

Карпенко Ігор Ігорович

Магістр, випускник кафедри економічної кібернетики та інформаційних систем

Київський національний торговельно-економічний університет, Київ

ОПТИМІЗАЦІЯ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ ПІДПРИЄМСТВА ЗА НЕЧІТКО ЗАДАНИХ ОБМЕЖЕНЬ

***Анотація.** Розглянуто проблему оптимізації виробничої програми за допомогою методів теорії нечітких множин. Наведено приклад нечіткої лінійної оптимізаційної моделі виробничої програми підприємства із гнучкими обмеженнями виробничих ресурсів. Обґрунтовано необхідність і доцільність впровадження в практику роботи підприємств даної моделі.*

Ключові слова: *виробнича програма; оптимізація; планування на підприємстві; нечітка логіка*

***Аннотация.** Рассмотрена проблема оптимизации производственной программы предприятия с использованием методов теории нечетких множеств. Приведен пример нечеткой линейной оптимизационной модели производственной программы предприятия с гибким ограничением производственных ресурсов. Обоснована необходимость и целесообразность внедрения в практику работы предприятий данной модели.*

Ключевые слова: *производственная программа; оптимизация; планирование на предприятии; нечеткая логика*

***Abstract.** The article is devoted to the review of existing and development of new approaches to optimization of production plans of industrial enterprises. It were done analyses of advantages and disadvantages of optimization by one criterion of the production program of the industrial enterprise. The problem of optimization's enterprise's production program by means of fuzzy sets theory methods is considered in the article. The fuzzy logic methods for constructing the model of production program of the industrial enterprise are adapted. It were developed methodical fundamentals of fuzzy linear optimization of intra-industrial plans of the industrial enterprise. Fuzzy linear optimization's model of the enterprise's production program is considered as an example. The model of mathematical optimization of production plan, when unit's standard costs and restrictions on inventory are set as fuzzy numbers, is developed. The necessity and expediency of introduction in practice of their work for this model are substantiated.*

Keywords: *production program; optimization; planning at the enterprise; fuzzy logic*

Постановка проблеми

Одним із першочергових завдань сучасного управління виробництвом в Україні є підвищення ефективності шляхом застосування в управлінні нових ефективних підходів і використання адекватних економіко-математичних моделей виробничих процесів.

Ключова проблема, що стоїть перед керівництвом підприємства, це планування та реалізація виробничої програми підприємства. Виробнича програма підприємства визначає склад, кількість і обсяг продукції, яка повинна бути виготовлена в плановому періоді і поставлена споживачам. Відображаючи головне завдання

господарської діяльності, вона є головним розділом планів підприємства. Всі інші розділи планів розробляються згідно з виробничою програмою і спрямовані на забезпечення її виконання.

Виробнича програма – головний розділ загального плану підприємства, що визначає необхідний обсяг виробництва продукції, її номенклатуру та асортимент в плановому періоді відповідно до вимог плану продажу. Даний план зумовлює завдання, що постають з точки зору ресурсного забезпечення його реалізації (впровадження в дію нових виробничих потужностей, забезпечення потреби в матеріалах, формування відповідного трудового колективу, здійснення інвестицій тощо).

Розробка ефективної виробничої програми є одним із вирішальних факторів успіху промислового підприємства в мінливому ринковому середовищі.

Аналіз останніх досліджень

Аналіз праць вітчизняних та зарубіжних авторів показав, що найбільш розповсюдженою є однокритеріальна оптимізація виробничої програми підприємства [1; 3]. При цьому в ролі критерію оптимальності зазвичай застосовується один із показників бухгалтерського прибутку підприємства – валовий, чистий, маржинальний прибуток або прибуток від реалізації.

Суттєвим недоліком такого підходу є, насамперед, вимушена спрощеність економічної місії підприємства, повне ігнорування неекономічних цілей виробництва і т. ін. У результаті отримані рекомендації часто втрачають практичну цінність. Одним із методів вирішення природних протиріч, що виникають в планово-економічній роботі, є багатоцільовий підхід до розробки виробничої програми. В більшості випадків недоречно спрямовувати зусилля на досягнення лише однієї мети, часто локальної. Необхідно прагнути розробити якісний план, який буде зорієнтований на досягнення декількох важливіших цілей промислового підприємства.

Особливу увагу слід приділити переходу від оптимізації за умов визначеності із використанням детермінованих моделей до оптимізації за умов невизначеності та нечіткої вхідної інформації.

Мета статті

Метою проведеного дослідження є розробка економіко-математичної моделі формування оптимальної виробничої програми підприємства з врахуванням нечіткості вхідної інформації.

Виклад основного матеріалу

Оптимальна виробнича програма – це програма, яка відповідає структурі ресурсів підприємства та забезпечує найкращі результати його діяльності за визначеним критерієм. Оптимізацію виробничої програми здійснюють з метою планування оптимальної структури номенклатури продукції та визначення максимально можливого обсягу виробництва продукції та економічної межі нарощування виробництва.

Кожне підприємство розробляє свою виробничу програму самостійно.

Детерміністичний підхід до формування виробничої програми передбачає, що критерії та цілі задач прийняття рішень є повністю кількісно визначеними. Такий підхід можна вважати

невиправдано спрощеним в умовах ринкової економіки, оскільки на практиці часто доводиться приймати управлінські рішення за умов невизначеності.

Задача прийняття рішень називається задачею нечіткого математичного програмування, якщо в описі множини альтернатив та в описі її критеріальної функції міститься нечіткість [2].

Альтернативним підходом до моделювання діяльності суб'єктів господарювання є використання теорії нечітких множин та лінгвістичного моделювання, що дає змогу формалізувати знання і судження фахівців та експертів під час прийняття управлінських рішень. Проте питання застосування теорії нечітких множин до моделювання виробничої програми підприємства є недостатньо розробленими як у науковому, так і в практичному аспектах.

Основне припущення класичної теорії множин передбачає, що певний елемент належить або не належить множині, тобто, функція належності до множини має вигляд:

$$\mu(x) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } x \in X \\ 0, & \text{якщо } x \notin X \end{cases},$$

де X – певна множина; $\mu(x)$ – функція належності до множини X .

На відміну від класичного, нечіткий підхід розглядає функцію належності як суб'єктивну міру впевненості експерта у тому, що певне задане значення належить нечіткій множині, тобто $\mu(x) \in [0, 1]$.

Методи нечіткої математики були розроблені для опису навколишнього світу. Більшість понять, якими оперують люди під час повсякденної діяльності за своїм змістом, є нечіткими. Нечіткість проявляється у постановці майже будь-якої реальної задачі. Нечіткість є властивою самій природі людського спілкування. Навіть, якщо виключити емоційний аспект сприйняття інформації суб'єктом, залишається невизначеність в інтерпретації таких слів як «більше», «менше» тощо. Коли виробництво однієї одиниці продукції займає «приблизно одну годину» – ми маємо справу із нечітко визначеною вхідною інформацією. Коли менеджер підприємства виконує завдання «суттєво підвищити» обсяг збуту продукції – він виконує нечітку інструкцію. Навіть формально чіткі поняття можуть сприйматися людиною як нечіткі.

Врахування всіх цих очевидних властивостей об'єктивної дійсності та розробка адекватного математичного апарату для роботи з ними безумовно дозволяє розробити більш гнучкі та адекватні економіко-математичні моделі.

Застосування теорії нечітких множин дозволяє формалізувати ситуації, коли виробник може вказати наявний гарантований обсяг запасів

сировини для виробництва продукції та можливі її додаткові обсяги (наприклад, на складі у випадках, коли сировина швидко псується) або можливі обсяги її додаткових поставок (наприклад, за умов дефіциту певного виду ресурсів).

Лінійна оптимізаційна модель виробничої програми підприємства має вигляд:

$$z(x) = \sum_{j=1}^n p_j x_j \rightarrow \max, \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^n p_j x_j \geq \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m q_i a_{ij} x_j + \sum_{j=1}^n \sum_{r=1}^R v_r l_{rj} x_j + b, \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq B_i, \quad i = \overline{1, m}, \quad (3)$$

$$x_j \leq D_j, \quad j = \overline{1, n}, \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^n l_{rj} x_j \leq W_r, \quad r = \overline{1, R}, \quad (5)$$

$$\sum_{j=1}^n k_{tj} x_j \leq U_t, \quad t = \overline{1, T}, \quad (6)$$

$$x_j \geq 0, \quad j = \overline{1, n}, \quad (7)$$

де x_j – обсяг виробництва j -ї продукції; P_j – ціна одиниці j -ї продукції; a_{ij} – нормативні витрати i -го виробничого ресурсу на виготовлення одиниці j -ї продукції; q_i – ціна одиниці i -го виробничого ресурсу; v_r – ціна одиниці r -го виду трудових ресурсів; l_{rj} – норма витрат r -го виду трудових ресурсів на виготовлення одиниці j -ї продукції; k_{tj} – норма використання устаткування t -го виду на виготовлення одиниці j -ї продукції; b – постійні витрати; B_i – наявний обсяг i -го виробничого ресурсу; D_j – попит на j -у продукцію; W_r – наявний обсяг трудових ресурсів r -го виду; U_t – максимально можлива потужність устаткування t -го виду.

При гнучких обмеженнях виробничих ресурсів залежність (3) можна замінити на (3а) та (3б):

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \approx B_i + Q_i, \quad i = \overline{1, m_1}, \quad (3a)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq B_i, \quad i = \overline{m_1 + 1, m}. \quad (3b)$$

У (3а) межа B_i може змінюватися до $(B_i + Q_i)$, де $Q_i \geq 0$ і різним відхиленням від значення B_i приписуються різні межі допустимості, причому чим більше це відхилення, тим менша його міра допустимості. Співвідношення “ \approx ” слід інтерпретувати як “не порушую, але залишаю в будь-якому випадку меншим або рівним $(B_i + Q_i)$ ”.

Нечітка лінійна оптимізаційна модель виробничої програми підприємства із гнучкими обмеженнями виробничих ресурсів має вигляд:

$$\lambda \rightarrow \max, \quad (8)$$

за умов (2), (3б), (4)-(7) та

$$q_0 \lambda - \sum_{j=1}^n p_j x_j \leq -(w_0 - q_0), \quad (9)$$

$$Q_i \lambda + \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq B_i + Q_i, \quad i = \overline{1, m_1}, \quad (10)$$

$$\lambda \geq 0, \quad (11)$$

де значення w_0 і q_0 ($w = w_0 - q_0, w_0 \leq \bar{w}$) обираються особою, що приймає рішення (ОПР) після розв’язку задач:

$$\underline{w} = \max z(x) \text{ за умов (1)-(7) та } \quad (12)$$

$$\bar{w} = \max z(x) \text{ за умов (1)-(7), із заміною (3)} \quad (13)$$

на $\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq B_i + Q_i, \quad i = \overline{1, m_1}$ та $\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq B_i, \quad i = \overline{m_1 + 1, m}$.

Модель дозволяє отримати компромісний розв’язок задачі пошуку оптимального обсягу виробництва продукції на основі так званих “песимістичного” та “оптимістичного” розв’язків, використовуючи відповідно у обмеженні (3) нижню та верхню межі запасів сировини. Фактично компромісний розв’язок є наслідком вибору ОПР певної допустимої для неї міри належності функції

$$g_i(x) = \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j, \quad \text{де } 0 < \mu_i(g_i) < 1 \text{ для } B_i < g_i(x) < B_i + Q_i.$$

Запропоновано економіко-математична модель була реалізована у відповідному програмному продукті, розробленому засобами MS Excel та VBA.

Висновки

Підсумовуючи зазначене вище, можна зробити висновок, що застосування теорії нечітких множин для розв’язання задачі оптимізації виробничої програми підприємства в сучасних умовах дає можливість підвищити ефективність управлінських рішень щодо планування виробничої програми.

Список літератури

1. Глушков В.М. До питання про системну оптимізацію в багатокритеріальних задачах лінійного програмування [Текст] / В.М. Глушков // Кібернетика – 1982. – №3 – С. 3 – 8.
2. Zadeh L.A. *Computing With Words. Principal Concepts and Ideas.*// Berlin: Springer - 2012.
3. Орлов О. І. Планування діяльності підприємства. / О.І. Орлов – Л.: "Регрес". – 2002. – 139 с.
4. Сявавко М.С. Лінійні моделі виробництва за умов нечіткої вхідної інформації [Текст] / М. С. Сявавко // Вісник Львівського національного університету, 2005.– №34 – С. 552-561.

References

1. Glushkov, V. M. (1982). *To issue of system optimization in multiobjective problems linear programming.* Cybernetic : 3, 8.
2. Zadeh, L. A. (2012). *Computing With Words. Principal Concepts and Ideas* // Berlin: Springer.
3. Orlov, O. I. (2002). *Planning for businesses* – 139.
4. Syavavko, M. S. (2005). *Linear models of production in terms of fuzzy input information.* News of LNU : 34, 552-561.

Стаття надійшла до редколегії 20.10.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Т.П. Подчасова, Київський національний торговельно-економічний університет, Київ.