моделей об'єктів. Добра ідентифікація об'єкта забезпечує близькість виходу моделі до виходу реального об'єкта при однаковому вхідному впливі моделі й об'єкта на підставі оптимуму заданого критерію якості.

Дискретну модель змінних стану можна подати у канонічній формі, що заснована на різницевих рівняннях (1):

$$\begin{aligned}x(t+T) &= Ax(t) + Bu(t) + Ke(t) \\y(t) &= Cx(t) + Du(t) + e(t) , \\x(0) &= x_0\end{aligned}\tag{1}$$

де  $t$  – поточний момент часу;  
 $T$  – інтервал дискретизації;  
 $x(t)$  – змінні стану;  
 $u(t)$  – входи;  
 $y(t)$  – виходи;  
 $e(t)$  – дискретний білий шум (перешкода, помилка);  
 $x_0$  – початкові значення змінних стану;  
 $A, B, C, D, K$  – параметризовані елементи матриці моделі.

Завершальним етапом використання моделі змінних стану є розрахунок автокореляційних й крос-кореляційних функцій залишків входів і виходів об'єкта. Основною вимогою є недостовірність на рівні значимості 0,99-0,95, що відображає повноту й адекватність побудованої моделі з вірогідністю 1-5%.

Для забезпечення більшої достовірності моделювання величини витрат рекомендується результати моделі змінних стану порівняти з результатами нейромережевої моделі, оскільки ці моделі ґрунтуються на різних математичних підходах.

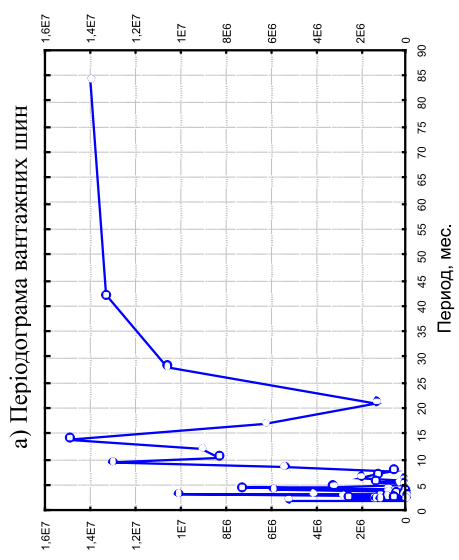
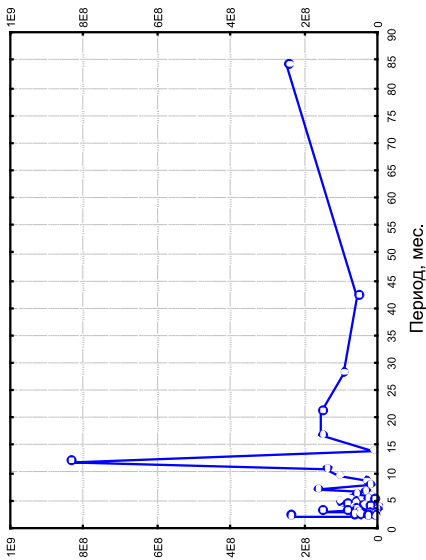
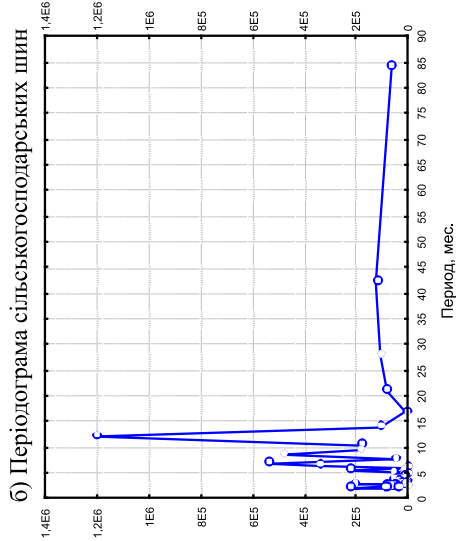
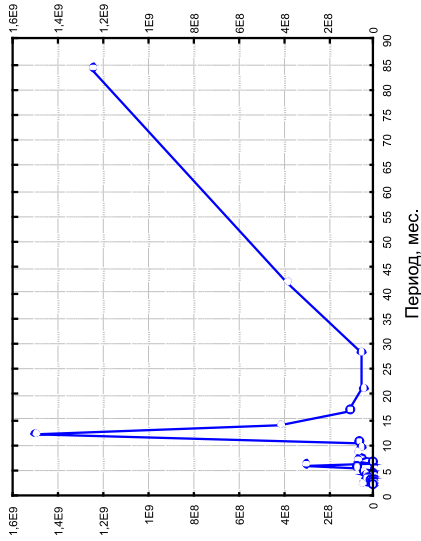


Рис. 2. Періодограми основних видів продукції ВАТ «Дніпрошина»

Рис. 2. Періодограми основних видів продукції ВАТ «Дніпрошина»

Нейронні мережі є універсальними апроксимуючими системами, які застосовують для моделювання складних процесів, коли важко створити просту математичну модель [9; 10]. Нейронні мережі належать до методів штучного інтелекту, в основу яких покладений принцип роботи головного мозку людини.

При підборі структури мережі число нейронів обирається з деяким надлишком для підвищення її екстрапольюючої потужності. Застосування лінійної функції активації всіх нейронів значно прискорює час навчання та дає можливість використовувати вхідні й вихідні дані без попередньої обробки.

Роботу мережі подамо в матричному вигляді (2):

$$Y = f(XW), \quad (2)$$

де  $X$  і  $Y$  – вектори вхідної та вихідної змінних відповідно;  
 $W$  – матриця ваг;  
 $f$  – функція активації.

На рис. 3 наведена узагальнена структура запропонованої нейромережі.

На вхід прецептрона подається набір вхідних сигналів  $x_i$ , що являють собою вихідні сигнали прошарків або вхідні сигнали нейромережі. Кожний вхідний сигнал множиться на відповідну вагу зв'язку  $w_N$  – аналог ефективності синапса. Зважені вагами зв'язків, вхідні сигнали потрапляють на блок сумації, де розраховується їх алгебраїчна сума і визначається рівень збудження нейрона. Потім над рівнем збудження виконується необхідне нелінійне перетворення – активація.

Одна з найважливіших властивостей нейронної мережі – це її здатність до самоорганізації, самоадаптації шляхом навчання з метою поліпшення якості функціонування. Процедура навчання окремих нейромереж стандартна. Усі

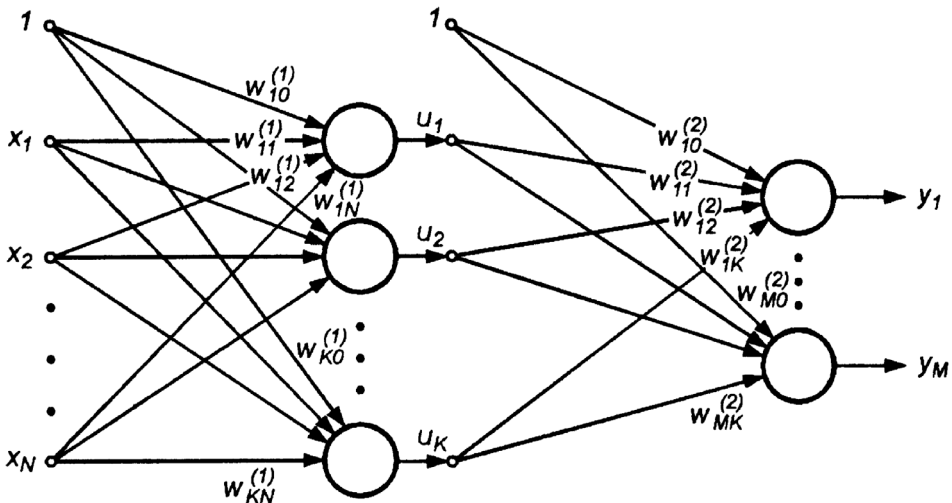


Рис. 3. Структура прецептрона з одним прихованим прошарком, що має місце в моделі нейронної мережі стратегічного управління витратами:

- $x$  – вектор вхідних змінних ( $x_N$  – основні види продукції);
- $y$  – вектор вихідних змінних ( $y_M$  – основні види ресурсів);
- $u$  – виходи нейронів проміжного прихованого прошарку;
- $w$  – ваги синапсів і зсуву.

прикладі розбиваються на три вибірки: навчальна (для навчання), валідаційна (для відбору оптимальної архітектури мережі і/або для вибору моменту припинення навчання) і тестова (не використовується в навчанні та необхідна для контролю якості прогнозу). Процедуру навчання нейромережі можна періодично повторювати при накопиченні певної кількості нових прикладів.

Заключна процедура складається з порівняння результатів тестування прецептрона з моделлю змінних стану.

Точність модельних стратегічних прогнозів може бути більшою за відсутності управління витратами у «ручному» режимі, що приводить до зростання помилки моделювання.

Представлені в роботі два методи моделювання динамічних систем мають свої переваги й недоліки.

Метод змінних стану дає менш адекватні результати стратегічного моделювання, однак він показує робочу модель у явному вигляді, крім того, використовувані в цьому методі програмні алгоритми простіші, що дає змогу застосовувати його на менш потужних комп'ютерах.

Нейронна мережа краще пристосована для моделювання складних систем і відповідно дає більш передбачувані результати, але логіка її роботи прихована від користувача, алгоритми навчання мережі вимагають значних обчислювальних ресурсів.

До перспектив використання належить:

- по-перше, використання моделювання при формуванні стратегії управління витратами дає змогу застосовувати методи на практиці як основу визначення базового рівня фінансування вперед за наявності прогнозованого плану реалізації готової продукції;
- по-друге, в разі браку грошових коштів формалізувати процедуру ухвалення рішення щодо залучення додаткових банківських кредитів на формування ресурсної бази;
- по-третє, обидві моделі (особливо нейромережева) є такими, що здатні навчатися: що більший обсяг навчальної вибірки, то вища адекватність;
- по-четверте, існує можливість знизити дискретний білий шум за допомогою зворотного зв'язку, оскільки модель змінних стану «запам'ятовує» особливості динаміки, що сформовані під впливом людського фактора;
- по-п'яте, модель нейронних мереж можливо розвинути, внаслідок чого отриманий результат буде мати 100% збігу;
- по-шосте, вирішивши питання технічного обмеження, отримуємо можливість розширити кількість входів за рахунок урахування більшого числа попередніх показників (6, 8 або 12 місяців);
- по-сьоме, існує можливість стратегічного планування витрат при змінах асортименту готової продукції.

#### Список використаних джерел

1. Мартиненко М. М. Стратегічний менеджмент : [підручник] / М. М. Мартиненко, І. А. Ігнат'єва. – К. : Каравела, 2006. – 230 с.
2. Шанк Дж. Стратегическое управление затратами. Новые методы увеличения конкурентоспособности / Дж. Шанк, В. Говиндараджан. – СПб. : Бизнес Микро, 1999. – 288 с.

3. Портер М. Конкуренция / М. Портер. – М. : Изд. дом «Вильямс», 2002. – 496 с.
4. Савчук В. П. Финансовый менеджмент предприятий : прикладные вопросы с анализом деловых ситуаций / В. П. Савчук. – К. : Изд. дом «Максимум», 2001. – 600 с.
5. Голов С. Ф. Управленческий бухгалтерский учет / С. Ф. Голов. – К. : Скарби, 1998. – 384 с.
6. Іванова М. І. Удосконалення методів управління оборотними коштами на промислових підприємствах / М. І. Іванова // Економіка: проблеми теорії та практики : [зб. наук. пр.] – Вип. 242 : В 4 т. – Дніпропетровськ : ДНУ, 2008. – Т. 2. – С. 442–460.
7. Зеленский К. Х. Компьютерные методы прикладной математики / К. Х. Зеленский, В. Н. Игнатенко, А. П. Коц. – К. : Дизайн-В, 1999. – 352 с.
8. Льюнг Л. Идентификация систем. Теория для пользователя / Л. Льюнг. – М. : Наука, 1991. – 432 с.
9. Уоссерман Ф. Нейрокомпьютерная техника : теория и практика / Ф. Уоссерман. – М. : Мир, 1992. – 237 с.
10. Хайкин С. Нейронные сети. Полный курс / С. Хайкин. – М. : Изд. дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.

**Іванова М.І., Потемкін Д.Н. Использование стохастических методов моделирования при формировании стратегии управления затратами в условиях глобального кризиса.**

*Использование классической концепции стратегического управления затратами усложняется во время глобального кризиса, сопровождающегося быстрым и непредсказуемым изменением внешней среды. Рекомендуется промышленное предприятие рассматривать как динамический объект, на вход которого подаются стратегически прогнозируемые объемы готовой продукции, а на выходе получается стоимость ресурсов, необходимых для реализации стратегии предприятия. Модели переменных состояния и нейронной сети относятся к стохастическим методам моделирования и могут быть удачно использованы при формировании стратегии управления затратами, поскольку применение этих методов позволяет учесть влияние факторов вероятностного характера.*

*Ключевые слова: стратегия управления затратами, ресурсы предприятия, модель переменных состояния, модель нейросети.*

**Ivanova M.I., Potiomkin D.M. Application of Stochastic Methods of Modelling in Forming of Strategy of Expenses Management in the Conditions of Global Crisis.**

*Application of classic conception of strategic expenses management becomes complicated during a global crisis, which is accompanied by the rapid and unpredictable change of external environment. An industrial enterprise is recommended to examine as a dynamic object, on the entrance of which the strategically predicted volumes of the finished products are given, and the cost of resources necessary for realization of strategy of enterprise turns out in output. Models of alternative states and neuron network refer to the stochastic methods of modelling and can be successfully used in forming of strategy of expenses management, as application of these methods allows to take into account the influence of factors of probabilistic character.*

*Key words: strategy of expenses management, resources of enterprise, model of state variables, model of neuron network.*

Надійшло 21.11.2009.