

**Д. В. Прохоренко**

## **СИНТЕЗ СТРУКТУРИ ОРГАНІЗАЦІЙНОГО МЕХАНІЗМУ УПРАВЛІННЯ ПРОМИСЛОВИМ ПІДПРИЄМСТВОМ**

*У роботі представлено теоретико-множинний підхід до синтезу системи обробки інформації й управління промисловим виробництвом, який дозволяє максимально узагальнено підійти до проблеми опису складних систем.*

**Ключові слова:** ієрархічна система, опуклі множини, підмножини, нерухома точка, керованість, управління підприємством, синтез структури, організаційне управління.

### **Вступ**

У зв'язку з переходом на економічні методи управління промисловістю намічено новий перспективний етап комплексної автоматизації виробництва на основі створення і використання систем обробки інформації і управління (СОІУ), в яких реалізуються основні напрями технічного прогресу в промисловості: інтеграція проектування і виготовлення об'єктів виробництва (ОВ); управління виробничими системами; вдосконалення організації виробництва на базі широкого застосування багатоцільового технологічного устаткування.

Основні завдання синтезу СОІУ, як ієрархічних систем управління виробництвом, відповідають державним науково-технічним програмам, сформульованим у Законі України "Про науково-виробничу діяльність". Тому ця робота актуальна.

На підставі аналізу даних, приведених в літературних джерелах [1 – 4] встановлено, що в цей час синтез структури СОІУ виконується:

1. З використанням агрегатно-декомпозиційного підходу [1], що містить послідовну декомпозицію виконуваних системою цілей, функцій і завдань; агрегування (об'єднання) елементів на відповідному рівні деталізації для генерування варіантів побудови системи на основі вибраних критеріїв ефективності.

2. Параметризацією початкового завдання за розмірністю вектора керування змінних для окремих елементів, які входять до складу непростого об'єкта [2]. Критерій оптимальності параметризованого завдання експоненціально залежить від його розмірності й містить коефіцієнти, що враховують складність алгоритмів оптимізації різних рівнів системи управління.

3. На зображенні системи у вигляді графа сигналів. В основі методологічного рішення цієї задачі полягає ідея послідовного розширення структури системи шляхом приєднання до заданої структури частини, яка її доповнює, надаючи системі необхідних властивостей [3].

4. На основі евристичних правил, що нерідко приводять до структурно-тупикових систем [4].

Загальні недоліки відомих підходів – величезні витрати і недосконалість, що вимагають подальшого доопрацювання і, які не завжди закінчуються задовільними результатами.

Метою статті є розробка чітко формалізованого методу, заснованого на теоретико-множинних конструкціях.

Об'єктом дослідження є процес синтезу структури управління виробництвом.

Предмет досліджень – апарат і математичні моделі прийняття рішень.

Для вирішення поставленого завдання використовували методи теорії системного аналізу, синтезу й оптимізації організаційних структур.

Наукова новизна роботи полягає в розробці підходів і методів автоматизованого синтезу структури СОІУ.

Вирішення представленої задачі базується на теоретико-множинному підході, в основі Наукові праці ВНТУ, 2009, № 1

якого лежить представлення системи у вигляді сукупності множини елементів, відповідна структура яких визначається як сукупність поверхонь різних класів і множини з'єднань, визначеної на елементах структури, а процедура синтезу у вигляді теоретико-множинних операцій над множинами [4].

### Основна частина

Структуру системи обробки інформації й управління (СОІУ) промисловим підприємством (ПП) можна подати у вигляді сукупності організаційних систем (ОС), інформаційно-керувальних систем (ІКС) і виконавчих систем (ВС) (рис. 1).

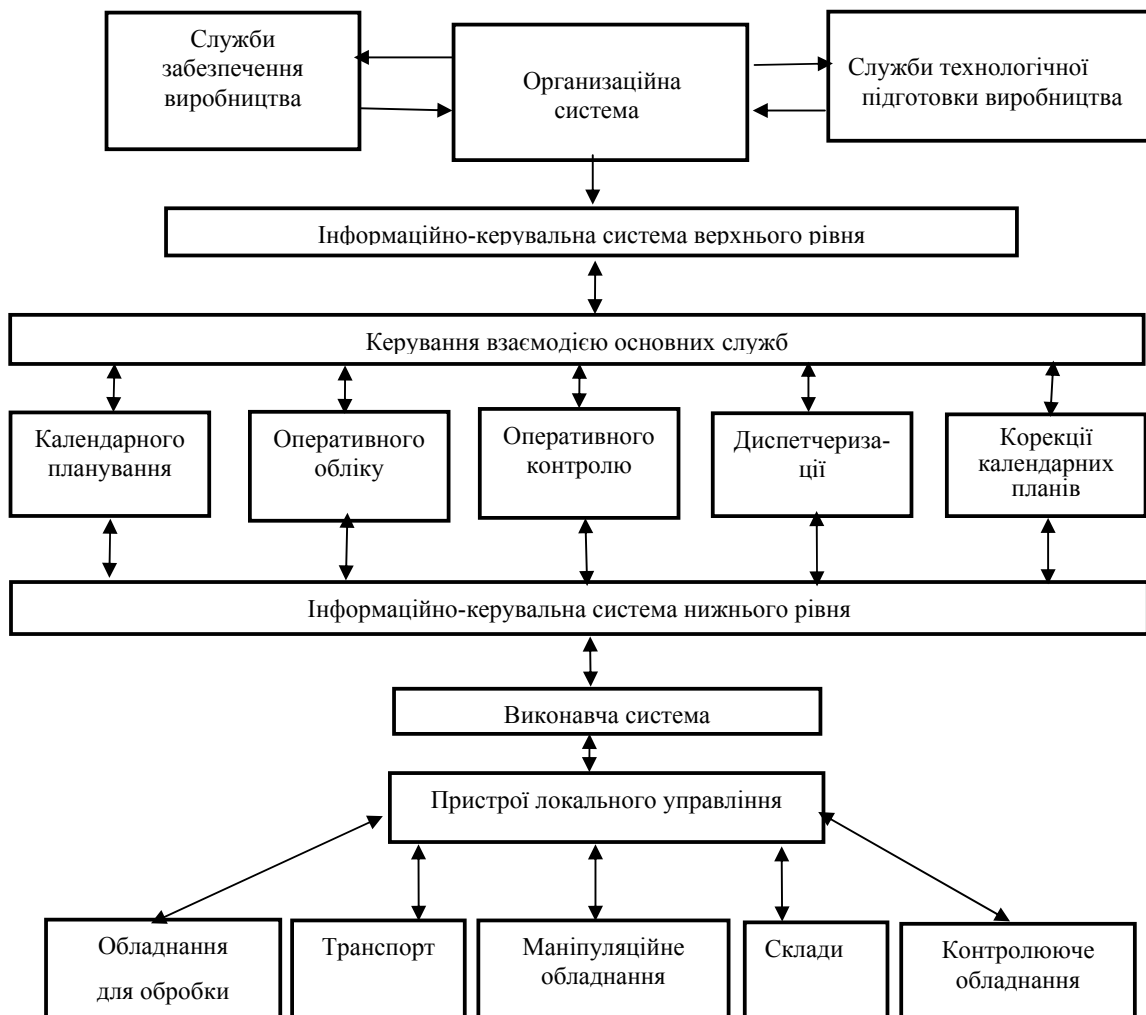


Рис. 1. Функціональна схема організаційного механізму управління промисловим виробництвом

Організаційна система (ОС) – сукупність засобів і методів, що визначає цілі і критерії функціонування ПП на основі цільового завдання і його поточного стану. Основна функція ОС – формування для ІКС формалізованого цільового завдання. Для її реалізації потрібен ряд допоміжних функцій: отримання і аналіз інформації від ІКС про стан системи; отримання й інтерпретація цільових завдань з верхніх рівнів управління; отримання програм обробки і описів маршрутів техпроцесів від автоматизованої системи технологічної підготовки виробництва (АСТПВ) [3] на нові об'єкти обробки і занесення їх до бібліотеки

ІКС і до бази даних. При цьому організаційна система повинна підтримувати працездатність ПП при станах системи, на які не розрахована ІКС, для цього вона має виконувати наступні функції: розпізнання екстремальних ситуацій; прийняття рішень для їх усунення, забезпечення реакції на різні запити з вищих рівнів управління, тобто здійснювати отримання запитів, забезпечувати їх формалізацію для ІКС, передачу даних з ІКС до вищої системи управління.

Виконавча система (ВС) – сукупність виконавчих засобів, які здатні забезпечити виконання всіх необхідних операцій заданого набору з планових завдань. Виконавчі засоби – всі види устаткування і люди з навиками роботи. Вхідними параметрами для ВС є матеріальні потоки (заготовки, інструмент, пристосування), планове завдання й інформація про незавершене виробництво.

Іформаційно-керуюча система (ІКС) – система, що забезпечує взаємодію керуючих елементів між собою в процесі виконання цільового завдання відповідно до цілей і критеріїв функціонування, заданих організаційною системою. Керованими параметрами є порядок і терміни запуску у виробництво всіх операцій з планового завдання.

Для синтезу оптимальної структури СОІУ використаний теоретико-множинний підхід, який є одним з найбільш ефективних, оскільки забезпечує можливість найповніше наділяти отримані конструкції конкретними математичними структурами і максимально узагальнено підійти до проблеми опису складних систем, до яких відносяться СОІУ.

При цьому ми виходили з поняття системи  $S$  як підмножини декартового добутку деякого сімейства множин:

$$\{V_i | i \in I\} \quad S \subset \prod_{i=1} V_i,$$

де  $I$  – множина індексів, зважаючи на існування глобальної реакції системи;

$$R : X \times \prod_{i \in I_1} V_i \rightarrow \prod_{j \in I_2} V_j,$$

де  $I_1 \cup I_2 = I$  и  $I_1 \cap I_2 = \emptyset$ ;

$X$  – деяка абстрактна множина, що називається множиною станів.

Ієрархічна  $n$ –рівнева система  $U$  є п'ятіркою:

$$U = (X, Z, \Omega, \varphi, \psi) \quad (1)$$

де  $X$  – множина станів системи є декартовим добутком множин  $X = \prod_{i=1}^n X_i$ .

Множина управлінь  $Z$  і множина зовнішніх впливів  $\Omega$  є множинами відображень:

$$\forall z \in Z \quad z : X \rightarrow X,$$

$$\forall \omega \in \Omega \quad \omega : X \rightarrow X.$$

Причому

$$Z = \prod_{i=1}^n Z_i, \quad \Omega = \prod_{i=1}^n \Omega_i,$$

так що

$$z(x) = (z_1(x_1), z_2(x_2), \dots, z_n(x_n));$$

$$\omega(x) = (\omega_1(x_1), \omega_2(x_2), \dots, \omega_n(x_n)),$$

для усіх  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in X$ , де  $z_i \in Z_i : X_i \rightarrow X_i$ ,  $\Omega_i \in \omega_i : X_i \rightarrow X_i$ .

Вважатимемо, що множини  $Z_i$  і  $\Omega_i$  містять елемент  $\wedge$  такий, що  $\wedge(x) = x$ , для усіх  $x \in X_i$  і для  $i = 1, 2, \dots, n$ .

Далі

$$\varphi : X \rightarrow P(X), \psi : X \rightarrow P(Z),$$

де  $P(X)$  – сукупність усіх не порожніх підмножин множини  $m$ ,  $\varphi$  і  $\psi$  є діагональними добутками

$$\varphi = \Delta_{i=1}^n \varphi_i, \psi = \Delta_{i=1}^n \psi_i$$

відображень

$$\varphi_i : X \rightarrow P(X_i), \psi_i : X \rightarrow P(Z_i), (i = 1, 2, \dots, n).$$

Тому для кожного  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$   $\varphi(x) = \prod_{i=1}^n \varphi_i(x)$ ,  $\psi(x) = \prod_{i=1}^n \psi_i(x)$ ,  $\varphi_i(x)$  визначаються значеннями багатозадачних відображень

$$\varphi_{ki} : X_k \rightarrow P(X_i), (k = 1, 2, \dots, n), \quad (2)$$

як перша не порожня множина в послідовності

$$A_n \subseteq A_{n-1} \subseteq \dots \subseteq A_1,$$

$$A_m = \bigcap_{k=1}^m \varphi_{ki}(x_k), (m = 1, 2, \dots, n).$$

Аналогічно  $\psi_i(x)$  – перший не порожній переріз

$$B_m = \bigcap_{k=1}^m \psi_{ki}(x_k)$$

в послідовності

$$B_n \subseteq B_{n-1} \subseteq \dots \subseteq B_1.$$

Таким чином, ієрархічну систему (1) можна розглядати як систему, що складається з  $n$  - рівнів ( $i = 1, 2, \dots, n$ )

$$U_i = (X_i, Z_i, \Omega_i, \{\varphi_{ij}\}, \{\psi_{ij}\}_{1 \leq j \leq n}) \quad (3)$$

Називатимемо множину  $X_i$  множиною станів  $i$ -го рівня,  $Z_i$  – множиною можливих управлінь  $i$ -м рівнем і  $\Omega_i$  – множиною зовнішніх впливів на  $i$ -й рівень.  $\varphi_{ij}(x)$  можна інтерпретувати як множину станів  $j$ -го рівня, що задовольняє вимоги  $i$ -ого рівня, що знаходиться в стані  $x \in X_i$ . Зокрема множину  $\varphi_{ij}(x)$  називатимемо власною метою  $i$ -го рівня, що відповідає його стану  $x$ . Якщо  $\varphi_{ij}(x) = X_j$ , то це означатиме інваріантність станів  $x$   $i$ -го рівня до станів  $j$ -го рівня (відсутність цільових вказівок).

Множина  $\psi_{ij}(x)$  є множиною допустимих управлінь на  $j$ -ому рівні, що визначаються станом  $x$  рівня  $U_i$ . Відсутність обмежень на керованість  $j$ -м рівнем з боку рівня, що знаходиться в стані  $x$ , виражається рівністю  $\psi_{ij}(x) = Z_j$ .

Відображення  $\varphi_i$  і  $\psi_i$  визначають пріоритетність рівнів (3). Дійсно, при визначенні значення  $\varphi_i(x)$  (відповідно  $\psi_i(x)$ ) ( $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ ) перш за все враховуються елементи множини  $\varphi_{1i}(x_1)$ , потім  $\varphi_{2i}(x_2)$  і т. ін. до  $\varphi_{ni}(x_n)$  (відповідно  $\psi_{1i}(x_1), \psi_{2i}(x_2), \dots, \psi_{ni}(x_n)$ ).

Зберігаючи прийнятну індексацію, ми говоритимемо, що рівень  $U_k$  є вищим відносно до  $U'_k$ , якщо  $k < k'$  ( $U_k > U'_k$ ). Отже, можна говорити про впорядковану множину рівнів (3) системи

$$U_1 > U_2 > \dots > U_n,$$

взаємозв'язок яких як зверху вниз, так і знизу до верху характеризується функціями  $\varphi_{ij}$  і  $\psi_{ij}$  ( $i, j = 1, 2, \dots, n$ ) і не обмежується при цьому взаємодіями між сусідніми рівнями.

Стан  $x$  системи  $U$  називатимемо ідеальним (або розв'язком системи), якщо  $x$  є нерухомою точкою багатозначного відображення, тобто  $x \in \varphi(x)$ . Якщо множина нерухомих точок відображення  $\varphi$  непорожня, то система  $U$  називається розв'язуваною.

Ієрархічна система потенційно керована в стані  $x$ , якщо існує таке управління  $z \in \psi(x)$ , що  $z(x) \in \psi(z(x))$ , і повністю керована в стані  $x$ , якщо  $\forall \omega \in \Omega \exists z \in \psi(x)$  таке, що  $z(\omega(x))$  – нерухома точка відображення  $\varphi$ .

У загальному випадку під управлінням ієрархічною системою можна розуміти кінцеву послідовність управлінь, яка приводить стан  $x$  системи в стан  $x_p$ , так що

$$z_i(x) = x_1, z_l(x_{l-1}) = x_l \quad (l = 1, 2, \dots, h).$$

Якщо ввести вагову функцію

$$f: Z \rightarrow R$$

множини  $Z$  у множину дійсних чисел, то можна говорити, наприклад, про „вартість” управлінь і вирішувати задачу про оптимальне управління в ієрархічних системах.

Для вирішуваної системи  $U$  необхідно, щоб  $F_{ix} \varphi_{11} \neq 0$ . Дійсно, якщо  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  – нерухома точка відображення  $\varphi$ , то  $x_1 \in \varphi_1(x)$ . Через визначення  $\varphi_1$

$$\varphi_1(x) \cap \varphi_{11}(x_1) \neq \emptyset \text{ і } \varphi_1(x) \subseteq \varphi_{11}(x_1).$$

Отже,  $x_1 \in \varphi_{11}(x_1)$ .

Нехай  $x_1, x_2, \dots, x_n$  є непорожніми компактними опуклими множинами в банахових просторах  $X_1, X_2, \dots, X_n$ . Тоді для того, щоб ієрархічна система (1) була розв'язуваною, достатньо, щоб відображення (2)  $\varphi_{ki}$  ( $1 \leq i, k \leq n$ ) були замкнутими і опуклими.

Дійсно, за цих умов множина станів  $X$  ієрархічної системи є компактною опуклою множиною в банаховому просторі  $x = \prod_{i=1}^n x_i$ .

Через визначення відображень  $\varphi_j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ), для усіх  $x \in X$   $\varphi_j(x)$  непорожньо і для кожного

$$\exists_k : \varphi_j(x) = \bigcap_{i=1}^k \varphi_{ij}(x),$$

тому для всіх  $\varphi_j(x)$  є замкнутим і опуклим як непорожній переріз опуклих множин. Тоді відображення  $\varphi = \bigtriangleup_{j=1}^n \varphi_j$  задовольнятиме умови замкнутості та компактності. І за теоремою

Какутані про нерухомі точки маємо:  $F_{ix}\varphi \neq \varphi$ .

### Висновки

Запропонований підхід дозволяє максимально узагальнено підійти до проблеми опису складних систем, до яких відносяться СОІУ, дає можливість наділяти отримані конструкції конкретними математичними структурами, що сприяє детальному вивченню й отриманню конкретних результатів, забезпечує зниження часових і грошових витрат.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Мессарович М. Общая теория систем: математические основы / Мессарович М., Такахара Я. – М.: Мир, 1978. – 311 с.
2. Теоретические и прикладные проблемы создания систем управления технологическими процессами: Часть 1: материалы Всесоюзн. науч.-техн. совещания / Челяб. политех. ин-т. – Челябинск.: Челяб. политех. ин-т, 1990. – 128 с.
3. Ильясов Б. Г. Синтез динамических систем методом последовательного расширения структуры: – Сб.: Вопросы проектирования информационных и кибернетических систем. / Ильясов Б. Г., Бабак С. Ф. – Уфа: Техника, 1987. – С. 21-26.
4. Математические методы оптимизации и структурирования систем: межвузовский сб. – Калинин: КГУ, 1980. – 248 с.

**Прохоренко Дмитро Вікторович** – аспірант кафедри економічної кібернетики; тел. (0552)-326994, e-mail: kntu-ek@rambler.ru.

Херсонський національний технічний університет.