

УДК 65.0:681.14:519.9

О. О. Піддубна,
 старший викладач кафедри "Економічна кібернетика",
 Обласний комунальний вищий навчальний заклад "Інститут підприємництва "Стратегія"

МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЧИМ ПОТЕНЦІАЛОМ ПІДПРИЄМСТВА

Запропоновано проект прикладного рішення для розширення функціональних можливостей інформаційної системи управління підприємством щодо оптимального використання ресурсів підприємства. Розроблено алгоритм розв'язку задачі управління виробничим потенціалом підприємства на різних рівнях управління.

Applied solution project for expansion of functional abilities of enterprise management informational system for optimal enterprise resource management was suggested. Problem solution algorithm of production potential management on different management levels was developed.

Ключові слова: виробничий потенціал підприємства, інформаційна система, оптимальне управління.

ВСТУП

Для ефективного управління підприємством в сучасних умовах необхідно використовувати нові методи управління і сучасні інформаційні технології. Інформаційна система не тільки відображає функціонування об'єкта управління, а й впливає на нього через органи управління. Вона є сукупністю інформаційних процесів для задоволення потреби в інформації різних рівнів прийняття рішень. Її метою є забезпечення ефективного управління ресурсами підприємства: матеріальними, трудовими, фінансовими тощо.

Інформаційні системи, які використовуються в управлінні підприємствами регіону, — "1С:Підприємство-8", "Галактика", "Парус" тощо, — є системами класу С або ERP-системами. Всі вони мають подібну структуру, а саме сукупністю чотирьох складових:

- технологічної платформи;
- прикладних рішень різного масштабу і різного призначення, створених на основі технологічної платформи;
- методології створення прикладних рішень;
- інформаційно-технологічної підтримки користувачів і розробників.

Така структура зумовлена задачами, для яких призначені ці системи:

- забезпечення високого рівня адаптованості до вимог замовника;
- забезпечення можливості змін готового прикладного рішення розробником, який не брав участі у створенні цього рішення, що особливо важливо для прикладних рішень економічних задач;

- забезпечення ефективного використання інформаційних технологій і платформ розробником на підприємстві;

- забезпечення стандартизації розробки.

Для таких систем характерно те, що прикладні рішення і технологічні платформи чітко розмежовані. Це робить прикладні рішення відкритими і дозволяє створювати їх як окремі програмні продукти.

Під виробничим потенціалом розуміють здатність підприємства виконувати певний обсяг робіт, випускати певну продукцію, реалізовувати поставлені цілі, характерні його діяльності.

На виробничий потенціал впливають чинники як зовнішнього, так і внутрішнього характеру. Від чинників зовнішнього середовища залежить те, наскільки затребуваний виробничий потенціал певного підприємства, від внутрішніх чинників — можливість реалізації цього потенціалу. Вивчення впливу цих чинників необхідне для прийняття обґрунтованих і оперативних управлінських рішень. Це зумовлює актуальність використання математичного моделювання для управління виробничим потенціалом підприємства і розробку відповідного прикладного рішення для інформаційної системи.

МЕТА РОБОТИ

Метою роботи є проектування інформаційної системи "Управління виробничим потенціалом підприємства" для розширення функціональних можливостей діючої на підприємстві інформаційної системи щодо оптимізації використання ресурсів підприємства. Спроектowana інформаційна система доповнює функції

інформаційної системи підприємства для ефективного управління виробничим потенціалом підприємства, незалежно від того, якого класу інформаційні системи використовуються на підприємстві і в якому форматі представлені вихідні дані цих систем.

Задачами інформаційної системи "Управління виробничим потенціалом підприємства" є:

Імпортування даних з інформаційної системи підприємства за допомогою використання xml-формату.

Розрахунок основних показників ефективності використання складових виробничого потенціалу підприємства.

Формування вхідних даних для оптимального управління виробничим потенціалом підприємства на тактичному і оперативному рівнях управління.

Формування вхідних даних для задачі мінімізації часу перехідного режиму в управлінні виробничим потенціалом підприємства.

Визначення оптимальної суми коштів для розвитку складових виробничого потенціалу, яка забезпечить мінімізацію часу перехідного режиму.

Оптимальний розподіл коштів між складовими виробничого потенціалу.

РЕЗУЛЬТАТИ

Алгоритм розв'язку задачі управління виробничим потенціалом підприємства як задачі мінімізації часу виходу на граничний цикл складається з таких кроків:

1) Побудувати за статистичними даними динамічну систему виду:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = \alpha \cdot (H(x, p) - y), \\ \frac{dy}{dt} = \beta \cdot (x - \varphi(y, p)), \end{cases} \quad (1)$$

де $x(t)$ — величина вкладеного капіталу, $y(t)$ — отриманий прибуток, $p(t)$ — загальна сума коштів для розвитку складових виробничого потенціалу, H і φ — функції, які називаються характеристиками системи [1]. Визначити для (1) початкові умови

$$\begin{cases} H(\xi, p) = y_0 \\ \varphi(y_0, p) = \xi \end{cases} \quad (2),$$

ξ — рівноважне значення вкладеного капіталу.

Вихідні дані для побудови математичної моделі отримати зі звітної документації підприємства. Для визначення початкових умов або рівноважного стану підприємства розрахувати точку беззбитковості операційної діяльності підприємства і зони безпеки.

1.1. Визначити термін T , за який можливо отримати інформацію про X — величину вкладеного капіталу, Y — отриманий прибуток і P — загальну суму коштів для розвитку складових виробничого потенціалу, ($T \geq 5$).

1.2. Визначити одиницю виміру часу залежно від періодичності підготовки підприємством звітної документації, тобто Δt .

1.3. Для $t = 0$ розрахувати частку маржинального прибутку у виручці за формулою:

$$Ч_{МП} = \frac{BP - B_{3M}}{BP},$$

де $Ч_{МП}$ — частка маржинального прибутку у виручці,

BP — виручка, B_{3M} — змінні витрати на весь випуск продукції.

1.4. Розрахувати беззбитковий обсяг продажів BP_{KP} у вартісному вираженні за формулою:

$$BP_{KP} = \frac{A}{Ч_{МП}},$$

де A — постійні витрати.

1.5. Визначити зону безпеки у вартісних показниках за формулою:

$$ЗБ = \frac{BP_{\phi} - BP_{KP}}{BP_{\phi}},$$

де BP_{ϕ} — фактична виручка реалізації.

1.6. Якщо BP_{KP} є точкою беззбитковості для всіх $t = 1, 2, \dots, T$, покласти рівноважне значення вкладеного капіталу $\xi = BP_{KP}$ а y_0 — відповідне йому значення прибутку. Таким чином визначити початкові умови задачі і перейти до п.1.7. Якщо не для всіх t BP_{KP} є точкою беззбитковості, необхідно обрати інший період часу і для нових даних виконати пункти 1.3-1.6. Якщо ж з'ясується, що неможливо у такий спосіб визначити початкові умови, обчислення припинити, подальше дослідження неможливе.

1.7. Для кожного періоду визначити відповідні значення рівнів динамічних рядів: $X_t, Y_t, P_t, t = 0, 1, 2, \dots, T$;

1.8. Перевірити динамічні ряди $X_t, Y_t, P_t, t = 0, 1, 2, \dots, T$ на аномальність рівнів методом Ірвіна.

1.9. Для зручності перейти до рядів у відносній формі. Для $\{X_t\}$ і $\{Y_t\}$ взяти X_0 і Y_0 як базові і отримати ряди $\{x_t\}$ і $\{y_t\}$, де

$$x_t = \frac{X_t}{X_0}, y_t = \frac{Y_t}{Y_0}, t = \overline{1, T}.$$

Ряд $\{P_t\}$ замінити рядом $\{p_t\}$, де p_t — частка операційного прибутку підприємства, яка використовувалася для розвитку ресурсів підприємства у відповідному періоді. Отже, $p_t \in [0, 1], t = 0, 1, \dots, T$. p_0 визначити як таке, що відповідає точці беззбитковості.

Таким чином, для побудови математичної моделі виду (1) з початковими умовами (2) підготовлені вихідні дані, які представлені безрозмірними динамічними рядами ($t = 1, 2, \dots, T$):

x_t — величина вкладеного капіталу, y_t — отриманий прибуток, p_t — частка операційного прибутку підприємства, яка використовувалася для розвитку ресурсів підприємства.

1.10. Знайти функції $H(x, p)$ і $\varphi(y, p)$. Причому функцію $H(x, p)$ наближати поліномом 3-го ступеня, а $\varphi(y, p) = k \cdot \sqrt{y}$. Спочатку знайти для $H(x, p)$ допоміжну функцію $h(x)$, яка не залежить від параметру p :

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = \alpha \cdot (h(x) - y), \\ \frac{dy}{dt} = \beta \cdot (x - \varphi(y)), \end{cases} \implies \begin{cases} h(x) = \frac{1}{\alpha} \frac{dx}{dt} + y, \\ \varphi(y) = x - \frac{1}{\beta} \frac{dy}{dt}. \end{cases}$$

Замінити похідні в системі різницевиими формулами:

$$\begin{cases} \frac{x_{i+1} - x_i}{\Delta t} + y_i = c x_i^3 + d x_i^2 + u x_i + v \\ \frac{y_{i+1} - y_i}{\Delta t} + x_i = k \sqrt{y_i} \end{cases}, \quad i = \overline{0, 4}.$$

З перших чотирьох рівнянь знайти c, d, u і v , розв'язавши систему:

$$\begin{bmatrix} x_0^3 & x_0^2 & x_0 & 1 \\ x_1^2 & x_1^2 & x_1 & 1 \\ x_2^2 & x_2^2 & x_2 & 1 \\ x_3^2 & x_3^2 & x_3 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c \\ d \\ u \\ v \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{x_1 - x_0 + y_0}{\Delta h} \\ \frac{x_2 - x_1 + y_1}{\Delta h} \\ \frac{x_3 - x_2 + y_2}{\Delta h} \\ \frac{x_4 - x_3 + y_3}{\Delta h} \end{bmatrix}.$$

А з останнього рівняння знайти k , дослідивши на мінімум нев'язку:

$$D(k) = \sum_{i=0}^3 \left(\frac{y_{i+1} - y_i}{\Delta h} + x_i - k\sqrt{y_i} \right)^2 \rightarrow \min.$$

Представити

$$h(x) = cx^3 + dx^2 + ux + v = cx(x-a)(x-b) = c\psi_{a,b}(x),$$

$$\partial_e \psi_{a,b}(x) = x(x-a)(x-b).$$

$$\text{Записати для } H(x, p) = h_p(x) - h_p(\xi) + y_0$$

$$\partial_e h_p(x) = (p)\psi_{a,b}(x), \frac{d\gamma(p_0)}{dp} \neq 0, \gamma(\mu_0) \cdot \Psi_{a,b}(\xi) < 2 \frac{y_0}{\xi}.$$

Функцію (p) вибрати такою, щоб виконувалися умови теореми Хопфа, наприклад, $(p) = -p^2$. В результаті отримати такі характеристики системи (1):

$$H(x, p) = -p^2(x^3 - (a+b)x^2 + abx - \xi(\xi-a)(\xi-b)) + y_0;$$

$$\varphi(y, p) = \xi \cdot \sqrt{\frac{y}{y_0}}.$$

II) Якщо для побудованої системи існує стійкий граничний цикл, відзначити це і перейти до виконання пункту III. Якщо граничного циклу не існує, закінчити розрахунки і повідомити про відсутність граничного циклу.

II.1. Перевірити виконання умов 1-3 теореми і наслідку з розділу 2.2. Якщо ці умови виконуються тоді для системи (1) збуджується стійкий граничний цикл,

амплітуда якого $A \sim \sqrt{|p - p_0|}$. В цьому випадку перейти до пункту III. Якщо ці умови не виконуються, то це означає, що не виконуються достатні умови — умови теореми Хопфа, отже, граничного циклу не існує.

III) Сформулювати задачу про швидкодію і знайти її оптимальний розв'язок $\tilde{p}(t)$.

III.1. Задача про швидкодію:

$$J = \int_{t_0}^{t_1} dt = t_1 - t_0 \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = \alpha \cdot (-p^2(x^3 - (a+b)x^2 + abx - \xi(\xi-a)(\xi-b)) + y_0 - y) \\ \frac{dy}{dt} = \beta \cdot \left(x - \xi \sqrt{\frac{y}{y_0}} \right), \end{cases}$$

$$U^p = \{p \in KC[t_0, t_1]: 0 \leq p(t) \leq 1 \forall t \in [t_0, t_1]\}.$$

III.2. Функція Гамільтона — Понтрягіна:

$$\Gamma(x, y, p, t, \psi_1, \psi_2) = \psi_1 \alpha (H(x, p) - y) + \psi_2 \beta (x - \varphi(y, p)).$$

III.3. Спряжена система для задачі про швидкодію:

$$\begin{cases} \dot{\psi}_1 = -\psi_1 \alpha \frac{\partial H}{\partial x} - \psi_2 \beta, \\ \dot{\psi}_2 = \psi_1 \alpha + \psi_2 \beta \frac{\partial \varphi}{\partial y}, \end{cases}$$

III.4. Відповідна крайова задача:

$$\begin{cases} \dot{x} = \alpha(H(x, p) - y), \\ \dot{y} = \beta(x - \varphi(x, p)), \\ \dot{\psi}_1 = -\psi_1 \alpha \frac{\partial H}{\partial x} - \psi_2 \beta, \\ \dot{\psi}_2 = \psi_1 \alpha + \psi_2 \beta \frac{\partial \varphi}{\partial y}, \\ t_0 \leq t \leq t_1. \end{cases}$$

III.5. Розв'язати задачу умовної оптимізації:

$$\sup_{p(t) \in U^p} \Gamma(x, p, t, \psi_0, \tilde{p}) = \Gamma(x, \tilde{p}, \psi_0, \tilde{p}),$$

$$\partial_e U^p [p_0, T, \varphi_0] = \{p(t) = p_0 + \varepsilon \text{sign}[\sin(Tt + \varphi_0)]\} \subset U^p.$$

III.6. Знайти відповідне управління $\tilde{p}(t) \in U^p [p_0, \varepsilon, T, \varphi_0]$.

IV) Якщо для $\tilde{p}(t)$ виконуються умови теореми Хопфа перейти до п. V.

Перевірити для $\tilde{p}(t)$ виконання умов теореми Хопфа:

IV.1. Підставити $\tilde{p}(t)$ у $H(x, p)$:

$$H(x, \tilde{p}(t)) = h_{\tilde{p}(t)}(x) - h_{\tilde{p}(t)}(\xi) + y_0;$$

IV.2. Перевірити виконання умов:

$$\frac{d\gamma(p_0)}{dp} \neq 0 \text{ і } \gamma(\mu_0) \cdot \Psi_{a,b}(\xi) < 2 \frac{y_0}{\xi}.$$

Якщо умови виконуються, перейти до п. V.

V) Отримати оптимальні траєкторії $\tilde{x}(t)$ і $\tilde{y}(t)$ як результат чисельного інтегрування системи рівнянь (1) при оптимальній стратегії параметру $\tilde{p}(t)$.

Алгоритм розв'язку задачі оптимального розподілу додаткових інвестицій в розвиток складових виробничого потенціалу підприємства:

I) Визначити тип задачі оптимального розподілу додаткових інвестицій: розподіл інвестицій між кількома підрозділами або оптимальний розподіл між складових виробничого потенціалу одного підрозділу. Якщо перший випадок, то перейти до виконання пункту II. У другому випадку — до пункту III.

II). Вихідними даними для цієї задачі є:

N — кількість підрозділів;

$\tilde{p}(t)$ — інвестиції, які розподіляють;

s_j — стан системи на початок кожного кроку і визначити як кількість ще не розподілених інвестицій;

$f_i(x_i)$ — функції ефективності інвестицій x_i , які виділені i -му підрозділу ($i = 1, 2, \dots, M$). Функції $f_i(x_i)$ задані таблицею з вказаною дискретністю для x_i ($0 \leq x_i \leq \tilde{p}(t)$).

Загальна ефективність розподілу інвестиції оцінюється адитивною цільовою функцією:

$$W = \sum_{i=1}^N f_i(x_i).$$

II.1. Провести умовну оптимізацію для підрозділи M . Визначити всі можливі значення s_N і для кожного з них знайти x_N за умови:

$$W_N(s) = \max_{x_N} \{f_N(x_N, s)\}.$$

II.2. Провести умовну оптимізацію для підрозділів $N - 1, N - 2, \dots, 2, 1$. Знайти умовні оптимальні виграші, використовуючи рекурентне співвідношення динамічного програмування:

$$W_i(s_i) = \max_{x_i} \{f_i(x_i, s_i) + W_{i+1}(s_i - x_i)\}, i = \overline{1, N-1}$$

і відповідну послідовність умовних оптимальних управлінь:

$$\bar{x}_{N-1}, \bar{x}_{N-2}, \dots, \bar{x}_i, \dots, \bar{x}_2, \bar{x}_1.$$

II.3. Значення управління \bar{x}_1 є оптимальним управлінням x_1^* на першому кроці, а $W_1(\bar{p}(t))$ — оптимальним вирашем всієї задачі.

II.4. Знайти $s_2 = \varphi(x_1^*, \bar{p}(t)) = \bar{p}(t) - x_1^*$ і відповідне йому \bar{x}_2 . Покласти:

$$x_2^* = \bar{x}_2.$$

Знайти $s_3 = s_2 - x_2^*$ і відповідне йому \bar{x}_3 . $x_3^* = \bar{x}_3$ і т.д. до M -го кроку.

III) Вихідними даними для цієї задачі є:

n — кількість складових виробничого потенціалу;

$\bar{p}(t)$ — інвестиції, які будуть розподілені;

s_i — стан системи на початок кожного кроку і визначити як кількість ще не розподілених інвестицій;

$f_i(x_i)$ — функції ефективності інвестицій x_i , які виділяються для розвитку i -ї складової виробничого потенціалу ($i = \overline{1, 2, \dots, n}$). Функції $f_i(x_i)$ задані таблицею з вказаною дискретністю для x_i ($0 \leq x_i \leq \bar{p}(t)$).

Загальна ефективність розподілу інвестиції оцінюється мультиплікативною цільовою функцією:

$$W = \prod_{i=1}^n f_i(x_i).$$

Перейти до логарифму:

$$\tilde{W} = \ln W = \ln \prod_{i=1}^n f_i(x_i) = \sum_{i=1}^n \ln f_i(x_i)$$

і отримати випадок адитивної цільової функції і, отже, скористатися попереднім алгоритм, а після оптимізації перейти до вихідної функції.

ВИСНОВКИ

Таким чином, спроектовано інформаційну систему "Управління виробничим потенціалом підприємства" як доповнення функцій інформаційної системи підприємства для ефективного управління виробничим потенціалом підприємства, незалежно від того, якого класу інформаційні системи використовуються на підприємстві і в якому форматі представлені вихідні дані цих систем.

Спроектовані модулі пропонується використовувати

ти на підприємстві у таких випадках:

— для аналізу раціонального використання ресурсів підприємства — складових виробничого потенціалу;

— для підтримки прийняття рішень щодо корегування планів виробництва при зміні впливу факторів зовнішнього середовища;

— для розробки аргументованих пропозиції вдосконалення інструментарію стратегічного управління підприємством взагалі та при проведенні інвестиційних операцій зокрема;

— для проведення незалежної оцінки тенденцій розвитку економічного стану підприємства в режимі реального часу.

— для підтримки прийняття рішень щодо оптимального розподілу інвестицій у складові виробничого потенціалу.

Література:

1. Ситник В.Ф. Основи інформаційних систем: Навч. посібник. — Вид. 2-ге, перероб. і доп. / В.Ф.Ситник [та ін.] За ред. В.Ф.Ситника. — К.: КНЕУ, 2001. — 420 с.

2. Козырев А.А. Информационные технологии в экономике: Учебник. — Издание 3-е, перераб. и доп. — СПб.: Изд-во Михайлова В.А. — 2003. — 496 с.

3. Абдикеев Н.М. Проектирование интеллектуальных систем в экономике: Учебник / Под ред. Н.П. Тихомирова. — М.: Издательство "Экзамен", 2004. — 528 с.

4. Габец А.П. Профессиональная разработка в системе 1С:Предприятие 8 (+CD) / А.П. Габец [и др.] Под ред. М.Г. Радченко. — М.: "1С-Пабблишинг"; СПб.: Питер, 2006. — 808 с.

5. Д. Эрроумсмит, К. Плейс. Обыкновенные дифференциальные уравнения. — М.: Мир. — 1986. — 240 с.

6. Понтрягин Л.С., Болтянский В.Г., Гамкрелидзе Р.В., Мищенко Е.Ф. Математическая теория оптимальных процессов. — М.: Наука. — 1976. — 392 с.

7. Занг В. Б. Синергетическая экономика. Время и перемены в нелинейной экономической теории: Пер. с англ. — М.: Мир. — 1999.

8. Бланк И.А. Управление прибылью. — К.: "Ника-Центр", 1998. — 544 с. — (Серия "Библиотека финансового менеджера"; Вып. 2).

9. Піддубна О.О. Аналіз однієї задачі оптимального виходу на граничний цикл / В.В.Гоцуленко, О.О. Піддубна // Матеріали роботи Міжнародної конференції "Контроль і управління в складних системах" (КУСС-2008): Наук. зб.

Стаття надійшла до редакції 23.06.2009 р.

ПЕРЕДПЛАТА

ВИДАННЯ МОЖНА ПЕРЕДПЛАТИТИ З БУДЬ-ЯКОГО МІСЯЦЯ!

— ЧЕРЕЗ РЕДАКЦІЮ (ТЕЛ. 458-10-73);

— ЧЕРЕЗ ДП "ПРЕСА"
(У КАТАЛОЗІ ВИДАНЬ УКРАЇНИ);

— ЧЕРЕЗ ПЕРЕДПЛАТНІ АГЕНТСТВА: "САММІТ", "ІДЕЯ", "БЛІЦ ІНФОРМ", "KSS", "МЕРКУРІЙ", "ПРЕСЦЕНТР", "ВСЕУКРАЇНСЬКА ПЕРЕДПЛАТНА АГЕНЦІЯ", "ФЛОРА", "ПЕРІОДИКА", "КОБЗАР", "ДІАДА", "ДОНБАС ДЕ-ЮРЕ", "ДІЛОВА ПРЕСА", "ФАКТОР"