

ОПТИМІЗАЦІЙНА МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ФОРМУВАННЯ РОЗКЛАДУ ДЛЯ ПРОЦЕСУ НАВЧАННЯ ПЕРСОНАЛУ ПІДПРИЄМСТВА

Ісікова Н. П., Овсянников Р. Р.

Проанализированы подходы к моделированию формирования расписания для процесса обучения персонала предприятия. Обоснована целесообразность разработки оптимизационной математической модели формирования расписания для процесса обучения персонала предприятия. Данная оптимизационная математическая модель и построенный на ее базе алгоритм формирования расписания для процесса обучения (повышения квалификации) с отрывом от производственной деятельности персонала компании. Модель оптимизирует не только составление расписания, но и выбор наиболее эффективных программ для каждого типа персонала. В данной работе описана математическая оптимизационная модель и соответствующее алгоритмическое обеспечение для задачи формирования расписания и выбора альтернативных образовательных программ в задачах корпоративного обучения персонала, позволяет формализовать на математическом языке ряд аспектов, заложенных в перечисленных моделях.

Проаналізовано підходи до моделювання формування розкладу для процесу навчання персоналу підприємства. Обґрунтовано доцільність розробки оптимізаційної математичної моделі формування розкладу для процесу навчання персоналу підприємства. Дана оптимізаційна математична модель і побудований на її базі алгоритм формування розкладу для процесу навчання (підвищення кваліфікації) з відривом від виробничої діяльності персоналу компанії. Модель оптимізує не тільки складання розкладу, а й вибір найбільш ефективних програм для кожного типу персоналу. У даній роботі описана математична оптимізаційна модель і відповідне алгоритмічне забезпечення для завдання формування розкладу і вибору альтернативних освітніх програм в задачах корпоративного навчання персоналу, що дозволяє формалізувати на математичній мові ряд аспектів, закладених в перерахованих моделях.

Are analyzed the approaches to modeling of the formation of the timetable for the process of training the personnel of the enterprise. Is substantiated the expediency of developing of optimization mathematical model of scheduling for the training process of the enterprise personnel. Is done the optimization mathematical model and the algorithm for creating a timetable for the process of training (advanced training), built on its basis, with a separation from the production activities of the company's personnel. The model optimizes not only the scheduling, but also the selection of the most effective programs for each type of personnel. In this paper, a mathematical optimization model and the corresponding algorithmic support for the task of scheduling and selecting alternative educational programs in the tasks of corporate training of personnel is described, and it is possible to formalize in a mathematical language a number of aspects embedded in the listed models.

Ісікова Н. П.

канд. екон. наук, ст. викл. каф. ІСПР ДДМА
nat_1789@mail.ru

Овсянников Р. Р.

студент каф. ІСПР ДДМА
ovsiannikovr@mail.ru

ДДМА – Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ.

УДК 331.1

Ісікова Н. П., Овсянников Р. Р.**ОПТИМІЗАЦІЙНА МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ФОРМУВАННЯ РОЗКЛАДУ ДЛЯ ПРОЦЕСУ НАВЧАННЯ ПЕРСОНАЛУ ПІДПРИЄМСТВА**

В умовах сучасних темпів інноваційного економічного розвитку навчання персоналу займає особливу позицію серед напрямків адаптації бізнесу до умов, що змінюються і реалізації перспективних стратегічних рішень. Як показує досвід найбільш успішних вітчизняних і зарубіжних компаній, інвестиції в персонал, створення умов для зростання працівників і підвищення їх професійного потенціалу досить часто дає більш високу віддачу, ніж кошти, спрямовані на рішення виключно виробничих завдань. Сьогодні дуже швидко змінюються як зовнішні умови (економічна політика держави, законодавство і система оподаткування, з'являються нові конкуренти тощо), так і внутрішні умови функціонування організації (реструктуризація підприємств, стратегії і організаційна структура багатьох компаній технологічні зміни, поява нових робочих місць та ін.), що ставить більшість компаній перед необхідністю підготовки персоналу до роботи в нових умовах. Змінюються також і принципи, на основі яких реалізується управління персоналом. Нові організаційні стратегії вимагають внесення істотних коректив в систему кадрового менеджменту, і навчання персоналу в цих умовах стає ключовим елементом процесу управління персоналом.

Проблеми дослідження управління процесом навчання персоналу завжди знаходилися в центрі уваги науковців: Т. В. Азарнова [1, 2], В. Н. Буркова [3], І. Л. Каширіна [4], Т. А. Аверіна [5] Н. В. Горбунова [6] та інших. Проте, незважаючи на високий науковий рівень робіт, окремі аспекти цієї багатогранної проблеми залишаються недостатньо дослідженими, зокрема формування розкладу для процесу навчання персоналу підприємства.

Метою даної статті є розробка оптимізаційної математичної моделі формування розкладу для процесу навчання персоналу підприємства.

Професійне навчання орієнтоване на підвищення рівня професійних компетенцій, оволодіння технічними даними за професією, більш глибоке розуміння технології виробництва [1, 2]. Характерною рисою сучасної освіти є його безперервний, що підтримує, перспективний характер. Ефективно управляти організацією безперервного освітнього процесу в масштабах всієї компанії або окремого підрозділу можна тільки на основі ретельного планування даного процесу [4]. Освітні процеси повинні вбудовуватися в основні виробничі і управлінські цикли компанії і відповідати цілям розвитку бізнесу.

Перейдемо до безпосереднього опису моделі формування розкладу і альтернативного вибору програм в задачах корпоративного навчання персоналу. Мета моделювання полягає в складанні оптимального розкладу, в якому буде відображатися вибір програм навчання для кожного співробітника, період початку і закінчення навчання за даними програмами. Планування (складання розкладу) здійснюється на T тимчасових періодах ($j = 1, \dots, T$ – номери періодів планування).

Розглянемо групу з N співробітників, які повинні пройти навчання протягом деякого планового періоду часу. Позначимо номери співробітників, $i = 1, \dots, N$, для кожного співробітника передбачений список програм навчання $k = 1 \dots K_i$. Програми відрізняються тривалістю, методикою і метою. Передбачається, що кожен співробітник може за плановий період пройти не більше однієї програми навчання. Позначимо за q_i^k – кількість періодів часу, необхідне для навчання i -го співробітника по k -й програмі навчання. Продуктивність співробітника

до проходження програми позначимо через r_i . Розглядається спрощена статична модель, вважається, що продуктивність співробітника до проходження програми навчання є постійною, після проходження програми різко зростає і, згодом також залишається на постійному рівні [3]. Позначимо p_i^k процентне збільшення продуктивності після навчання i -го співробітника по k -й програмі.

Відомо, що під час навчання виконання посадових обов'язків співробітника припиняється, тому організація несе певні втрати. Всі витрати на навчання $C^k(r_i)$ компенсує організація.

Введемо в розгляд змінні моделі:

$$Z_{ij}^k = \begin{cases} 1, & \text{якщо для } i\text{-го співробітника вибрана } k\text{-та програма в } j\text{-й період} \\ 0, & \text{в іншому випадку.} \end{cases}$$

Значення змінних моделі відображають і оптимальне рішення проблеми вибору програм для кожного співробітника, і моменти початку навчання за програмами.

Перейдемо до опису обмежень і цільової функції моделі.

Обмеження 1. Кожному співробітнику за період планування може бути запропоновано проходження не більше однієї програми:

$$\sum_{j=1}^T \sum_{k=1}^{K_i} Z_{ij}^k \leq 1, \quad i = 1, \dots, N \quad (1)$$

Обмеження 2. На кожен період часу $j = 1 \dots T$ підприємство планує певний обсяг роботи. Тому при формуванні програм навчання з відривом від виробництва потрібно враховувати необхідність виконання плану робіт B_j :

$$\sum_{i=1}^N \left[\left(1 - \sum_{i=1}^j \sum_{k=1}^{K_i} Z_{ij}^k \right) + \sum_{k=1}^{K_i} (1 + p_i^k) r_i \left(1 - \sum_{i=T}^{j-q_i^k+1} Z_{ij}^k \right) \right] \geq B_j, \quad j = 1, \dots, T. \quad (2)$$

Обмеження 3. Організація має окремий фонд коштів M , які направляються на навчання. Вартість програм навчання для всіх агентів за всі періоди не повинна перевищувати ці кошти:

$$\sum_{j=1}^T \sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^{K_i} Z_{ij}^k C^k(r_i) \leq M. \quad (3)$$

Навчання співробітників направлено на підвищення кваліфікації та за рахунок кваліфікації продуктивності. В якості цільової функції моделі розглядається максимізація сумарної продуктивності співробітників на кінець планового періоду:

$$\sum_{i=1}^N r_i \left(1 + \sum_{k=1}^{K_i} p_i^k \sum_{j=1}^T Z_{ij}^k \right) \rightarrow \max. \quad (4)$$

Виходячи з отриманої цільової функції і обмежень, модель формування розкладу в заданні корпоративного навчання персоналу набуде вигляду:

$$\sum_{i=1}^N r_i \left(1 + \sum_{k=1}^{K_i} p_i^k \sum_{j=1}^T Z_{ij}^k \right) \rightarrow \max.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^N \left[\left(1 - \sum_{j=1}^T \sum_{k=1}^{K_i} Z_{ij}^k \right) + \sum_{k=1}^{K_i} \left(1 + p_i^k \right) \cdot \left(1 - \sum_{j=1}^{j-q_i^k+1} \sum_{i=T}^T Z_{ij}^k \right) \right] \geq B_j, \\ \sum_{j=1}^T \sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^{K_i} Z_{ij}^k C^k(r_i) \leq M; \\ \sum_{j=1}^T \sum_{k=1}^{K_i} Z_{ij}^k \leq 1, \end{array} \right. \quad (5)$$

$$Z_{ij}^k = \{1,0\}, \quad i=1..N, \quad j=1..T, \quad k=1..k_i.$$

Формалізована модель відповідає цілочисельній задачі лінійного програмування (ЦЗЛП) з нулевими змінними. Ставиться мета перебування значень:

$$Z_{ij}^k = \{1,0\}, \quad i=1..N, \quad j=1..T, \quad k=1..k_i,$$

при яких досягається максимальне значення сумарної продуктивності співробітників після проходження програм навчання. Для вирішення отриманого цілочисельного завдання лінійного програмування розроблено спеціальний алгоритм, заснований на методі гілок і меж.

Структура обмежень цілочисельного завдання лінійного програмування представлена на рис. 1. Стовпці таблиці відповідають змінним моделі. Упорядкування змінних здійснюється відповідно до вкладеності – порядок співробітників (порядок програм для співробітників (порядок періодів планування)). У структурі коефіцієнтів обмежень спостерігається блочність (зафарбовані клітинки таблиці відповідають нульовим коефіцієнтам).

Зупинимося на таких аспектах методу гілок і меж стосовно отриманої задачі: способі розгалуження множин і способі формування оціночної завдання.

Розгалуження множин здійснюється за значеннями змінних:

$$Z_{ij}^k = \{1,0\}, \quad i=1..N, \quad j=1..T, \quad k=1..k_i.$$

Перше розгалуження здійснюється за значеннями змінної Z_{11}^1 . Ліва гілка при розгалуженні будь-якої вершини відповідає значенню $Z_{ij}^k = 1$ обраної для розгалуження змінної, права гілка відповідно $Z_{ij}^k = 0$. Вибір значення $Z_{ij}^k = 1$ по лівій гілці істотно скорочує розмірність завдання, оскільки автоматично при такому виборі все змінні $Z_{sp}^l = 0, \forall s = i, p \neq j, l \neq k$. Вибір же $Z_{ij}^k = 0$ на правій гілці скорочує розмірність завдання тільки на одну змінну. Тому при вирішенні завдання вибирається лівобічний метод обхід дерева. Схема розгалуження представлена на рис. 2.

Для отримання оцінок вершин в роботі використовується побудова двоїстої задачі. Для прикладу наведемо двоїсту задачу для кореневої вершини:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^T B_j + M + \sum_{i=1}^N Z_i &\rightarrow \max; \\ \sum_{j=1}^T a_{j1} y_j + w_1 y_{j+1} + Z_1 &\leq C_{11}; \end{aligned}$$

$$\sum_{j=1}^T a_{jk_2} y_j + w_{k_2} y_{j+1} + Z_1 \leq C_{1k_2};$$

$$\sum_{j=1}^T a_{j(Tk_2)} y_j + w_{(Tk_2)} y_{j+1} + Z_1 \leq Z_{1Tk_2};$$

$$\sum_{j=1}^T a_{j(Tk_2)+T} y_j + w_{(Tk_2)+T} y_{j+1} + Z_1 \leq C_{1Tk_2+T};$$

$$\sum_{j=1}^T a_{j(N-1)TK_N+(K_N-1)T+T} y_j + w_{(N-1)TK_N+(K_N-1)T+T} y_{j+1} + Z_1 \leq C_{1K_N+T};$$

$$y_i = \{1,0\}, \quad i = 1..T + N + 1. \tag{6}$$

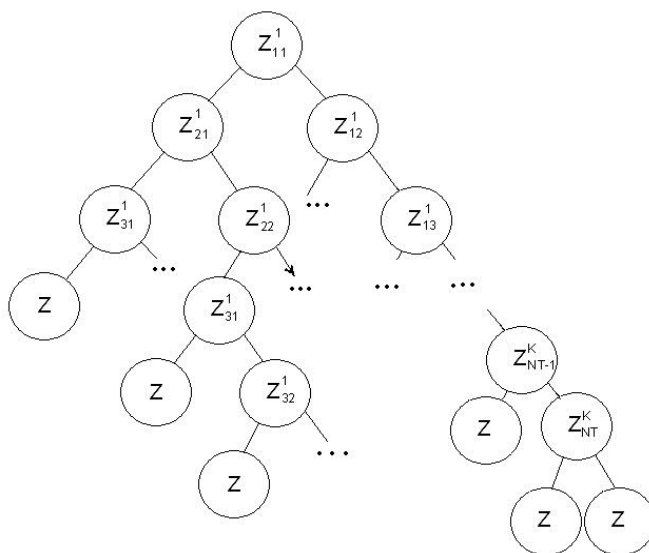


Рис. 2. Схема розгалуження

Структура двоїстої задачі дозволяє знайти ряд допустимих точок в даній задачі. Вид допустимих точок і схема отримання рішення двоїстої задачі показана на рис. 3. Наведемо приклади таких допустимих точок:

$$y_1 = \max \left\{ \frac{C_{11}}{a_{11}}, \dots, \frac{C_{1K_1}}{a_{1K_1}}, \dots, \frac{C_{1K_N+T}}{a_{1(N-1)TK_N+(K_N-1)T+T}} \right\}, y_2 = 0, w_{(N-1)TK_N+(K_N-1)T+T} = 0. \tag{7}$$

$$y_1 = 0, \dots, y_n = \max \left\{ \frac{C_{11}}{a_{11}}, \dots, \frac{C_{1K_1}}{a_{1K_1}}, \dots, \frac{C_{1K_N+T}}{a_{1(N-1)TK_N+(K_N-1)T+T}} \right\}, w_{(N-1)TK_N+(K_N-1)T+T} = 0. \tag{8}$$

Допустимі варіанти можна отримати також за умови, що $y_1, \dots, y_T = 0; w_i = 1; i = 1..NTK$. При обчисленні значень цільової функції двоїстої задачі в отриманих приватних варіантах формується оцінка цільової функції вихідної задачі.

Вище наведена двоїста задача для кореневої вершини. Вихідні та двоїсті завдання для вершин, одержуваних при розгалуженні, легко виходять відповідно до умов розгалуження.

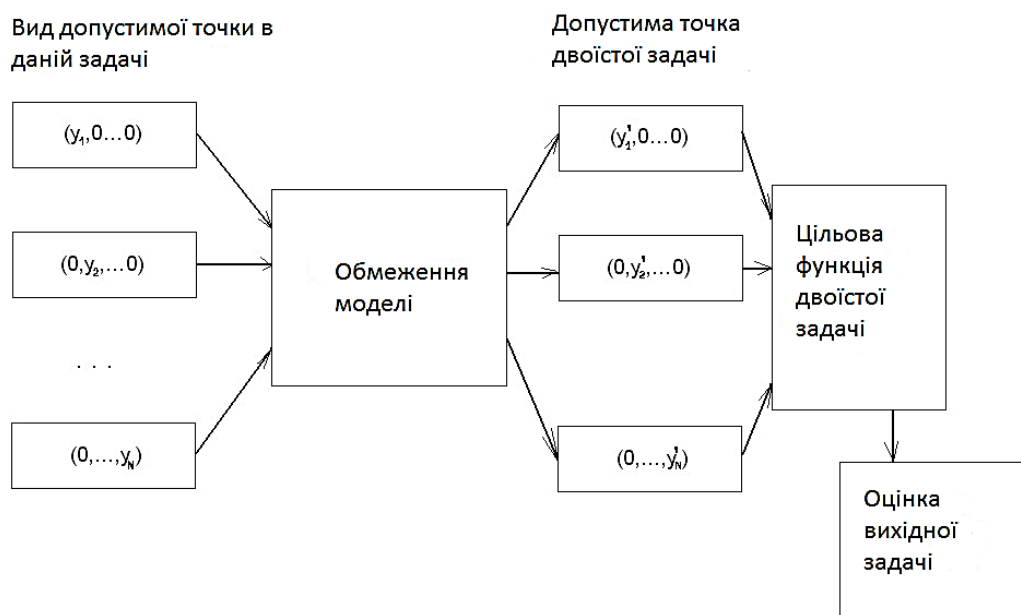


Рис. 3. Схема отримання рішення двоїстої задачі

ВИСНОВКИ

Програми навчання та підвищення кваліфікації є в роботі сучасних підприємств невід'ємною частиною процесу управління розвитком персоналу. Економічна і соціальна ефективність даних програм залежить від багатьох факторів (підбору програм, правильного формулювання цілей і завдань програм, індивідуальних оцінок готовності до проходження програм, планування програм) і оцінюється по відомим моделям Філіпса, Тайлера, Скрівенса, Стафлєбіма, Мак Гі і іншим. У даній роботі описана математична оптимізаційна модель і відповідне алгоритмічне забезпечення для завдання формування розкладу і вибору альтернативних освітніх програм в задачах корпоративного навчання персоналу, що дозволяє формалізувати на математичній мові ряд аспектів, закладених в перерахованих моделях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Азарнова Т. В. Процедура обработки экспертной лингвистической информации при формировании моделей компетенций сотрудников коллекторского подразделения банка / Т. В. Азарнова, Р. В. Рындин, И. Н. Терновых // Современная экономика: проблемы и решения. – 2012. – № 3. – С. 117–129.
2. Азарнова Т. В. Повышение эффективности методов управления развитием персонала на основе нейросетевых моделей и нечетких экспертных технологий / Т. В. Азарнова, В. В. Степин, И. Н. Щепина // Вестник Воронежского государственного университета. – 2014. – № 3. – С. 121–130. – (Серия «Экономика и управление»).
3. Бурков В. Н. Модель динамики трудовых ресурсов / В. Н. Бурков, Л. Г. Перфильева, А. А. Тихонов // Механизмы функционирования организационных систем : теория и приложения. – М. : ИПУ, 1982. – С. 120–124.
4. Каширина И. Л. Применение генетических алгоритмов для составления расписания учебных занятий / И. Н. Каширина, И. Л. Ухин // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. – 2015. – № 2 (7). – С. 229–235. – (Серия «Управление строительством»).
5. Аверина Т. А. Корпоративная культура, ее типология и особенности управления / Т. А. Аверина, Е. А. Авдеева // Экономика и менеджмент систем управления. – 2013. – Т. 7. – № 1.1. – С. 124–134.
6. Горбунов Н. В. Роль непрерывного обучения в повышении эффективности деятельности предприятия. – М. : Издательство: ООО «Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ», ДАЙДЖЕСТ-ФИНАНСЫ, 2007. – № 3. – С. 61–64.

Стаття надійшла до редакції 29.11.2017 р.