ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ОРГАНИЗАЦИОННОГО МЕХАНИЗМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ

Дмитрий Прохоренко

Херсонский национальный технический университет, ул. Бериславское шоссе, 24, Херсон, 73008, Украина, тел.: (0552) 32-69-94 E-Mail: kntu-ek@rambler.ru

Аннотация

Решается задача оптимального управления промышленным предприятием как иерархической системой. Определены требования к отображениям, определяющим приоритетность уровней в упорядоченном множестве уровней, взаимосвязь которых не ограничивается взаимодействиями между соседними уровнями.

Вступление

В связи с переходом на экономические методы управления народным хозяйством намечен новый перспективный этап комплексной автоматизации производства на основе создания и использования систем обработки информации и управления (СОИУ), в которых реализуются основные направления технического прогресса в промышленности: интеграция проектирования и изготовления объектов производства (ОП); управление производственными системами; совершенствование организации производства на базе широкого применения многоцелевого технологического оборудования. Основные задачи синтеза СОИУ, как иерархических систем управления производством соответствуют государственным научно-техническим программам, сформулированным в Законе Украины “О научно - производственной деятельности”. Поэтому актуальность данной работы очевидна.

Анализ предшествующих публикаций и постановка задачи

На основании анализа данных, приведенных в литературных источниках [1-4] нами установлено, что в настоящее время синтез структуры СОИУ выполняется:

1. Использованием агрегативно-декомпозиционного подхода [1], включающего последовательную декомпозицию выполняемых системой целей, функций и задач; агрегатирование (объединение) элементов на соответствующем уровне детализации для генерирования вариантов построения системы на основе выбранных критериев эффективности.
2. Параметризацией исходной задачи по размерности вектора управляющих переменных для отдельных элементов, которые входят в состав сложного объекта [2]. Критерий оптимальности параметризированной задачи экспоненциально зависит от ее размерности и включает коэффициенты, учитывающие сложность алгоритмов оптимизации различных уровней системы управления.
3. На представлении системы в виде графа сигналов. В основе методологического решения данной задачи лежит идея последовательного расширения структуры системы путем присоединения к заданной структуре дополняющейся части придающей системе требуемые свойства [3].
4. На основе эвристических правил, нередко приводящих к структурно-порочным системам [4].

Общие недостатки известных подходов – огромные затраты и несовершенство, требующие последующей доработки и не всегда заканчивающихся удовлетворительными результатами.

Целью статьи является разработка строго формализованного метода, основанного на теоретико-множественных конструкциях.

В качестве объекта исследования принят процесс синтеза структуры управления производством. В качестве предмета исследований – аппарат и математические модели принятия решений. .Для решения поставленной задачи использовали методы теории системного анализа и синтеза оптимизации организованных структур. Научная новизна работы состоит в разработке подходов и методов автоматизированного синтеза структуры СОИУ. Решение представленной задачи базируется на теоретико-множественном подходе, в основе которого лежит представление системы в виде совокупности множества элементов, соответственная структура которых определяется как совокупность поверхностей различных классов и множеств сопряжения, определенных на элементах структуры, а процедура синтеза в виде теоретико-множественных операций над множествами [4].

Основная часть

Структуру системы обработки информации и управления (СОИУ) промышленным производством (ПП) можно представить в виде совокупности организационной (ОС), информационно-управляющей (ИУС) и исполнительной (ИС) систем.

Организационная система (ОС) – совокупность средств и методов, определяющая цели и критерии функционирования ПП на основе целевого задания и его текущего состояния. Основная функция ОС -

формирование для ИУС формализованного целевого задания.При этом организационная система должна поддерживать работоспособность ПП при состояниях системы, на которые не рассчитана ИУС, для этого она должна выполнять следующие функции: распознавание экстремальных ситуаций; принятие решения по их устранению, обеспечивать реакцию на различные запросы с вышестоящих уровней управления, т.е. осуществлять получение запросов, обеспечивать их формализацию для ИУС, передачу данных из ИУС в вышестоящую систему управления

Исполнительная система (ИС) – совокупность исполнительных средств, способная обеспечить выполнение всех требуемых операций заданного набора из плановых заданий. Входными параметрами для ИС являются материальные потоки (заготовки, инструмент, приспособления), плановое задание и информация о незавершенном производстве.

Информационно – управляющая система (ИУС) – система, обеспечивающая взаимодействие управляющих элементов между собой, в процессе выполнения целевого задания в соответствии с целями и критериями функционирования, заданными организационной системой. Управляемыми

параметрами являются порядок и сроки запуска в производство всех деталеопераций из планового задания. Для синтеза оптимальной структуры СОИУ использован теоретико-множественный подход, при этом мы исходили из понятия системы *S* как подмножества декартового произведения некоторого семейства множеств

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

где *I* – множество индексов, принимая во внимание существование глобальной реакции системы

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

где $I_1 \bigcup I_2 = I$ и $I_1 \bigcap I_2 = \varnothing$; X - некоторое абстрактное множество, называемое множеством состояний. Иерархическая n - уровневая система U представляет собой пятерку:

$$U = (X, Z, \Omega, \varphi, \psi) \tag{1}$$

где X – множество состояний системы является декартовым произведением множеств $X = \prod_{i=1}^{n} X_i$.

Множество управлений Z и множество внешних воздействий Ω являются множествами отображений

$$\forall z \in Z \quad Z : X \to X,$$
$$\forall \omega \in \Omega \quad \omega : X \to X.$$
$$Z = \prod_{i=1}^{n} Z_i \ , \ \Omega = \prod_{i=1}^{n} \Omega_i \ ,$$
$$z(x) = (z_1(x_1), z_2(x_2), \ldots, z_n(x_n));$$
$$\omega(x) = (\omega_1(x_1), \omega_2(x_2), \ldots, \omega_n(x_n)),$$

для всех $x = (x_1, x_2, \ldots, x_n) \in X$, где $z_i \ni Z_1 : X_i \to X_i$, $\Omega_i \ni \omega_i : X_i \to X_i$.

Будем полагать, что множества Z_i и Ω_i содержат элемент $\wedge$ такой, что $\wedge(x) = x$, для всех $x \in X_i$ и для $i = 1, 2, \ldots, n$.

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

где $P(\cdot)$ - совокупность всех непустых подмножеств, множества m, φ и ψ являются диагональными произведениями

$$\varphi = \mathop{\Delta}_{i=1}^{n} \varphi_i \ , \ \psi = \mathop{\Delta}_{i=1}^{n} \psi_i$$

отображений

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

Так что для каждого $x = (x_1, x_2, \ldots, x_n)$ $\varphi(x) = \prod_{i=1}^{n} \varphi_i(x)$, $\psi(x) = \prod_{i=1}^{n} \psi_i(x)$, $\varphi_i(x)$ определяются значениями многозадачных отображений

$$\varphi_{ki} : X_k \to P(X_i),\ (k = 1, 2, \ldots, n), \tag{2}$$

как первое непустое множество в последовательности

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

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

Аналогично $\psi_i(x)$ – первое непустое пересечение $B_m = \bigcap_{k=1}^{m} \psi_{ki}(x_k)$ в последовательности

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

Таким образом, иерархическую систему (1) можно рассматривать как систему, состоящую из n - уровней $(i = 1, 2, \ldots, n)$

$$U_i = \left(X_i, Z_i, \Omega_i, \{\varphi_{ij}\}, \{\psi_{ij}\}_{1 \le j \le n}\right) \tag{3}$$

Будем называть множество X_i множеством состояний i - го уровня, Z_i – множеством возможных управлений i - м уровнем и Ω_i – множеством внешних воздействий на i -й уровень. $\varphi_{i_j}(x)$ можно интерпретировать как множество j -го уровня, удовлетворяющих требованиям i - ому уровню, находящемуся в состоянии $x \in X_i$. В частности, множество $\varphi_{i_i}(x)$ будем называть собственной целью i -го уровня, отвечающей его состоянию x. Если $\varphi_{i_j}(x) = X_j$, то это будет означать инвариантность состояний x i - го уровня к состояниям j -го уровня (отсутствие целеуказаний). Множество $\psi_{i_j}(x)$ является множеством допустимых управлений на j - ом уровне, определяемым состоянием x уровня U_i. Отсутствие ограничений на управляемость j - м уровнем со стороны уровня U_i, находящегося в состоянии x, выражается равенством $\psi_{i_j}(x) = Z_j$.

Отображения φ_i и ψ_i определяют приоритетность уровней (3). Действительно, при определении значения $\varphi_i(x)$ (соответственно $\psi_i(x)$) ($x = (x_1, x_2, \ldots, x_n)$) прежде всего учитываются элементы множества $\varphi_{1i}(x_1)$, затем $\varphi_{2i}(x_2)$ и т.д. до $\varphi_{ni}(x_n)$ (соответственно $\psi_{1i}(x_1)$, $\psi_{2i}(x_2)$,..., $\psi_{ni}(x_n)$.

Сохраняя принятую индексацию, мы будем говорить, что уровень U_k является вышестоящим по отношению к $U_k^{'}$, если $k < k^{'}\left(U_k > U_k^{'}\right)$. Следовательно, можно говорить об упорядоченном множестве уровней (3) системы U

$$U_1 > U_2 > \ldots > U_n,$$

взаимосвязь которых, как сверху вниз, так и снизу вверх характеризуется функциями φ_{ij} и ψ_{ij} $(i, j = 1, 2, \ldots, n)$ и не ограничивается при этом взаимодействиями между соседними уровнями.

Состояние x системы U будем называть идеальным (или решение системы), если x является неподвижной точкой многозначного отображения φ, т.е. $x \in \varphi(x)$. Если множество неподвижных точек отображения φ не пусто $(F_{ix}\varphi \neq 0)$, то система U называется разрешимой.

Иерархическая система потенциально управляема в состоянии x, когда существует такое управление $z \in \psi(x)$, что $z(x) \in \psi(z(x))$, и полностью управляема в состоянии x, если $\forall \omega \in \Omega$ $\exists z \in \psi(x)$, то $z(\omega(x))$ – неподвижная точка отображения φ.

В общем случае под управлением иерархической системы можно понимать конечную последовательность управлений $z_1, z_2, \ldots, z_p$, которая приводит состояние x системы в состояние x_p так что

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

Если ввести в рассмотрение функцию

$$f : Z \to R$$

множества Z во множество действительных чисел, то можно говорить, например, о „стоимости" управлений и решать задачу об оптимальном управлении в иерархических системах.

Для разрешимости системы U необходимо, чтобы $(F_{ix}\varphi_{11} \neq 0)$. Действительно, если $x = (x_1, x_2, \ldots, x_n)$ – неподвижная точка отображения φ, то $x_1 \in \varphi_1(x)$. В силу определения φ_1

$$\varphi_1(x) \cap \varphi_{11}(x_1) \neq 0 \text{ и } \varphi_1(x) \subseteq \varphi_{11}(x_1).$$

Следовательно $x_1 \in \varphi_{11}(x_1)$.

Пусть $x_1, x_2, \ldots, x_n$ являются непустыми компактными выпуклыми множествами в банаховых пространствах $x_1, x_2, \ldots, x_n$. Тогда для того, чтобы иерархическая система (1) была разрешимой, достаточно, чтобы отображение (2) φ_{ki} $(1 \leq i,\ k \leq n)$ были замкнутыми и выпуклыми.

Действительно, при этих условиях множество состояний X иерархической системы является компактным выпуклым множеством в банаховом пространстве $x = \prod_{i=1}^{n} x_i$.

В силу определения отображений φ_j $(j = 1, 2, \ldots, n)$, для всех $x \in X$ $\varphi_j(x)$ непусто и для каждого j

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

поэтому для всех $\varphi_j(x)$ является замкнутым и выпуклым как непустое пересечение выпуклых множеств. Тогда отображение $\varphi = \underset{j=1}{\overset{n}{\Delta}} \varphi_j$ будет удовлетворять условиям замкнутости и компактности. И по теореме Какутани о неподвижных точках имеем: $F_{ix}\varphi \neq \varphi$.

Выводы

Предложенный подход позволяет с высокой степенью общности подойти к проблеме описания сложных систем к которым относятся СОИУ, дает возможность наделять полученные конструкции конкретными математическими структурами, что способствует детальному изучению и получению конкретных результатов, обеспечивает снижение временных и денежных затрат.

Литература:

[1] Мессарович М., Такахара Я. Общая теория систем: математические основы. - М.: Мир, 1978. - 311с. [2] Теоретические и прикладные проблемы создания систем управления технологическими процессами/Тезисы докладов Всесоюзного научно-технического совещания. – Челябинск, 1990. Часть 1. – 128 с.

[2] Ильясов Б.Г., Бабак С.Ф. Синтез динамических систем методом последовательного расширения структуры: – Сб.: Вопросы проектирования информационных и кибернетических систем. – Уфа: Техника, 1987. – С. 21-26.

[3] Математические методы оптимизации и структурирования систем / Межвузовский сб. – Калинин: КГУ, 1980. – С. 115-119.