

УДК 004.451

О.О. Криводубський, О.В. Жилін

Донецький державний інститут штучного інтелекту

Інтелектна система управління оборотністю за нечітким прогнозом

Для сучасних умов діяльності промислових підприємств особливу актуальність мають методи прогнозу та оцінювання реальної потреби в оборотних коштах в умовах невизначеності. У роботі розглядається методика нечіткого прогнозування оборотності шляхом узагальнення детермінованих математичних моделей та застосування експертних методів прийняття рішень у вигляді інтелектної системи управління оборотністю. Сформована гіпотеза щодо формалізації фінансової операції простою нечіткою функцією. Визначений засіб узагальнення зв'язків між параметрами ієрархічних моделей. Розроблена структура інтелектної системи управління оборотністю, проведена апробація моделей у ритмі з виробничим процесом. Результати дослідження дозволяють проводити розроблення моделей нечіткого прогнозу оборотністю та можуть бути використані при синтезі інтелектної системи управління.

У сучасних умовах ефективність керування промисловим виробництвом значною мірою залежить від оперативного та точного динамічного прогнозу показників використання оборотних коштів на довільний момент часу. Проте фінансове становище підприємства формується з безлічі взаємодіючих показників, які важко прогнозувати, або які визначають континуум станів фінансової діяльності підприємства та залежать від характеру слабких зовнішніх впливів. Класична методологія математичного моделювання дає способи отримання детермінованого точкового прогнозу показників оборотності на будь-який час або статистичних характеристик показника [1]. Але ця інформація не завжди є достатньою для особи, яка приймає рішення, бо не дає можливості використовувати експертні методи щодо оцінювання реальної потреби в оборотних коштах в умовах невизначеності.

У роботі розглядається методика нечіткого прогнозування оборотності шляхом узагальнення детермінованих математичних моделей [1, 2] та застосування експертних методів прийняття рішень у вигляді інтелектної системи управління оборотністю.

Методика нечіткого прогнозування фінансової діяльності підприємства ґрунтується на узагальненні поняття простої функції. Якщо область значень простої функції задається множиною нечітких чисел [3], то таку функцію будемо називати нечіткою простою функцією.

Визначення. Чисельна функція $f: Q \rightarrow \mathfrak{F}(R)$, де Q – довільна множина, $\mathfrak{F}(R) = \{\mu | \mu: R \rightarrow [0, 1]\}$ – множина всіх нечітких підмножин дійсних чисел, називається простою нечіткою функцією, якщо вона приймає нечітке значення скін-

ченого ступеня модальності $f(x) = \bigvee_{i=1}^{c(f)} \mu_{c_i}(x)$, де $c(f)$ – ступінь модальності, $c_i, i = \overline{1, c(f)}$ – унімодальні нечіткі компоненти.

Проста нечітка функція повністю визначається набором значень $c_i, i = \overline{1, c(f)}$ та їх функцій приналежності $\mu_{c_i}(x)$.

Визначення. Елементарною простою нечіткою функцією називається унімодальна проста нечітка функція $f(x) = c \mu_c(x)$.

Аналогічно будь-яку просту нечітку функцію можна зобразити у вигляді лінійної комбінації елементарних нечітких простих функцій.

Визначимо Ω – множину всіх простих нечітких функцій.

Визначення. Злиттям множини простих нечітких функцій $A \subseteq \Omega$ на множині дійсних чисел $E \subseteq R$ назвемо число $\zeta(A, E) = \sum_{f \in A} \sum_{i=1}^{c(f)} c_i \cdot (\mu_{c_i}(x) \wedge I_E(x))$, де

$$I(x) = \begin{cases} 0, & x \in E \\ 1, & x \notin E \end{cases}$$

Твердження. Будь-яка здійснена фінансова операція може бути формалізована простою функцією.

Припущення. Будь-яка фінансова операція може бути формалізована простою нечіткою функцією.

За цим припущенням моделювання фінансової діяльності підприємства здійснюється згідно з детермінованими моделями [1], але на підставі операцій нечіткої логіки. Таким чином, прогноз за моделлю [1] буде мати нечіткий характер.

Розроблена [1, 2] сукупність взаємопов'язаних математичних моделей прогнозу виробничої, фінансової діяльності та розрахунку показників оборотності, що реалізує концепти відповідних систем, має наступні функціональні особливості:

- модель відноситься до класу параметричних;
- моделі мають велику розмірність змінних та параметрів;
- вихідні змінні моделей мають нечіткий характер.

Окрім того, агрегований характер моделей дає змогу розглядати зв'язки між параметрами на різних рівнях агрегування.

Визначення. Якщо на рівні агрегування k параметр $p_{k,i,j}$ описує ті самі явища, що й параметр $p_{k+1,i,j}$ на рівні агрегування $k+1$, то будемо говорити, що між параметрами $p_{k,i,j}$ і $p_{k+1,i,j}$ має місце s-відношення:

$$(p_{k,i,j}, p_{k+1,i,j}) : p_{k,i,j} \overset{s}{\sim} p_{k+1,i,j}$$

Якщо для $\forall k = \overline{1, n_L} \exists \{i_k\}, \{j_k\}$, що має місце (1) для кожної пари сусідніх елементів послідовності $\{p_k\}_{k=1}^{n_L}$, то елементи цієї послідовності будемо називати s-параметрами.

Звісно, між s-параметрами існує певна залежність у рамках заданої системи. Нехай сукупність s-відношень $p_{k,i,j} \overset{s}{\sim} p_{k+1,i,m}, m = \overline{j_1, j_2}$ задається детермінованою залежністю:

$$p_{k,i,j} = f_s(p_{k+1,i,j_1}, \dots, p_{k+1,i,j_2}),$$

при цьому усі параметри $p_{k+1,i,m}$ $m = \overline{j_1, j_2}$ задані як нечіткі числа.

У цьому випадку, нечітке число $p_{k,i,j}$ має функцію приналежності:

$$\mu_{p_{k,i,j}} = f_s(\mu_{p_{k+1,i,j_1}}, \dots, \mu_{p_{k+1,i,j_2}}).$$

Таким чином, використання формального опису s-параметрів як нечітких чисел з детермінованою залежністю надає наступні переваги:

- можливість проведення початкової ідентифікації параметрів за даними експертного опитування;
- зменшення кількості вільних параметрів моделі;
- можливість експертного вибору значень параметрів особою, яка приймає рішення;
- можливість використання бази знань для виводу s-відношень та її динамічного поповнення.

Для моделі прогнозу виробничої діяльності у [1] s-параметрами є $prv_{k,i,j}^*$ та $ptr_{i,j}^{k,m}$ з детермінованою залежністю вигляду [1, с. 24].

Прийняття відповідних рішень на базі неповної та нечіткої інформації про ці показники потребує синтезу математичних моделей нечіткого прогнозу показників оборотності, процедур експертного оцінювання отриманого прогнозу та алгоритмізації інтелектуальної системи у режимі порадника.

Відповідно до постановки задачі оптимального управління [2], методики нечіткого моделювання та принципів формування алгоритмів прийняття рішень [4] синтезована загальна конфігурація інтелектуальної системи управління оборотністю.

Функціональна структура інтелектуальної системи приведена на рис. 1.

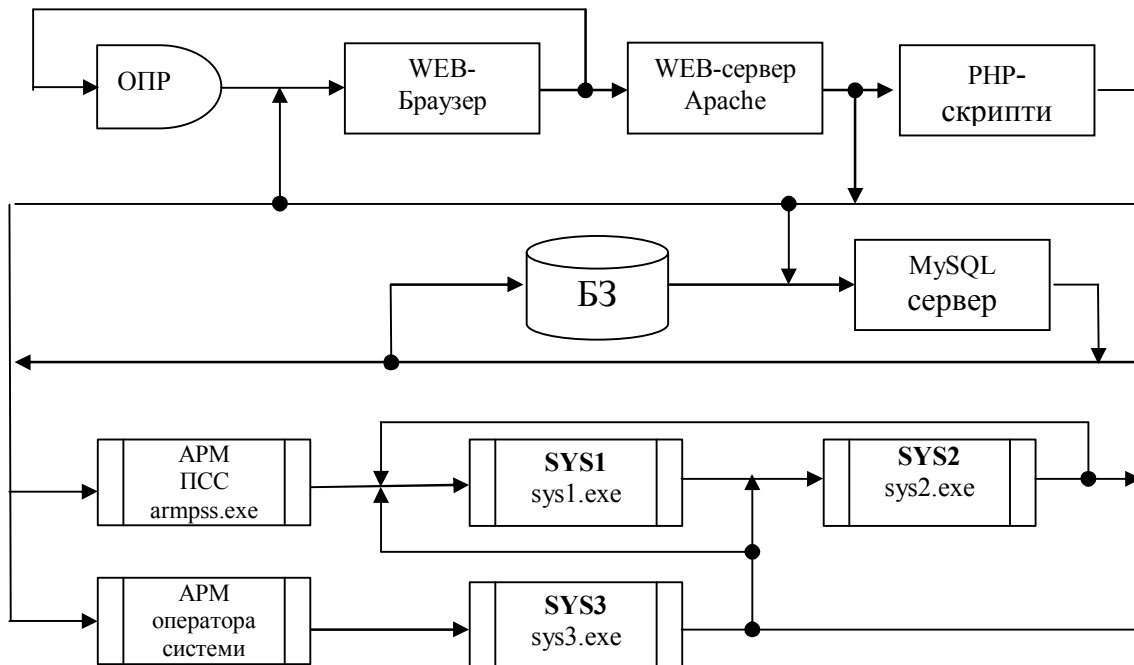


Рис. 1. Функціональна структура інтелектуальної системи

Основою системи є алгоритми нечіткого прогнозу за математичною моделлю, прийняття рішень та настройки системи (модулі sys1.exe-sys3.exe), а також інтерфейсні канали для ОПР (CGI-модулі: armpps.exe, armsys.exe). Кожна з підсистем реалізована у вигляді окремого програмного модуля, при цьому в окремих випадках (у процесі розрахунку математичних моделей для кожного виробничого блоку) запускається окремий потік, передача інформації здійснюється через інформаційну базу знань.

База знань, що формується алгоритмами, є гнучкою формою інформаційного забезпечення інтелектуальної системи управління оборотністю в конфігурації Web-сервера Apache, скрипт-мовою PHP та сервером баз даних MySQL.

Система управління включає файли бази знань, скрипт-файли PHP, SQL-запити для маніпуляції даними, CGI-програми АРМ ОПР (armpps.exe, armsys.exe), програми на мові C++, що реалізують алгоритми математичних моделей та прийняття рішень (sys1.exe-sys3.exe). Запити клієнтських програм до серверу обробляються демоном mysqld.exe баз даних MySQL та за допомогою скриптів PHP, що забезпечують гіпертекстову взаємодію користувача з програмними модулями, результати запитів повертаються у вигляді HTML-сторінок.

У структурному відношенні банк знань формується з сукупності фреймів, що задають системний опис об'єкта управління, сукупності даних та комплексу логічних правил, що дозволяють утворювати макросистемну модифікацію моделей.

Вибір такої технології організації банку знань зумовлений наступними чинниками:

- сумісність з існуючими загальнозаводськими базами даних (нормативно-довідкові бази та бухгалтерія);
- централізоване створення та управління базою даних SQL-сервером зумовлює безпеку роботи: резервування та авторизацію доступу;
- доступ до даних здійснюється за протоколом HTTP по захищеному каналу, що дає можливість доступу до даних через локальні та глобальні обчислювальні мережі (зокрема, Internet), забезпечуючи гнучкість роботи персоналу;
- стороннє програмне забезпечення (Web-сервер Apache, оболонки програмування PHP + GCC, СУБД MySQL) має відкриті тексти програм, високий рівень технічної підтримки, розповсюджується за ліцензією GPL, тобто безкоштовно (без права перепродажу), що дозволяє істотно скоротити витрати на впровадження та використання системи;
- спадкоємність: SQL-запити дозволяють формувати необхідні набори даних для використання в різних програмних комплексах;
- наявність розвинутого програмного інтерфейсу (API), що дозволяє здійснювати доступ до даних засобами будь-якої мови програмування;
- багатопоточність: підтримуються одночасні запити до сервера;
- організація взаємодій «клієнт-сервер» є кросплатформеною інформаційною технологією, що дозволяє використати різні операційні системи на серверних та клієнтських машинах.

Робота з системою відбувається таким чином. Особа, що приймає рішення, за допомогою Web-браузера відкриває головну HTML-форму системи, вводить ім'я користувача та пароль, які аутентифікуються на сервері й дозволяють почати роботу у відповідному режимі та з привілеями.

Залежно від рівня привілеїв користувач здійснює введення даних або запуск РНР-скриптів для прийняття рішень. Рішення зберігаються в базі знань та виводяться користувачеві у вигляді гіпертекстових сторінок.

Розроблений програмний комплекс, який реалізує алгоритми системи управління оборотністю, пройшов апробацію щодо експертної оцінки економічної ефективності рекомендацій. Значення показників використання оборотних коштів, вкладених у виробництво листів Л63, наведені на рис. 2.

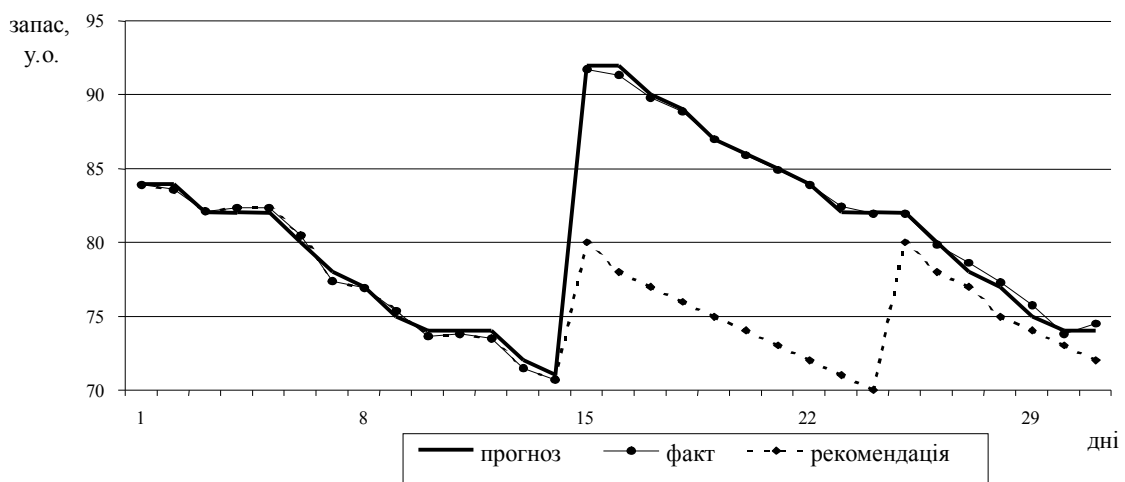


Рис. 2. Аналіз адекватності моделей та алгоритмів прийняття рішень

Література

1. Новаковська Е.Г., Жилін О.В. Про задачу математичного прогнозу показників оборотності коштів підприємств // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2000. – №1 (28). – С. 22-25.
2. Жилин А.В. Способы синтеза алгоритмов интеллектуальной системы управления оборачиваемостью: постановка задач принятия решений // Искусственный интеллект. – 2001. – № 3. – С. 68-74.
3. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / Под ред. Д.А. Поспелова. – М.: Наука, 1986. – 312 с.
4. Новаковская Э.Г., Жилин А.В. Синтез алгоритмов системы управления оборачиваемостью // Экономика: проблемы теории та практики. – 2001. – № 95. – С. 69-72.

In modern conditions of activity of the industrial enterprises the forecast and evaluation of real requirement for turnaround means in uncertain conditions play the special actuality. In work a technique of fuzzy forecasting of turnover by a way of generalization of determined mathematical models and application of expert methods of acceptance of the decisions of an intellegent control system of turnover are considered. A hypothesis of formalization of financial operation in a way of simple fuzzy function is generated. A way of generalization of connections between parameters in hierarchical models is determined. A structure of an intellegent control system of turnover is developed, approbation of models in a rhythm with production is conducted. Results of the research permit to build fuzzy model of the forecast of turnover and can be used at synthesis of an intellegent control system.

Матеріал поступил в редакцию 20.11.01.