

O. N. Tkachenko

PRINCIPLES OF BUILDING CONTROL SYSTEMS IN THE FUTURE NETWORKS

The methods of maintenance are analyzed: preventive, restorative and statistical. Each of them has certain advantages and disadvantages to others, so different combination of methods is used. However, due to increased reliability, the statistical service method is increasingly gaining strength in modern networks. Taking into account that definition of monitoring and diagnostic processes is based on the notion of technical condition, the notion of technical condition concerning networks of the future is considered. The following possible conditions of the network are analyzed: serviceability is characterized by the presence of all working cumulative routes; malfunction – refused at least one connection; performance is characterized by the presence of all the pairs of correspondent users of workable sets of paths; disability – refuses at least one set of paths.

The state of the network, in which there is at least one usable connection between the users that correspond at the given time, is the state of the network's malfunctioning. When designing a network for the future developer must take into account the state of the network, both from the positions of service personnel, and from the position of users.

Keywords: network; control; diagnostics; technical condition; criterion; functioning; service; reliability; quality.

УДК 004.832.34

О. А. ЗОЛОТУХІНА,

Державний університет телекомунікацій, Київ

ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ З УПРАВЛІННЯ РЕСУРСАМИ В УМОВАХ НАЯВНОСТІ НЕДОСКОНАЛИХ ДАНИХ

Здійснено аналіз ключових особливостей прийняття управлінських рішень щодо витрат ресурсів за наявності недосконалих даних. Визначено етапи розв'язання задачі управління ресурсами на базі нечіткої системи підтримки прийняття рішень. Розкрито особливості формування даних і правил, які визначають управлінські рішення.

Ключові слова: інформаційна система; управління ресурсами підприємства; недосконалі дані; динамічна система; підтримка прийняття рішень; нечітка модель.

Вступ

Сталий розвиток будь-якого підприємства можливий лише завдяки оптимізації управління витратами ресурсів. Планування щодо постачання та контроль за використанням ресурсів є одним зі стратегічних завдань, виконання яких дозволяє забезпечити стабільне функціонування підприємства в умовах ринкової економіки [1]. Існує багато підходів до розв'язання завдань управління ресурсами — залежно від точки зору на сутність цього процесу та кінцевої мети виконання поставлених завдань.

Управління ресурсами, з одного боку, може розглядатись як складова бухгалтерського обліку [2], а з другого боку, важливим фактором, що визначає моделі та методи управління ресурсами, є мета збереження ресурсів на всіх етапах виробничих процесів [3]. Питанням побудови моделей і методів управління ресурсами, зокрема й у плані ресурсозбереження, присвячено праці багатьох науковців, серед яких А. Бреславцев, О. Кролі, Н. Конищева, Ю. Воробйова, О. Бондаренко, І. Іполітова, І. Кінаш та ін.

Формування рішень щодо управління ресурсами в сучасних системах управління підприємством відбувається з використанням інформаційних технологій. Це відобразили в своїх працях М. Барабанова, Д. О'Лири, В. Гужва, І. Матієнко-Зубенко, Л. Терещенко, С. Івахненков та інші науковці. Найбільшої популярності серед методо-

логій, які дозволяють управляти ресурсами, набула стратегія *Enterprise resource planning* (ERP) [4; 5], реалізована в багатьох інформаційних системах, таких як OneBox, MS Dynamics ERP, IT-Enterprise, DeloPro та ін.

Проте недостатньо опрацьованими залишаються питання прийняття рішень щодо управління ресурсами за наявності недосконалої інформації. Подання вхідних даних системи розмитими, неточними, неповними, імовірнісними, суперечливими та іншими недосконалими значеннями, зокрема експертними оцінками та якісними характеристиками, вираженими у вигляді лінгвістичних понять, вимагає в процесі прийняття рішень щодо управління ресурсами застосування нечітких моделей і методів [6; 7].

Метою цієї статті є розробка моделей і методів підтримки прийняття рішень щодо управління ресурсами підприємства за наявності недосконалих даних різної природи.

Основна частина

Традиційно процес управління ресурсами — так званий *контролінг ресурсів*, включає в себе комплекс заходів як стратегічного, так і оперативного рівня, кінцевою метою яких є побудова ефективної системи формування, оцінювання, прийняття, реалізації, подальшого контролю та аналізу рішень з управління [8].

Ключовими етапами контролінгу ресурсів слід вважати:

1) визначення цілей управління ресурсами — у рамках цієї статті йдеться про зменшення витрат невідновлюваних ресурсів унаслідок ефективного планування та контролю відповідних витрат і збільшення роботоздатності основних засобів праці завдяки своєчасному здійсненню заходів із технічного обслуговування та ремонту з урахуванням параметрів їх роботи;

2) формування системи показників, на підставі яких оцінюватиметься ефективність прийнятих управлінських рішень — зазначені показники в задачі управління ресурсами можуть бути подані в грошовому виразі (обсяг коштів, заощаджених у результаті впровадження системи управління), в якісних і кількісних показниках (підвищення рівня безпеки при використанні обладнання, зниження кількості несправностей, простоїв тощо);

3) вимір і контроль фактичних показників щодо витрат ресурсів та визначення відхилень від розрахункових значень;

4) коригування моделі прийняття рішень та формування нових управлінських рішень, зокрема тих, які стосуються внесення змін до моделі або її параметрів з метою досягнення необхідних (заданих задалегідь) показників ефективності.

Перша особливість побудови розглядуваної системи прийняття рішень з управління ресурсами — це присутність недосконалої інформації в характеристиках ресурсів, режимів (для обладнання та персоналу) чи нормативів (для невідновлюваних ресурсів) їх використання. У такому разі доцільно застосовувати нечітку модель прийняття управлінських рішень, яка дозволить опрацювати недосконалі дані без втрат ефективності управління.

Другий момент полягає в тому, що остаточне рішення про управління ресурсами повинна приймати людина, бо тільки людина здатна врахувати всю множину існуючих факторів усередині системи та поза нею. Тому систему управління ресурсами необхідно розробляти як **систему підтримки прийняття рішень**. Особами, що приймають рішення (ОПР) стосовно ресурсопостачання чи ресурсовикористання, можуть бути різні працівники, починаючи від робітників, які безпосередньо взаємодіють із ресурсами, і закінчуючи представниками топ-менеджменту, на яких покладено стратегічне управління.

По-третє, важливо, що стан (кількість, вік, якість тощо) будь-якого ресурсу визначається не як постійна статична величина, а розраховується в кожний конкретний момент часу. Тому систему управління ресурсами слід розглядати як систему, що належить до категорії динамічних. При цьому кожний стан ресурсів, використовуваних у технологічних чи інших виробничих процесах

у певні моменти часу, формує точку фазового простору системи управління ресурсами, доповнюючи нечітку модель підтримки прийняття рішень часовою характеристикою.

Отже, етапи розв'язання задачі управління ресурсами на базі нечіткої системи підтримки прийняття рішень можуть бути описані в такий спосіб.

Крок 1. Визначення вхідних змінних системи.

Для побудови управлінського рішення необхідно встановити перелік інформаційних ресурсів, на основі яких генеруватимуться вхідні дані системи, а також буде визначено спосіб формування таких даних і їхню природу. Зазначені характеристики вхідних даних впливають на те, яким чином їх можна буде подати на наступних етапах розв'язання задачі управління. У разі недосконалих даних на цьому етапі мають застосовуватися моделі подання інформації, які дозволяють послабити вплив недосконалості. Одна з таких моделей спирається на використання уніфікованих даних, зведених певним чином до нечітких множин. Для подальшої обробки даних необхідно знати характер недосконалості, обмеження, які накладаються на різні елементи даних, а також правила і способи тлумачення наявних значень.

При обробці недосконалості типу «суперечливість» застосовуються вагові коефіцієнти, які можуть визначати або вірогідність того чи іншого інформаційного джерела, або ступінь довіри до нього, або значущість в конкретних виробничих умовах на заданий момент часу. Слід зауважити, що набір таких коефіцієнтів може змінюватися залежно від поточних потреб підприємства чи згідно з тим, які нормативні документи є чинними на момент формування управлінського рішення. У разі недосконалості типу «ненадійність» або «невизначеність» слід аналізувати причини відсутності/ненадійності необхідної інформації (вид null-значення). Подання null-значень у звичайних реляційних базах даних може мати таку інтерпретацію: unk (existing but unknown) — значення існує, але невідоме; inap (nonexisting or inapplicable) — значення не існує або непридатне; nin (no information) — інформація відсутня [9]. Для кожного з типів null-значень необхідно встановити ймовірності вірогідних і невірогідних даних згідно з їхньою семантикою. Зазначений підхід дозволяє при подальшій фазифікації визначити функції належності, які відповідають кожному з типів null-значень. Недосконалість типу «неповнота» також належить до категорії null-значень, але може бути інтерпретована інакше, оскільки через відсутність якогось значення може не знадобитися визначення ймовірнісних характеристик аргументу, що вплине лише на трактування «неповноти» при безпосередньому обчисленні результатів. Такий підхід дозволяє нівелювати неповноту даних за рахунок їх спеціальної обробки за нечіткими

продукційними правилами, згідно з якими формується результат. При цьому в деяких випадках відсутні дані можуть бути замінені значеннями, отриманими не на основі реальних характеристик, а за допомогою експертного оцінювання.

Крок 2. Визначення критеріїв ефективності рішень щодо управління ресурсами.

Набір критеріїв цілком залежить від точки зору ОПР. При цьому, навіть критерії управління одним і тим самим ресурсом у різних ОПР можуть різнитися. Наприклад, цілі керівництва підприємства можуть лежати в площині скорочення поточних витрат. Це суперечить цілям персоналу, який безпосередньо працює з обладнанням і зацікавлений у збільшенні поточних витрат на обслуговування та ремонт обладнання. Для побудови моделі необхідно визначитися з тим, яка з ОПР має переваги при визначенні цілей, і в який спосіб формуються множини обмежень при прийнятті рішень з управління по кожному виду ресурсів зокрема.

Розглянемо формування критеріїв ефективності рішень щодо управління ресурсами на прикладі ресурсу «автомобільна шина». Цей ресурс належить до категорії тих матеріальних ресурсів, для яких ключовою характеристикою є *ступінь зношеності*. Це поняття, використовуване для запасних частин, механізмів та обладнання, відбиває рівень якості, на якому ресурс може виконувати власні функції в різні періоди свого життєвого циклу, беручи участь у виробничих процесах. Залежно від визначеного ступеня зношеності ресурсу ухвалюються управлінські рішення стосовно поточних дій із цим ресурсом. У загальному випадку набір дій (actions) для таких ресурсів можна описати множиною

$$A = \{A_1 = \text{«Списати»}, \\ A_2 = \text{«Ремонтувати»}, \\ A_3 = \text{«Виконати технічне обслуговування»}\}.$$

Критерії ефективності управління зазначеним ресурсом можуть бути такі:

- скорочення поточних витрат, пов'язаних із ремонтом та обслуговуванням ресурсу;
- зменшення витрат на забезпечення виробничого процесу, в якому задіяно даний ресурс;
- підвищення безпеки використання ресурсу.

Шаблон продукційного правила, яке дозволяє описати управлінське рішення, може мати вигляд:

$$\text{Якщо Зношеність_шини} = \langle \text{значення зношеності} \rangle \text{ та Вік_шини} = \langle \text{значення віку} \rangle \\ \text{то } A = \langle \text{дія} \rangle.$$

Крок 3. Формування набору правил, згідно з якими відбувається побудова множини можливих альтернатив для забезпечення цілей, що їх має намір досягти визначена на попередньому кроці ОПР.

Оскільки вхідні дані системи мають бути уніфіковані за допомогою нечітких множин, то для формування виходів доцільно застосувати нечіткі продукції. При цьому з огляду на динамічний характер системи атрибут часу неодмінно має входити в опис відповідних правил. Час може бути присутній у результуючих правилах як числова величина або бути замінений на лінгвістичні змінні за певною шкалою.

Крок 4. Фазифікація змінних, які відповідають входам системи.

Метою цього кроку є встановлення ступеня істинності всіх елементарних висловлень, які входять до антецедентів нечітких продукцій. Більшість вхідних параметрів процесу управління ресурсами може бути подано числовими даними, які мають або чітку, або недосконалу природу. Процес фазифікації дозволяє встановити відповідність між цими значеннями вхідних змінних та термами лінгвістичних змінних. Для чітких даних можна використовувати функції належності з нульовим розкидом і супремумом, що дорівнює одиниці. Недосконалі числові дані залежно від характеру недосконалості можуть бути подані трикутними, трапецієвидними та іншими функціями належності. Для атрибутів, які вже подано лінгвістичними змінними (експертні оцінки, режими роботи, задані в якісних шкалах, тощо), етап фазифікації не здійснюється. Змінна часу може бути подана рівневою шкалою на три, п'ять, сім чи більшу кількість сегментів — залежно від ресурсу.

Наприклад, для характеристики віку шини можна використовувати часову лінгвістичну змінну

$$\text{Вік_шини} = \{\text{«Нова»}, \text{«Середнього віку»}, \text{«Стара»}\}.$$

Функції належності для фазифікації змінної Вік_шини наведено на рис. 1. Максимальний термін служби шини становить близько 10 років. Новою будемо вважати шину, вік якої не перевищує трьох років. Після трьох років використання або зберігання шина переходить у категорію середнього віку. Після семи років будемо вважати шину старою. Таким чином, відповідно до функцій належності, наведених на рис. 1, для шини, вік використання або зберігання якої становить чотири роки, отримаємо фазифіковане значення «Нова».

Ступінь зношеності протектора визначимо за допомогою лінгвістичної змінної Зношеність_шини та подамо її термами з використанням трирівневої шкали

$$\text{Зношеність_шини} = \{\text{«Не зношена»}, \\ \text{«Середня зношеність»}, \text{«Зношена»}\}.$$

Залежно від типу шини («літня», «зимова») функції належності для змінної Зношеність_шини будуть мати різні діапазони значень, які визначають терми.

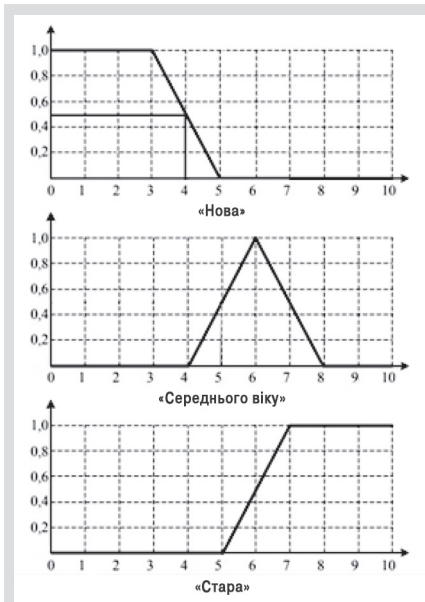


Рис. 1. Фазифікація параметра Вік_шини

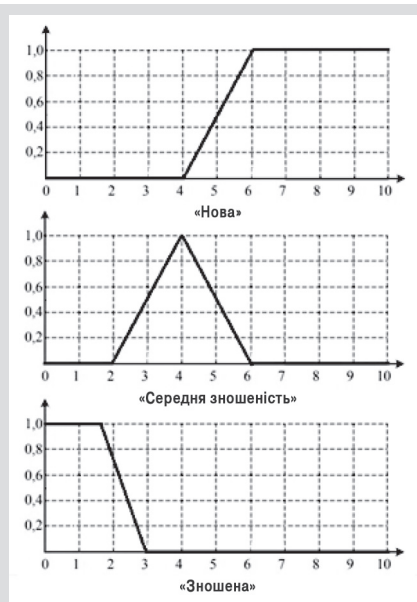


Рис. 2. Фазифікація параметра Зношеність_шини типу «літня»

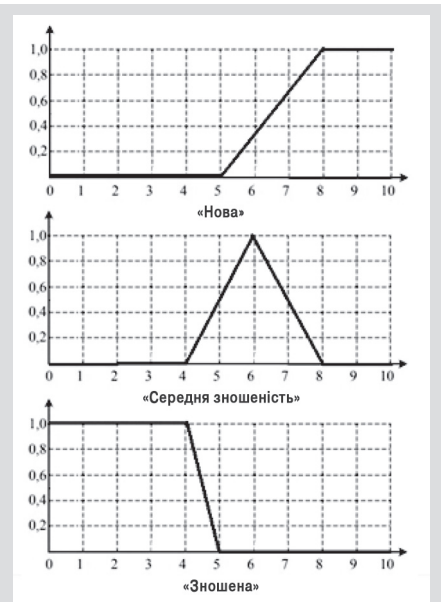


Рис. 3. Фазифікація параметра Зношеність_шини типу «зимова»

Приклади характеристик зношеності для двох різних типів шин наведено в таблиці, а відповідні графіки функцій належності подано на рис. 2 і 3.

Отже, параметр зношеності шини може бути визначений за допомогою однієї лінгвістичної змінної, значення якої розраховується з використанням різних наборів функцій належності для двох розглянутих типів шини.

Приклади характеристик зношеності шин

Тип шини	Висота протектора нової шини, мм	Критичний рівень зношеності, мм
Літня	6-8	1,6
Зимова	8-10	4

Крок 5. Агрегація.

На цьому кроці визначається ступінь істинності кожного з правил у базі продукційних правил, сформованих на кроці 3. При виконанні агрегації можна використовувати різні нечіткі логічні операції. За рахунок цього модель підтримки прийняття рішень може легко модифікувати особа, що приймає рішення, не змінюючи самої моделі та правил. Можливість змінювати параметри агрегації надає системі гнучкості щодо зміни цілей і критеріїв ОНР у домені предметної галузі.

Крок 6. Активація.

Цей етап призначено для визначення кількісних значень ступенів істинності висновків на основі відомих значень ступенів істинності вхідних умов. Найбільш поширеними є методи міні-активації, прод-активації чи average-активації.

Крок 7. Акумуляція.

Відбувається розрахунок значень функцій належності вихідних змінних бази продукційних правил. Система контролю витрат ресурсів специфічна тим, що вихідними даними можуть бути

складні змінні, які визначають комплекс подальших дій із ресурсом. Наприклад, управлінське рішення $A_3 = \text{«Виконати технічне обслуговування»}$ може бути описане такою парою лінгвістичних змінних:

$$A_3 = \{\text{Тип_обслуговування, Термін_обслуговування}\}.$$

Окрім того, одні й ті самі набори вхідних даних можуть сформувати кілька вихідних даних, наприклад рішення щодо технічного обслуговування пристрою та рішення про списання витратних матеріалів, які було використано в процесі його експлуатації.

Крок 8. Дефазифікація.

Формуються числові значення для отриманих вихідних лінгвістичних змінних. Метод перетворення лінгвістичної змінної в числову залежить від контексту предметної галузі, коли може йтися, наприклад, про центр ваги, центр площі, ліве модальне значення, праве модальне значення тощо. Блок фазифікації не використовується, якщо, скажімо, управлінське рішення в лінгвістичному вигляді достатнє для визначення подальших дій із ресурсом (списання обладнання) чи вихідні лінгвістичні змінні використовуються як вхід до системи нечіткого виведення.

Висновки

Визначено ключові особливості прийняття рішень щодо управління витратами ресурсів за наявності недосконалих даних. З огляду на динамічний характер більшості параметрів виробничих процесів та характеристик ресурсів запропоновано включити в нечітку модель лінгвістичні змінні, які відповідають за часові характеристики

процесів та об'єктів домена предметної галузі. Зазначені змінні можуть використовуватися як на вході, так і на виході системи підтримки прийняття рішень. Виявлено, що в деяких випадках отримані вихідні лінгвістичні змінні можуть не підлягати подальшій дефазифікації, а використовуватися в своєму лінгвістичному вигляді.

Визначено функції осіб, що відповідають за прийняття рішень у системі управління ресурсами.

Реалізацію окремих кроків підтримки прийняття рішень проілюстровано прикладами управління ресурсом «автомобільна шина».

Список використаної літератури

1. Воробйова Ю. М., Холода Б. І. *Управління ресурсами підприємства: навч. посіб.* Київ: Центр навчальної літератури, 2004. 288 с.

2. Бондаренко О. В. *Проектування та ефективність впровадження інформаційних систем обліку, аналізу, аудиту* // Вісник ОНУ імені І. І. Мечникова. 2015. Т. 20, вип. 2/1. С. 171–175.

3. Ипполитова И. Я. *Теоретические основы управления ресурсосбережением на предприятии*

// *Экономика промышленности: сб. науч. тр.* 2004. С. 303–314.

4. О'Лири Д. *ERP системы. Современное планирование и управление ресурсами предприятия. Выбор, внедрение, эксплуатация.* 2004. 272 с.

5. *Информационные технологии в экономике и управлении* / М. И. Барабанова, В. И. Кияев, В. В. Трофимов, Е. В. Трофимова. 2011. 478 с.

6. *Прикладные нечеткие системы: пер. с япон.* / К. Асаи, Д. Ватада, С. Иваи и др.; под ред. Т. Тэрано, К. Асаи, М. Сугэно. 1993. 368 с.

7. Борисов А. Н. *Принятие решений на основе нечетких моделей* / А. Н. Борисов, О. А. Крумберг, И. П. Федоров. Рига: Зинатне, 1990. 184 с.

8. Степаненко Т. О. *Контролінг в системі управління матеріальними ресурсами підприємства* // *Ефективна економіка.* 2015. № 12 [Електронний ресурс]. Режим доступу:

<http://www.econot.u.ua/?op=1&z=4636>

9. Zongmin Ma. *Fuzzy Database Modelling with XML* / Université de Sherbrooke, Canada // *Advances in Database Systems.* 2005, Vol. 29. 209 p.

Рецензент: доктор техн. наук, професор В. В. Онищенко, Державний університет телекомунікацій, Київ.

О. А. Золотухина

ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ РЕСУРСАМИ В УСЛОВИЯХ НАЛИЧИЯ НЕСОВЕРШЕННЫХ ДАННЫХ

В статье проведен анализ ключевых особенностей принятия решений по управлению расходами ресурсов в условиях наличия несовершенных данных. Определены этапы решения задачи управления ресурсами средствами нечеткой системы поддержки принятия решений. Определены особенности формирования данных и правил, определяющих управленческие решения.

Ключевые слова: информационная система; управление ресурсами предприятия; несовершенные данные; динамическая система; поддержка принятия решений; нечеткая модель.

О. А. Zolotukhina

DECISION-MAKING ON RESOURCE MANAGEMENT IN THE PRESENCE OF IMPERFECT DATA

The article analyzes the key features of decision-making on resource management in the presence of imperfect data. The stages of the decision of the resource management problem are determined by means of the fuzzy decision support system. Persons who decide on resource supply or resource use may be different officials, ranging from workers who directly interact with resources, and ending with representatives of top management who carry out strategic management. The article deals with situations where the goals of different decision makers are contra-dictory. The peculiarities of data formation and rules defining managerial decisions are defined. Taking into account the dynamic nature of most parameters of production processes and resource characteristics, it is proposed to include in the fuzzy model linguistic variables that are responsible for the time characteristics of processes and objects of the domain. Thus, the state of resources used in technological operations or other production processes at certain moments of time forms the points of the phase space of the resource management system, and the fuzzy decision support model is complemented by time characteristics. These variables can be used both at the input and output of the decision support system. It has been found that in some cases the derived linguistic variables may not be subject to further dephasing, but used in their linguistic form. It is determined that the source data of the resource management system can be complex variables that determine the complex of further actions with the resource. The functions of the responsible for making decisions persons in the resource management system are determined. It is proposed to use various fuzzy logic operations in the aggregation phase. This makes it easy to modify the decision support model by the decision maker, without changing the model and rules. The ability to modify aggregation parameters makes the system more flexible to change the goals and criteria of the decision maker in the domain. Implementation of decision support steps is demonstrated on examples of resource management «automotive tires».

Keywords: information system; enterprise resource management; imperfect data; dynamic system; decision support; fuzzy model.