

В. В. Самсонов, К. Т. Н.

V. Samsonov

ДЕЯКІ ПРОЦЕДУРИ СИСТЕМНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ

ФОРМУВАННЯ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ

ПІДПРИЄМСТВА

SOME PROCEDURES OF SYSTEM OPTIMIZATION OF PRODUCTION PROGRAM BUILDING OF THE ENTERPRISE

В статті розглядаються питання реалізації ідеології системної оптимізації, яка була запропонована академіком В. М. Глушковим, для задач формування виробничої програми підприємства. На практиці розв'язання задачі оптимізації виробничої програми не можливе, тому що директивні завдання не сумісні з існуючими можливостями підприємства. Виникає необхідність сумісного розгляду комплексу задач, який включає задачу оптимізації виробничої програми і задачі удосконалення виробничих потужностей та організації виробництва. Пропонується людино-машинна технологія розв'язання цього комплексу задач у структурі багаторівневої ієрархічної системи, що відповідає реальному плануванню, розглянути формальні процедури цієї людино-машинної технології.

Ключеві слова: *виробнича програма, системна оптимізація, багаторівнева ієрархічна система, задачі координації та самокерування, задача лінійного програмування.*

The article deals with problems of implementation of the ideology of system optimization that was proposed by academician V. M. Glushkov for tasks of the company production program building. In practice, solving of optimization task for the production program is not possible, so that policy objectives are not compatible with the existing capabilities of the enterprise. There is a need for joint consideration of the complex tasks, including the task of production program optimization and the task of improvement of production capacity and organization of production. A human-machine technology to

solve this complex problem in the structure of multilevel hierarchical systems is proposed that meets with real planning. The formal procedures of this human-machine technology are considered.

Keywords: production program, system optimization, multilevel hierarchical system, problems of coordination and self-governing, linear programming problem.

Розглянемо процес формування виробничої програми підприємства в дворівневій ієрархічній системі, де перший рівень – виробничі підрозділи, а другий – керівництво (рис. 1). Система має наступні позначення: \bar{U} - вектор керуючих впливів від підсистеми верхнього рівня; \bar{Z} - вектор узагальненої інформації до керуючої підсистеми верхнього рівня; \bar{S} - вектор прямих зв'язків підсистем одного рівня ієрархії; верхній індекс векторів позначає підсистему, з якої він виходить; нижні індекси позначають номер рівня та підсистеми, в яку вектор входить. Під підсистемою 0, яка розташована поза системи, що розглядається, розуміємо директивний орган або «ринок», який формує директивні вимоги.

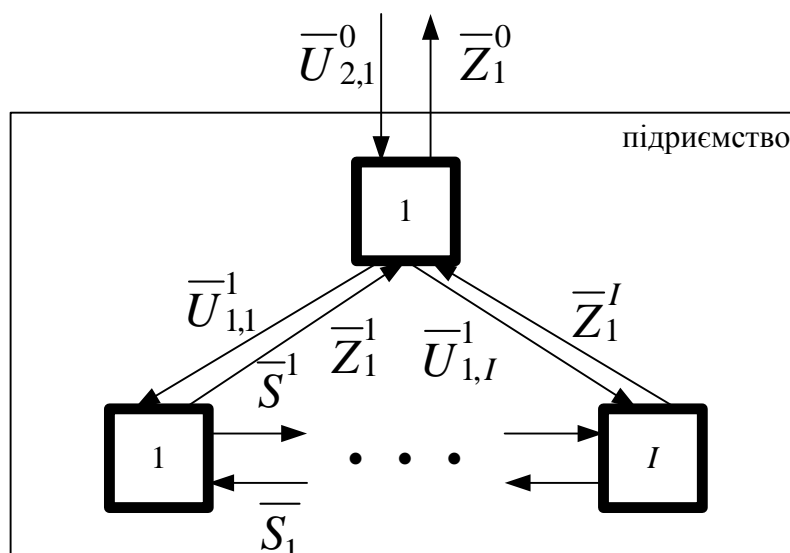


Рис. 1. Дворівнева ієрархічна система керування підприємством

Перша підсистема другого рівня розв'язує дві типові задачі [1]: самокерування – формування заходів по удосконаленню організації виробництва і потужностей, прогресивних напрямів використання ресурсів і фондів з метою виконання вектору директивних завдань $\bar{U}_{2,1}^0$; координації – формування виробничої програми підприємства та директивних завдань для підпорядкованих підсистем нижчого рівня з урахуванням їх можливостей і зацікавленості в рішеннях, які формулюються. Підсистеми першого рівня розв'язують тільки задачі самокерування.

Задача координації першої підсистеми другого рівня (формування виробничої програми підприємства) може бути представлена як пошук вектору \bar{X} випуску об'ємів продукції по сукупності лінійних критеріїв \bar{F}

$$\bar{F} = \left\{ f_l(x) = \sum_{j=1}^n c_{lj} x_j \rightarrow \max, l \in I = \{1, \dots, M\}, j = 1, \dots, n \right\}, \quad (1)$$

з урахуванням обмежень

$$D_0 = \left\{ \begin{array}{l} D_0^{tex} = \left\{ x : \sum_{j=1}^n a_{ij}^0 x_j \leq b_i^0, x_j \geq 0, i \in Q_1 = \{1, \dots, m_1\}, j = 1, \dots, n \right\}, \\ D_0^{mic} = \left\{ x : \sum_{j=1}^n a_{ij}^0 x_j \leq b_i^0, x_j \geq 0, i \in Q_2 = \{m_1 + 1, \dots, m_2\}, j = 1, \dots, n \right\}, \\ D_0^{tep} = \left\{ x : \sum_{j=1}^n a_{ij}^0 x_j \geq b_i^0, x_j \geq 0, i \in Q_3 = \{m_2 + 1, \dots, m_3\}, j = 1, \dots, n \right\} \end{array} \right. \quad (2)$$

$$G = \left\{ x : \sum_{j=1}^n a_{lj}^q x_j \leq b_l^q, x_j \geq 0, l \in L = \{1, \dots, H\}, j = 1, \dots, n \right\}, \quad (3)$$

де D_0 – область допустимих рішень, яка визначається наступними власними можливостями підприємства: D_0^{tex} – технологічними, котрі формуються по технологічним нормам виготовлення виробів по Q_1 видам робіт (групам обладнання, професіям робітників) підпорядкованих підсистем, а обмеженнями b_i^0 є вікові фонди часу їх праці; D_0^{mic} – матеріально-технічного забезпечення, котрі формуються по нормам витрат матеріальних та інших ресурсів по Q_2 видах виробництв

підпорядкованих підсистем, а обмеженнями b_i^0 є фонди, які визначаються першою підсистемою другого рівня; D_0^{tep} - техніко-економічних показників, які формуються по Q_3 випускам виробництв окремих підпорядкованих підсистем, а їх b_i^0 обмеження визначаються підсистемою 0 третього рівня, міністерством або ринковими відношеннями; G – область допустимих рішень, яка визначається директивними вказівками 0 підсистемою третього рівня; a_{ij}^0, a_{ij}^q - нормативні коефіцієнти використання i -их ресурсів і формування i -их директив при виробництві j -го виробу; b_i^q - кількісна міра i -го директивного завдання.

Розв'язання задачі координації дозволяє визначити виробничу програму випуску фінальних виробів підприємства і додаткові обсяги виробництва структурних підрозділів, підсистем першого рівня.

До числа основних складностей розв'язання задачі (1)-(3) слід віднести:

- багатокритеріальність, коли за види ресурсів (2) і директивні вказівки (3) відповідальні різні функціональні служби підприємства, які мають свою зацікавленість у рішеннях, що приймаються. У той же час задача (1)-(3), як правило, орієнтована на одну із служб (плановий відділ);

- різко збільшується об'єм початкової інформації по відношенню до традиційно існуючих евристичних задач, більшої часткою якої "не володіє" особа, що приймає рішення (ОПР) або функціональна служба, в інтересах якої виконується комплекс розрахунків формування виробничої програми. Вони не можуть бути орієнтовані, як правило, на підготовку і формування початкової інформації для задачі (1)-(3). Все це визначає високу трудомісткість процесу збору, аналізу і підготовки початкової інформації і знижує ефективність розв'язання оптимізаційних розрахунків.

Внаслідок завдання високих темпів виробництва (вектор директив \bar{b}^q), відхилення структури виробничих завдань (вектор \bar{X}) від структури потужностей об'єкту (вектор \bar{b}^0) розв'язання задачі (1)-(3) часто неможливо із-за несумісності систем обмежень (2) і (3), $D_0 \cap G = \emptyset$. В цій ситуації перед підприємством стоїть не задача знаходження оптимального плану, а задача ефективного удосконалення організації виробництва і потужностей з метою виконання установлених директив, тобто досягнення стану, при якому $D_0 \cap G \neq \emptyset$.

Врахування завдань удосконалення організації виробництва і потужностей в задачі (1)-(3) приводить до збільшення числа змінних, тобто крім вектору \bar{X} необхідно включити матриці A_0^{tex} - технологічних, A_0^{mtc} - матеріально-технічних, A_0^{te} - техніко-економічних нормативних витрат (на виконання, відповідно, технологічних видів робіт, використання ресурсів на виготовлення одиниці виробу або формування техніко-економічного показника), вектор C - коефіцієнтів цільових функцій та вектор b^0 - фондів роботи працівників, обладнання, об'ємів ресурсів і значень техніко-економічних показників. В такій постановці задача стає нелінійною, розмірність її збільшується за рахунок опису областей зміни A_0, C, b^0 , виникає проблема наявності ефективних математичних методів її розв'язання. При наявності таких методів виникає необхідність завчасної підготовки всіх можливих варіацій змін зазначених параметрів моделі (опис областей зміни A_0, C, b^0), що є не можливим в реальному плануванні. Це можливе виконати лише цілеспрямовано в конкретних виробничих ситуаціях в процесі формування проекту плану, тобто задача може бути розв'язана в людино-машинній технології.

В свій час академіком В. М. Глушковым була запропонована системна оптимізація [2], яка дозволяє об'єднувати різні функціональні задачі в єдину технологію формування оптимальних планових рішень. В основі цієї людино – машинної технології складання і оптимізації планів

закладені наступні принципи: багатокритеріальність; цілеспрямована покрокова зміна області допустимих рішень D_0 ; області директив G ; міжрівневого погодження планових рішень по зміні пар (D_0, G) ; послідовної агрегації нормативів в багаторівневій ієрархічній системі планування; проектування динамічних моделей в статистиці.

Реалізація ідеї системної оптимізації можлива при створенні людино-машинної технології планування, де здійснюється не тільки процес оптимізації планових рішень при існуючих виробничих вимогах, але і цілеспрямована зміна цих вимог з метою досягнення заданих директив. Останнє повинно бути описано в технології, яка розглядається системою моделей, що і визначило назву цього підходу.

В основі технології лежать наступні типові задачі:

- базова оптимізаційна задача формування виробничої програми (1)-(3);

- виділення множини Q_0 обмежень (2), які не виконуються при заданих директивах (3);

- побудова області P необхідних змін параметрів a_{ij}^0, b_i^0 обмежень Q_0 ;

- побудова нової області D_i сумісної з G , яка включає задачі оптимізації вибору варіантів окремих параметрів обмежень Q_0 або задачу оптимізації удосконалення організації виробництва і потужностей;

- побудова області P_0 зміни параметрів обмежень Q_0 із фізичних і економічних міркувань, $P \cap P_0 \neq \emptyset$;

- задача міжрівневої взаємодії, яка спрямована на зміну директивних завдань G або пари (D_0, G) .

Важливим моментом в процесі виділення множини Q_0 обмежень (2), як і в послідовній технології формування виробничої програми є спосіб завдання бажаного рішення, області G . ОПР задає бажане для нього рішення через вектор \bar{X}^* і значення критеріальних функцій

$\bar{F}^* = \{f_l(x^*), l \in I\}$ або тільки через бажані значення критеріальних функцій $\bar{F}^* = \{f_l^*, l \in I\}$. При цьому $\bar{X}^* \notin D_0$, тобто задача (2)-(4) не має рішення. При першому способі завдання G технологія розв'язання включає наступні кроки: виділення Q_0 , які порушуються при підстановки $x_j = x_j^*, j \in \{1, 2, \dots, n\}$ в систему обмежень (2); виділення області P зміни параметрів обмежень Q_0 такою, щоб точка \bar{X}^* стає допустимої в новій області D_1 ; побудова області P_0 здійснюється із фізичних можливостей зміни параметрів обмежень Q_0 ; при $P \cap P_0 \neq \emptyset$ побудова області D_1 .

Для знаходження змін параметрів $\Delta a_{pj}^0, \Delta b_p^0, p \in Q_0$ може бути, як зазначене в [3], розв'язана задача

$$\min_{\Delta \bar{a}, \Delta \bar{b}} c(\Delta \bar{a}, \Delta \bar{b}), \Delta \bar{a}, \Delta \bar{b} \in P \cap P_0, \quad (5)$$

де $\Delta \bar{a} = \{\Delta a_{pj}^0, p \in Q_0, j = 1, \dots, n\}, \Delta \bar{b} = \{\Delta b_p^0, p \in Q_0\}$, C - матриця витрат пов'язана з змінами параметрів моделі. При неможливості побудови функції витрат (5) пошук $\Delta a_{pj}^0, \Delta b_p^0, p \in Q_0$ зводиться до багатокритеріальної задачі, в якій кожен параметр є окремим критерієм, а пошук на області D_1 рішення x^k , при якому $f_l(x^k) \geq f_l^*$, де хоч би одно обмеження строге.

При другому способі завдання області G технологія розв'язання відрізняється тим, що виникає необхідність установлення спочатку сумісності системи обмежень

$$\sum_{j=1}^n c_{lj} x_j \geq f_l^*, l \in I. \quad (6)$$

Якщо система (6) несумісна, то виникає необхідність повторення технології по зміні параметрів цільових функцій, яка викладена вище. Ця зміна повинна здійснюватися відносно точки $x^{*(k)}$, яка відповідає бажаним значенням критеріальних функцій $\overline{F^*} = \{f_l^*, l \in I\}$. Якщо система (6) сумісна або стала сумісною, точка $x^{*(k)}$ задовольняє, тоді повторюється технологія перетворення області D_0 в область D_1 відносно точки $x^{*(k)}$.

При завданні ОПР своїх бажань через інтервали значень змінних $d_{jn} \leq x_j \leq d_{jb}, j = 1, \dots, n$ в [3] розглядаються технології перетворення D_0 в D_1 в залежності від розташування паралелепіпеда $\Pi = \prod_{j=1}^n [d_{jn}, d_{jb}]$ відносно області D_0 .

ОПР свої бажання може задавати також через діапазон значень критеріальних функцій

$$f_{l(n)} \leq \sum_{j=1}^n c_{jl} x_j \leq f_{l(b)}, l \in I \quad (7)$$

або у вигляді дискретного набору бажаних рішень X^D , яки не належать D_0 . Технологія побудови D_1 в останньому випадку зводиться до побудови D_1 відносно:

- кожної точки X^D ;
- найменшого діапазону, який включає всі точки X^D ;
- бажаного значення функції цілі f^* ;
- діапазону значень критеріальних функцій, де верхні і нижні межі визначені гіршими і кращими значеннями критеріїв на множини X^D .

При неможливості побудови D_1 , яка відповідає умовам $G \cap D_1 \neq \emptyset$, виникає необхідність повернення до органу керування вищого рівня, який визначив директивне завдання G , з метою їх зміни. Цей процес повинен мати покроковий характер зміни директив і виділення допоміжних ресурсів, поки задача (1)-(3) не буде розв'язана. Кроки вибираються із

числа рішень, які є допустимими, моделлю органу керування вищого рівня.

При сумісності систем обмежень (2), (3) для розв'язання задачі (1)-(3) використовується людино-машинна процедура оптимізації по різних комбінаціям критеріїв f_i , $i \in I$ в межах області D_0 . Якщо покращенню якого-небудь критерію заважають деякі обмеження, то процес розв'язання може бути продовжено за рахунок включення до нього послідовних кроків зміни цих обмежень.

В багаторівневої ієрархічної системи планування процес формування оптимальних рішень кожним об'єктом кожного рівня складається із послідовності цілеспрямованих змін області допустимих рішень D_0 з метою сумісності нової області D_1 з областю директив G , яка встановлена органом управління вищого рівня, і визначення директив підпорядкованим об'єктам. В кінцевому підсумку, на кожному рівні встановлюються узгоджені між собою пари (D_1, G) , в котрих $D_1 \cap G \neq \emptyset$. Вище розташований рівень оцінює також значення критеріїв оптимізації рішень, які одержані підпорядкованими об'єктами, і можливості їх подальшої оптимізації. Критеріями оптимізації можуть бути компоненти агрегованого кінцевого продукту, номенклатура якого задається об'єктом вищого рівня, а в якості точки G є необхідний план виробництва на період планування. Кожна зміна області допустимих рішень повинно супроводжуватися взаємопов'язаною в багаторівневій ієрархії планування системою рішень, які реально забезпечують припускаємі зміни. Принцип супроводження рішення вище розташованого органу управління відповідними рішеннями підпорядкованих органів всієї ієрархії планування, використання неформальних знань ОПР в процесі оптимізації планових розв'язань визначає технологію системної оптимізації як технологію реального планування.

Розв'язання задачі координації першої підсистеми другого рівня дозволяє визначити річний план завантаження окремих виробництв

підпорядкованих підсистем і в цілому план цієї підсистеми. Задача самоуправління сумісно з задачею пошуку обмежень Q_0 області D_0 (дефіцитних ресурсів, вузьких місць виробництва) дозволяє формувати прогресивні значення параметрів технологічних, матеріально-технічних, техніко-економічних обмежень і параметрів цільових функцій.

Отримані в результаті розв'язання задачі самоуправління параметри є основою для формування нової моделі координації, а недопустимість останньої – підставою для пошуку управляючих рішень в задачі самоуправління, чим і визначається взаємозв'язок названих задач в підсистемі.

Для узгодження планових рішень підсистем різних рівнів ієрархії будується комплекс моделей, які розраховують специфіку кожного рівня в комплектації фінальних виробів, технологічних можливостей, можливостей матеріально-технічного забезпечення і формування техніко-економічних показників. Якщо на рівні підприємства виробнича програма розглядається як план завантаження структурних підрозділів, то на рівні підсистем першого рівня як план завантаження окремих виробництв, обладнання і професій робітників. У відповідності з цим здійснюється агрегація номенклатури виробів, ресурсів і нормативів.

Технологія формування проекту плану виробництва підсистеми повинна включати блок моделей підготовки розрахункових і допоміжних показників, необхідних для оптимізаційних розрахунків і для повного заповнення відповідних форм представлення проекту плану на кожній стадії планування [4].

Створення програмних засобів підтримки розглядаємої людино - машинної технології системної оптимізації пов'язано з розв'язанням ряду проблем. Однією із них є велика розмірність задач типу (1)-(3). В основу розробки алгоритмів рішення таких задач може бути покладено метод послідовного аналізу і відсіву варіантів, який дозволяє послідовно зменшувати розмірність за рахунок локалізації оптимального базису.

Метод пошуку компромісного рішення багатокритеріальних задач потребує знаходження найкращого значення кожного із критеріїв на області D_0 або D_1 , тобто розв'язання 2/1 однокритеріальних задач, що збільшує не тільки загальний час розв'язання задачі, але і час чекання ОПР відповіді на кожній ітерації завдання ним у тій чи іншій формі бажаних значень критеріальних функцій. З метою усунення цього недоліку для даного класу задач може бути використана процедура зовнішньої апроксимації множини Парето в просторі критеріїв, що дозволяє до сеансу діалогу в автоматичному режимі підготувати модель, з якою буде ефективно працювати з точки зору часових витрат.

Таким чином, запропонована людино-машинна технологія планування дозволяє комплексно визначити об'єми виробництва, завдання по удосконаленню виробничих потужностей та організації виробництва, узгодити рішення, які приймаються різними функціональними службами, з метою виконання директивних завдань або прийнятих зобов'язань підприємством. Вона включає до складу як формальні процедури, так і «інтелект» ОПР по окремим питанням формування виробничої програми і відповідає реальному плануванню.

ЛІТЕРАТУРА

1. Махалевич В.С., Волкович В.Л. Вычислительные методы исследования и проектирования сложных систем. – М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. литер., 1982, 286 с.
2. Глушков В. М. Основы безбумажной информатики. - М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. литер., 1982, 552 с.
3. Глушков В.М., Михалевич В.С., Волкович В.Л., Доленко Г.А. К вопросу системной оптимизации в многокритериальных задачах линейного программирования. – Кибернетика, 1982, № 3, с. 3-8, 17
4. Самсонов В.В. Модель формирования производственной программы предприятия в изменяющихся условиях // Сборник научных

трудов ИК АН УССР «Модели развития региональных систем в
изменяющихся условиях», К., 1991, с.42-46