

К.В. Горбатюк

НЕЧІТКІ МОДЕЛІ ОБСЛУГОВУВАННЯ РОБОЧИХ МІСЦЬ

У статті розглянуто проблему моделювання виробничих процесів за допомогою методів теорії нечітких множин. Наведено приклад нечіткого оцінювання характеристик моделей обслуговування майстром робочих місць для встановлення нечітких норм обслуговування, визначення раціональної кількості робітників різних категорій та оптимізації виробничих процесів.

Ключові слова: моделювання виробничих процесів, нормування праці, теорія нечітких множин, нечіткі моделі, системи масового обслуговування.

Постановка проблеми. За теперішніх умов господарювання перед Україною стоїть першочергове завдання підвищення ефективності виробництва, а також застосування передових методів управління й удосконалення використання трудових ресурсів у країні. У зв'язку з цим перед українськими підприємствами стоїть завдання організації якісного управління виробничими процесами. Для досягнення успіху у виконанні цього завдання виникає необхідність застосування в управлінні виробництвом нових ефективних підходів, що неможливо без розробки і використання адекватних економіко-математичних моделей виробничих процесів, які дозволять створювати та застосовувати відповідну інформаційну базу знань для всіх типів виробництва.

Завдання моделювання виробничих процесів включає: формування виробничої програми випуску виробів підприємством; формування виробничих програм цехів, ділянок; формування моделі процесу обробки деталей або зборки складальних одиниць. Призначенням моделювання процесів виробництва є опис руху предметів праці по усіх робочих місцях їх обробки або зборки в часі. Сформована модель повинна давати відповідь на питання: де, коли і в яких кількостях повинні знаходитися в процесі виробництва деталі і складальні одиниці будь-якого найменування. Модель процесу виробництва є організуючим началом для своєчасного планування робіт на усіх робочих місцях технологічних ліній, виробничих ділянок, цехів і підприємства в цілому.

Завдання оптимізації при моделюванні виробничих процесів виникає у зв'язку з тим, що черговість обробки деталей, що приймається, істотно впливає на сукупний цикл обробки. Тому за критерій рішення задачі оптимізації береться мінімізація тривалості сукупного циклу обробки деталей й досить часто завдання оптимізації виробничих процесів зводиться саме до вибору оптимальної черговості обробки деталей на робочих місцях робітників.

У зв'язку з цим розроблено досить багато методів математичного моделювання виробничих процесів [3], що виключають необхідність оцінки усіх можливих варіантів і дозволяють автоматизувати процес вибору, оскільки реалізація завдання моделювання вручну і особливо завдання моделювання групових поточкових ліній пов'язана з великими витратами праці і часу.

З огляду на те, що будь-яке управління триває в умовах невизначеності стосовно майбутнього стану економічного об'єкту, що породжує ризик неефективного управління, коли намічені цілі управління не досягаються, постає проблема забезпечення врахування присутньої невизначеності у якісних та кількісних показниках, що характеризують умови функціонування відповідного економічного об'єкту.

Підвищити адекватність моделювання виробничих процесів можна лише тоді, коли побудовані моделі процесів праці на робочих місцях відобразатимуть реальну виробничу діяльність як за змістом робіт, так і за тривалістю. Зокрема, важливе значення у створенні моделей виробничих процесів має врахування невизначеності у провідних параметрах моделей.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останніми роками теорія нечітких множин знаходить усе більше застосування в економічних задачах. Нечітко-множинний підхід продовжує завойовувати прихильність економістів-практиків. Роботи, присвячені використанню даного підходу, досить часто публікуються у фахових виданнях [1; 2]. Сьогодні теорія нечітких множин і нечітка логіка одержали справді всесвітнє визнання. Велика заслуга в цьому належить самому Лотфі Заде, який активно пропагує свої ідеї по всьому світу.

Важливим кроком розвитку теорії нечітких множин було введення так званих нечітких чисел, які становлять собою нечіткі множини спеціалізованого виду. З їх введенням виявилось можливим прогнозувати майбутні значення параметрів, що очікувано змінюються в зазначеному діапазоні. Також було визначено набір операцій над нечіткими числами та правила їх виконання [1;2;4;5;6].

Практичний потенціал теорії нечітких множин і нечіткої логіки, їх здатність моделювати гнучкі та неточні обмеження, частковий прояв властивостей, плавний перехід з однієї ситуації в іншу, залучили до цієї галузі цілу армію спеціалістів з прикладних наук. Особливо слід виокремити моделі нечіткого управління, що знайшли широке промислове застосування.

Мета статі. Поставимо задачу побудувати модель обслуговування робочих місць на виробництві з врахуванням нечіткої природи невизначеності у параметрах одноканальної системи масового обслуговування, яку являють собою робочі місця робітників та майстра. Це дозволить отримувати прогнозні оцінки поведінки частин виробничих систем з врахуванням існуючої невизначеності в умовах реальних виробництв, що забезпечить удосконалення організації та нормування праці.

Матеріали і результати досліджень.

У спеціальній літературі поняття нечіткої множини найчастіше вводиться як пара $\bar{A} = \{x \in X, \mu_{\bar{A}}(x)\}$, де $\mu_{\bar{A}}(x)$ – функція, що визначає ступінь належності x до \bar{A} . Формально, функція належності задається відображенням: $\mu_{\bar{A}}(x): X \rightarrow [0,1]$, де X називається носієм нечіткої множини і за умови $\sup_{x \in X} \mu_{\bar{A}}(x) = 1$ – відповідна нечітка множина називається нормальною. Також у теорії нечітких множин часто використовують метод опису нечітких множин за допомогою α -рівневих множин, які є підмножинами базової множини X та описуються так: $\bar{A}[\alpha] = \{x | \mu_{\bar{A}}(x) \geq \alpha\}$ для всіх значень $\alpha \in [0,1]$. Функція належності, у загальному випадку, є формалізованим описом ступеня присутності нечіткості на деякій множині, яка, у свою чергу, являє собою носій нечіткої величини.

Конкретний вид функцій належності визначається на основі різних додаткових припущень про властивості цих функцій (симетричність, монотонність, неперервність першої похідної тощо) з урахуванням специфіки наявної невизначеності та реальної ситуації [5; 6].

Нечіткі числа з трикутною функцією належності $\mu(t)$ називаються трикутними нечіткими числами, позначаються $\bar{t} = (t_{\min} / t_c / t_{\max})$, де t_{\min}, t_{\max}, t_c – відповідно мінімальне, максимальне значення і деяка оцінка центрального

значення (математичного сподівання, моди, медіани тощо) окремого параметра та мають функцію належності:

$$\mu(t) = \begin{cases} \frac{t - t_{\min}}{t_c - t_{\min}}, & \text{для } t_{\min} \leq t \leq t_c, \\ \frac{t - t_{\max}}{t_c - t_{\max}}, & \text{для } t_c \leq t \leq t_{\max}. \end{cases} \quad (1)$$

Функція належності для нечіткої величини, що є результатом алгебраїчної операції над двома нечіткими числами $A = \{x \in [a_1; a_2], \mu_A(x)\}$ і $B = \{x \in [b_1; b_2], \mu_B(x)\}$, заданими на відповідних носіях $[a_1; a_2]$ та $[b_1; b_2]$, визначається таким чином [1]:

$$\mu_{A \circ B}(z) = \sup_U \{ \mu_A(x) \wedge \mu_B(y) \}, \quad (2)$$

де $U = \{(x, y) \in \sigma(A \times B) | x \circ y = z\}$, $\{\circ\}$ – деяка операція з набору $\{+, -, *, /\}$.

Розглянемо модель обслуговування майстром різного роду простоїв на робочих місцях [3]. Припустимо, що робоче місце призначено для верстатних робіт. На ньому може оброблятися декілька найменувань деталей упродовж зміни, а стан роботи S_0 характеризується лише оперативним часом t_{on} . Тоді решта складових норми часу буде характеризувати: переналадку верстата (стан S_1 , час t_{nz}); підналадку верстата (стан S_2 , час t_{mex}); обслуговування робочого місця верстатником (стан S_3 , час $t_{обс}$); відпочинок (стан S_4 , час $t_{відп}$).

У перерахованих станах продукція не випускається, але витрати часу входять до норми часу. Інша група станів простоїв пов'язана з відмовами обладнання й оснащення і, водночас, відмови різального інструменту враховано в стані S_2 . Крім того, необхідно врахувати стани відсутності електроенергії, пара, газу тощо. Кожному з даних станів відповідають деякі підпорядковані стани. Але сутність запропонованої методики полягає в тому, що необхідно мати всю інформацію щодо трудомісткості, термінів і вартісних витрат для повернення системи в стан S_0 (рис. 1).

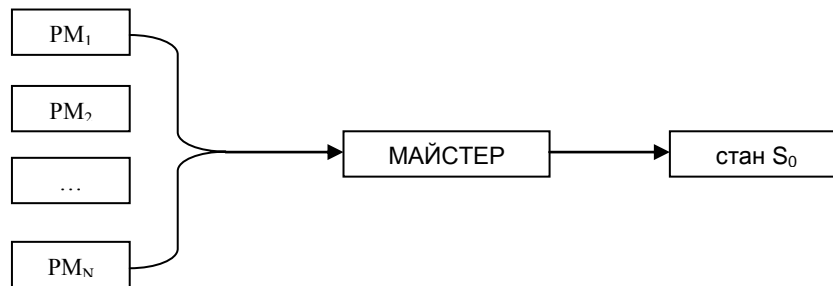


Рис. 1. Схема обслуговування робочих місць майстром

Розробка математичних моделей зі значними спрощеннями кількості можливих станів не дасть змоги впоратися з різноманітністю реальних практичних ситуацій. Тому, метою всього моделювання є створення відповідної бази знань про всі процеси у виробництві.

Стан S_0 з витратами часу та у вартісній формі можна вважати ідеальною мірою сукупної праці, якщо оперативний час t_{on} приймає нечітке значення і підтримується впродовж робочої зміни. Отже, забезпечення стану роботи S_0 повинно вкладатись у межі нечіткого значення часу $\overline{t_{on}}$. За його межами настає інший стан.

Припустимо, що система перейшла з S_0 у S_1 (переналадка обладнання). Через нечіткий час $\overline{t_{nz}}$ система повинна повернутися в S_0 , але цей процес залежить від завантаженості майстра, кількості обслуговуючих робітників та інших чинників. Тому витрати часу $\overline{t_{nz}}$ відповідають нормативним значенням, а час на очікування обслуговування необхідно визначати як операційну характеристику системи масового обслуговування (СМО) з відповідною структурою. Цей математичний апарат широко використовується у нормуванні праці та достатньо повно описано у [1].

Одна з характеристик систем масового обслуговування стосується безпосередньо визначення нечіткого значення часу знаходження в системі обслуговування $\overline{t_{np}}$. Процес обслуговування містить процеси отримання нового виробничого завдання у майстра, який обслуговує кількість робітників, що дорівнює нормі керуваності \overline{N} , яка також може бути нечіткою величиною.

Кількість заявок на обслуговування в одиницю часу $\overline{\lambda}$ залежить від величини \overline{N} , а інтенсивність обслуговування за ту саму одиницю часу $\overline{\mu}$ залежить від величини $\overline{t_{om}}$ (норма часу майстра на обслуговування одного працюючого). Для заданих величин $\overline{\lambda}$ та $\overline{\mu}$ обчислюється нечітка інтенсивність потоку подій $\overline{\rho} = \frac{\overline{\lambda}}{\overline{\mu}}$.

Витрати часу відповідно на очікування обслуговування \overline{W}_q і перебування в системі \overline{W}_s обчислюються за нечіткими параметрами за формулами [1]:

$$\overline{W}_q = \frac{\overline{\rho}}{\overline{\mu}(1-\overline{\rho})}, \quad (3)$$

$$\overline{W}_s = \frac{1}{\overline{\mu}(1-\overline{\rho})}. \quad (4)$$

Згідно (2) нами створені автоматизовані процедури знаходження результатів алгебраїчних операцій над нечіткими величинами, які дозволяють отримувати нечіткі значення результуючих показників за наведеними формулами. Наприклад, для нечітких значень $\overline{\lambda} = (1,5/2,5/3)$ надходження заявок на годину та $\overline{\mu} = (4/4,5/5)$ обслуговування заявок на годину отримаємо значення нечіткої інтенсивності потоку подій

$$\overline{\rho} = \frac{(1,5/2,5/3)}{(4/4,5/5)} = (0,3/0,55/0,75).$$

Тоді розрахуємо витрати часу на очікування обслуговування

$$\bar{W}_q = \frac{(0,3/0,55/0,75)}{(4/4,5/5)(1-(0,3/0,55/0,75))} = (0,09/0,28/0,75) \text{ год.}$$

А також знайдемо витрати часу на перебування в системі:

$$\bar{W}_s = \frac{1}{\mu(1-\rho)} = \frac{1}{(4/4,5/5)(1-(0,3/0,55/0,75))} = (1/2/3,5) \text{ год.}$$

Отже, ми отримуємо цілком обґрунтовані нечіткі оцінки для параметрів системи масового обслуговування, яку являють собою робочі місця робітників і майстра. Це дозволить позбутися трудомісткого процесу збору статистичних даних шляхом спостережень та забезпечити регулювання процесів обслуговування з врахуванням нечіткої природи невизначеності в параметрах систем виробництва.

Висновки. Таким чином, врахування невизначеності у провідних параметрах моделей виробничих процесів за допомогою методів теорії нечітких множин забезпечує опис можливих допустимих варіацій результируючих показників виробництва. Впровадження запропонованої методики у практику моделювання виробничих процесів на підприємствах дасть можливість підвищити адекватність та обґрунтованість норм праці, що, в свою чергу, підвищить якість прогнозування та планування виробництва.

Література

1. Алтунин А. Е. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях : монография / А. Е. Алтунин, М. В. Семухин. – Тюмень : Издательство Тюменского государственного университета, 2000. – 352 с.
2. Дилигенский Н. Нечеткое моделирование и многокритериальная оптимизация производственных систем в условиях неопределенности: технология, экономика, экология / Н. Дилигенский, Л. Дымова, П. Севастьянов. – М.: Машиностроение-1, 2005. – 238 с.
3. Игумнов Б. Н. Кибернетические основы построения экономических систем для предприятий: [уч. пособие.] / Б. Н. Игумнов, Т. П. Завгородняя. – Хмельницкий : ТУП, 2000. – 344 с.
4. Кандель А. Нечеткие множества, нечеткая алгебра, нечеткая статистика / А. Кандель, У. Дж. Байатт // Труды американского общества инженеров-радиоэлектроников. – 1978. – Т. 66. № 12. – С. 37–61.
5. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств: [пер. с франц.] / А. Кофман. – М. : Радио и связь, 1982. – 432 с.
6. Нечеткие множества и теория возможностей. Последние достижения: [пер. с англ. / под ред. Р. Р. Ягера]. – М.: Радио и связь. 1986. – 408 с.

Горбатюк Е.В. Нечеткие модели обслуживания рабочих мест.

В статье рассмотрена проблема моделирования производственных процессов с помощью методов теории нечетких множеств. Приведен пример нечеткого оценивания характеристик моделей обслуживания мастером рабочих мест для установления нечетких норм обслуживания, определения рационального количества рабочих разных категорий и оптимизации производственных процессов.

Ключевые слова: моделирование производственных процессов, нормирование труда, теория нечетких множеств, нечеткие модели, системы массового обслуживания.

Gorbatyuk K.V. Fuzzy models of workplace maintenance.

In the article is considered the problem of productive processes modeling by means of fuzzy sets theory methods. An example of estimation of models fuzzy descriptions of workplaces service by master is given for founding of fuzzy norms of service, determining the balanced amount of workers of different categories and productive processes optimization.

Keywords: design of productive processes, setting of labour norms, fuzzy sets theory, fuzzy models, queuing systems.

Горбатюк К.В. – канд. екон. наук, доцент кафедри автоматизованих систем і моделювання в економіці Хмельницького національного університету

Поступило до редакції 24.01.2011

Рецензент: Хрущ Н.А, докт. екон. наук, проф.

УДК 334.78

В.Г. Грінін

ВИКОРИСТАННЯ ДОСВІДУ ТРАНСНАЦІОНАЛЬНИХ АЛЬЯНСІВ І СОЮЗІВ ЄВРОРЕГІОНІВ

У статті розглядаються позитивні приклади розвитку транснаціональних альянсів в Європі, зусиллями ФПГ, ТНК, а також адміністраціями регіонів процес створення Союзів єврорегіонів в Україні.

Ключові слова: транснаціональні альянси, єврорегіони, інвестиційні ресурси, глобалізація.

Постановка проблеми. Перед створюваними в Україні корпоративними союзами, єврорегіонами гостро встає проблема: як економніше і ефективніше розпорядитися спільними ресурсами, науково-технічним потенціалом, інвестиціями? Як успішніше підготуватися і провести Євро 2012?

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Європейський досвід створення різноманітних транснаціональних альянсів, регіональних союзів в останні 20 років знайшов віддзеркалення в різних наукових статтях, монографіях українських і зарубіжних авторів. Найсвіжіший матеріал для наукового узагальнення про створення Союзів в Європі і єврорегіонів в Україні узятий з сайтів інтернету.

Мета статі вивчення і узагальнення передового досвіду європейських держав і транснаціональних корпорацій по створенню різноманітних транснаціональних альянсів, регіональних і глобальних союзів необхідно, щоб активно пропагувати і рекомендувати впроваджувати цей досвід Адміністраціям регіонів і великим корпораціям України.

Матеріали і результати досліджень. У кінці ХХ і на початку ХХІ ст. дуже поширеною стала у світовій економіці практика створення різноманітних транснаціональних альянсів.

Серед перших транснаціональних альянсів - альянс "Форд Компани" (США) і "Мазда Моторс" (Японія), які були сформовані у кінці 80-х років минулого століття. Останній альянс зіграв вирішальну роль у створенні і розвитку автомобільної компанії "Кіа Моторс" (Корея). Транснаціональні альянси практично стали розвиватися в усіх основних сферах глобальної конкуренції - телекомунікаціях, інформатиці, авіаперевезеннях, сфері послуг [4,240-241].