Бексейтова Айнур Болатбековна
преподаватель, магистр
Дюсенбаева Толкын Наурвзхановна
старший преподаватель, магистр
Кызылординский государственный университет им. Коркыт Ата
г. Кызылорда, Республика Казахстан

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РЕСУРСОВ В ИЕРАРХИЧЕСКИХ МНОГОЭЛЕМЕНТНЫХ СИСТЕМАХ

Аннотация*: большинство современных химических производств представляют собой сложные технологические комплексы, каждая стадия переработки сырья на которых осуществляется несколькими одинаковыми технологическими операциями, образующими системы с параллельной структурой.*

Ключевые слова*: распределение ресурсов, иерархические многоэлементные системы, входная переменная, подсистема, технологические процессы.*

Возникает задача моделирования и оптимизации систем с параллельной структурой. Эта задача включает в себя три основных аспекта: решение задач распределения ограниченных ресурсов между параллельными операциями или элементами на верхнем уровне системы управления, нахождение локально-оптимальных решений для отдельных ее элементов на нижнем уровне и путем взаимной координации решения этих задач между собой. Отсюда следует, что к одному из вопросов, определяющих комплекс, которые рассматриваются на информационной системе управления предприятиями, относятся проблемы разделения распределения ограниченных ресурсов между отдельными подсистемами.

В силу параллельности и однородности технологических операций базовая матрица системы ограничений задачи распределения ресурсов оказывается близкой к сингулярной и приводит к неустойчивости решения. В работах [1; 2] для решения задач распределения ресурсов между параллельными объектами предложен метод расширения набора допустимых значений. Для решения задач распределения ресурсов, формирующих параллельные случайные потоки, предложено обобщение данного метода [3]. В работе [4] метод расширения обобщен для задач размещения дискретных объектов, параметры которых задаются случайным образом.

Математически задачи распределения ресурсов в иерархических многоэлементных системах с параллельной структурой можно сформулировать следующим образом. Рассмотрена параллельная структура системы Мультиэлемент (рис. 1), где каждый элемент выполняет несколько одинаковых видов деятельности. Взаимосвязь между этими подсистемами происходит через общий входной параметр X = (x1, x2..., xn), который является некоторым ресурсом, и через целевые параметры Y = (y1, y2..., yn).

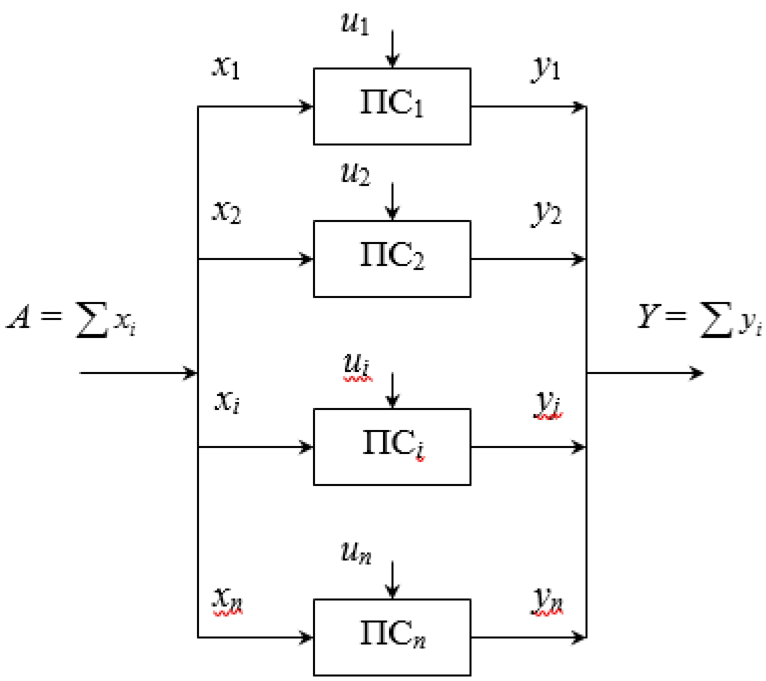

Рис. 1. Параллельная структура многоэлементной системы

Здесь xi – входная переменная, ресурс которой выделяется для обработки i-й подсистеме (i = 1,..., n); yi – продукт, который может быть рас-считан на основе модели взаимосвязи Yi с XI; UI – некоторое управляющее воздействие, которое используется для реализации экономических процессов в подсистеме; Yi = F(XI, UI) – математическая модель i-го элемента.

$$\sum_{i=1}^{n} x_i \le A,$$

где п – общее число подсистем, – вектор ограниченных ресурсов (суммарный ресурс), который требуется распределить между отдельными подсистемами.

Итог целевого продукта может быть представлен в виде суммы

$$Y = \sum_{i=1}^{n} y_i \ .$$

Существуют различные термины для определения критерия оптимизации: функция выгоды, критерий качества, функция цели, функция удовлетворения и другие. Мы будем использовать все эти термины, в том числе и однозначные. Общую проблему распределения ресурсов можно сформулировать следующим образом. Требуется найти такой вектор X * = (x1 *, x2 *..., xn *), удовлетворяющих условиям

$$\sum_{i=1}^{n} x_i \le A \ , \qquad (1)$$

при которой функция цели достигает максимального значения, то есть (2) управляющее воздействие ui (i = 1, ..., n) позволяет центральному органу влиять на подсистему, учитывая ее активность. Условие (1) в общем случае не является строгим неравенством, однако чаще всего в рассматриваемых задачах выполняется строгое равенство, как будто неравенство может быть нежелательным остатком некоторого ресурса.

Поставленная задача относится к классу задач нелинейной статической оптимизации, так как предполагает, что X и Y либо не зависят от времени, либо рассматриваются на некотором интервале времени [0, T], где можно считать эти переменные постоянными. Для организационно-экономических систем в качестве целей могут выступать различные экономические категории, такие как минимум расходы или максимум дохода от реализации продукции и (или) услуг. В химико-технологических системах функциями могут быть также и количественные параметры выпускаемого продукта. Мы должны рассмотреть ограниченный ресурс как размер скалярных это один определенный вид ресурса, например, финансы, сырье и т. д. В случае когда необходимо распределить некоторые виды ресурсов, требует, чтобы решить более сложную векторную задачу. Элементарный случай скалярных задач возникает, когда функции yi = f (xi), i = l..., N, являются линейными функциями. Для случая, когда ресурс X скалярного размера, эта задача имеет элементарное решение, которое может быть описано простым алгоритмом:

1. Существует подсистема, в которой выход максимален при задании значений X.

2. Из оставшихся подсистем выбирается следующая подсистема, для которой максимально выходите.

3. Следующих подсистем по тем же правилам выходит, и т. д. выбор осуществляется до тех пор, пока не появится самая плохая подсистема в смысле выбранного критерия.

Эту задачу можно записать в терминах линейного программирования следующим образом. Требуется найти неотрицательные значения переменных x1, x2, ..., xn, xn, которые оптимизируют целевые функции yi = fi (x). При этом ограничения на используемые ресурсы (1) должны выполняться. Пусть fi (xi) = aixi bi, i = 1..., n, а общим критерием оптимизации является аддитивно-сепарабельная функция. Тогда задача состоит в определении максимума глобальной линейной целевой функции

$$F\left(X^0\right) = \max\left(\sum_{i=1}^{n} a_i x_i + \sum_{i=1}^{n} b_i\right)$$

при выполнении ограничений на ресурсы

$$\sum_{i=1}^{n} x_i - X^0 = 0 \tag{3}$$

и технологические ограничения

$$x_{i\min} \le x_i \le x_{i\max}$$

Или

$$x_{i\min} - x_i \le 0, \quad x_i - x_{i\max} \le 0.$$

Данная задача может быть решена методами линейного программирования. Однако в книге Минскера предложен более простой алгоритм, учитывающий особенности задачи. Для этого присвоим подсистемам номер в порядке возрастания коэффициентов и распределим ресурсы следующим образом:

$$x_1 = x_{1\min},\ x_2 = x_{2\min},\ \ldots,\ x_{i-1} = x_{(i-1)\min},$$

$$x_i = X^0 - \sum_{j=1}^{i-1} x_{j\min} - \sum_{j=i+1}^{n} x_{j\max},\ x_{i+1} = x_{(i+1)\max},\ \ldots,\ x_n = x_{n\max}. \quad (4)$$

При этом выполнение условия (2) очевидно. Можно показать, что данное распределение является оптимальным. Пусть k> i и l <i. Перенесем часть ресурса x из k-й подсистемы в l-ю подсистему. Это приведет к изменению глобальной целевой функции F (x) = (al – ak) x. По мере al <ak значение критерия будет уменьшаться, т. е. распределение (8) является оптимальным. Алгоритм оптимального распределения ресурсов может быть представлена следующим образом:

1. Максимально распределить ресурсы между подсистемами, то есть поставить xj = xjmax и проверить условие 1.

2. Уменьшить количество ресурсов для первой подсистемы до тех пор, пока не будет выполнено условие (1). Тогда либо выполняется условие x1min x01 x1max, либо нарушается условие x1min – x01 0. Принимаем x01 = x1min, тогда условие (1) еще не выполнено.

Компьютерная система анализа задач распределения ресурсов может быть или использована как самостоятельная, или включена в структуру управления информационной системой химико-технологическими процессами, предполагающими наличие параллельных объектов, с целью оптимизации технологических процессов, протекающих в параллельных блоках.

Список литературы

1. Шукаев Д.Н. Моделирование и оптимизация процессов распределения ресурсов в системах с параллельной структурой / Д.Н. Шукаев, А.К. Тажибаева // Доклады II Международной научно-технической конференции «Моделирование и исследование сложных систем». Ч. 1: Моделирование систем по заданным критериям качества. – М., 1998. – С. 144–150.

2. Shukayev D.N. Optimization of resource allocation processes in parallei structure systems // Presentation of International scientific and technical conference FEIIC. – Almaty, 1999. – P. 185–192.

3. Ермаков А.С. Распределение параллельных потоков с общим ресурсом / А.С. Ермаков, А.Д. Шукаев, Е.Р. Ким // Вестник КазНТУ. – 2002. – №3. – С. 18–22.