ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОМПЛЕКСОМ ОПЕРАЦИИ С ИЕРАРХИЧЕСКОЙ СТРУКТУРОЙ

В. В. Свиридов, А. К. Колюшенков

Харьков

При разработке и совершенствовании систем управления промышленным предприятием важно выбрать наиболее эффективные методы получения, обработки и использования информации, а также рациональные схемы движения потоков информации в зависимости от организационной структуры и применяемых методов управления.

Иерархическая структура системы управления предприятием в большинстве случаев строится по принципу иерархичности промышленного предприятия как сложной (большой) системы. Пока не существует формального и строгого определения большой системы, однако необходимо рассматривать иерархию в управлении ею как наиболее характерную черту больших систем [1, 2, 3].

Иерархичность производства проявляется в виде различия целей на различных уровнях управления. Автоматизированная система управления производством должна иметь иерархическую структуру, так как цель нижестоящего уровня определяется вышестоящим [5]. Объектом управления в таких системах является коллектив людей, цель которого — достижение определенного результата за некоторый (вполне определенный) промежуток времени. Управляющий орган — руководитель производством или руководящая группа — на основе поступающих по каналам обратной связи сведений о выполнении намеченных работ и воздействий со стороны более высокого уровня управления вырабатывает управляющие воздействия, т. е. принимает ряд организационно-технических мер, чтобы скомпенсировать рассогласование между реальным ходом работ и планом, например, путем перераспределения ресурсов.

Рассмотрим систему управления (рис. 1) с иерархической структурой, в которой регулятор высшего уровня P_0 изменяет характеристики регуляторов низшего уровня $p_{11}^{(01)}, \ldots, p_{1R}^{(01)}$, с целью оптимизации всего процесса в целом.

Если $\{p_{rh}\}\ p \in P$ — множество, представляющее организацию как упорядоченный набор элементов (каждый элемент будем называть оператором), то можно определить положение элемента p_{rh} относительно высоты уровня управления и других элементов R, где $h = 1, 2, \ldots, H$ — число уровней управления; $r = 1, 2, \ldots, R$ — число элементов на уровне.

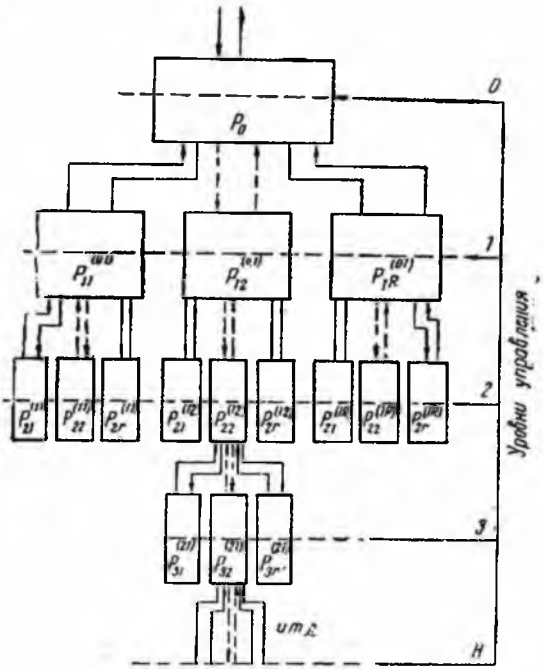


Рис. 1.

Если каждый оператор $p \in P$ способен выполнить одну или несколько операций $q \in Q$, т. е. если задано множество операций Q, так, что $X(q) = p$, $X \in Q\,P$, где X множество операций $x = (q, p)$, $x \in X$, то можно считать, что структура задана.

Руководство высшего уровня, используя иерархическую структуру, определяет состав операций, подлежащих контролю на этом уровне. Затем строится модель комплекса операций всей разработки. Ответственность за определенные операции высшего уровня переносится на более низкий уровень руководства, где в свою очередь определяется состав работ. Затем ответственность за отдельные операции этого уровня переносится на следующий уровень и т. д., в соответствии с организационной структурой исполнительной системы, до тех пор, пока передача ответственности не достигнет уровня исполнителей.

В соответствии с иерархической структурой руководство операциями, входящими в общий комплекс, различает следующие уровни:

а) нулевой уровень — сетевой график, охватывающий весь комплекс операций по созданию нового объекта и составленный на основе частных и первичных сетевых графиков (сводная сеть);

б) частные уровни, каждый из которых охватывает комплекс работ, выполняемых отдельной организацией или подразделением предприятия (частные сети);

в) первичные уровни, охватывающие комплекс работ, выполняемых отдельными ответственными исполнителями (первичная сеть).

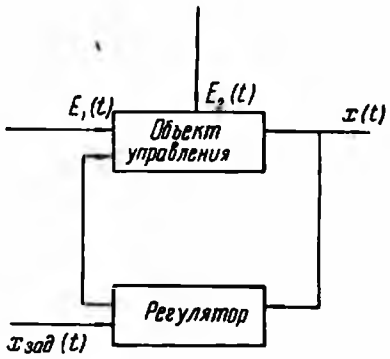


Рис. 2.

Иерархическая структура промышленного предприятия характеризуется размахом контроля (количеством подчиненных у одного руководителя); количеством уровней иерархии; количеством элементов на уровне; характером взаимодействия элементов внутри системы; и что особенно важно, структура должна отражать целенаправленность, управляемость и состояние системы.

Выделение замкнутого контура управления (рис. 2) на каждом уровне иерархической структуры АСУ позволит рассмотреть все основные принципы оптимальной динамической системы управления [4]. Состояние объекта управления может быть описано с помощью некоторого n-мерного вектора.

$$X(t) = \{x_i(t)\}_{i=1}^{n}.$$

Изменение состояния объекта с течением времени t, есть траектория его движения. Эти изменения осуществляются при помощи управляющих взаимодействий $U(t) = \{U_j(t)\}_{j=1}^{m}$, а также внешних и внутренних случайных возмущений $E_1(t)$ и $E_2(t)$.

Задача управления заключается в следующем: в начальный момент t_0 объект находится в состоянии $x(t_0)$; требуется выбрать управляющее воздействие $U(t_0)$, которое за время τ переведет объект в заданное конечное состояние $x(t_0 + \tau) = X_1$. При этом требуется, чтобы траектория движения объекта была оптимальной относительно выбранного критерия. Наличие внешних и внутренних случайных возмущений вызывает необходимость в оперативном учете и контроле отклонений, их анализе и формировании управляющих воздействий, обеспечивающих достижение цели.

Состояние операций есть функция времени. Обычно операция может выполняться с помощью различных ресурсов, поэтому x_{ij} является функциями вектора по времени. На основании предположений о неразрывности и однородности ресурсов принимаемые при управлении предприятием решения $U_{ij}(t)$ для каждой операции $(i, j) \in X$ также являются функциями вектора по времени, чьи компоненты соответствуют различным типам ресурсов. Существует зависимость между распределениями ресурсов U_{ij} и количеством работы на каждой операции. Компоненты $x_{ij}(t)$ становятся убывающими функциями времени при соотнесении U_{ij} с соответствующей операцией (i, j) [6].

Для большей убедительности предположим, что выбор решений может меняться за конечное число L. Это соответствует дискретной модели комплекса операций. Состояние каждой операции определится тогда с помощью семейства преобразований следующим образом:

$$x_{ij}(l+1) = T_{ij}[x_{ij}(l), \quad U_{ij}(l)], \tag{1}$$
$$[l = 0, \ldots, L-1, \quad (i, j) \in X],$$

где начальное состояние проекта является известным множеством $x_{ij}(0) = x_{ij}$ для каждой операции $(i, j) \in X$. Конечное состояние также задано.

С каждой операцией $(i, j) \in X$ связана скалярная функция цели

$$Z_{ij} = \sum_{l=0}^{l=L} g_{ij}[x_{ij}(l), \ U_{ij}(l)], \tag{2}$$
$$g_{ij} = 0 \ \text{для} \ U_{ij}(l) = 0,$$

где Z_{ij} — может выражать время выполнения работы, стоимость и т. д.

Предположим, что граф комплекса операций построен и что события сети занумерованы так, что если $(i, j) \in X$, $(j, k) \in X$, то $i < j < k$. Порядок выполнения операций комплекса сохраняется, если для любого момента времени $U_{ik} \equiv 0$ для $x_{ij} \neq 0$, $U_{jk} \equiv 0$ для $x_{ik} = 0$ для каждого i, j, k, таких, что

$$(i, j) \in X, \quad (j, k) \in X. \tag{3}$$

Ограничения на ресурсы задаются в виде

$$\sum (i, j) \in X \, U_{ij}(l) \in U, \tag{4}$$
$$(l = 0, \ldots, L-1),$$

где U — допустимое множество.

Тот факт, что пределы ресурсов могут изменяться во времени, претерпевают увеличение или перемещение в течение проектирования, подтверждается тем, что допустимое множество и является заданной функцией времени или состояния системы.

Цель принятия решений при управлении формулируется следующим образом: выбрать переменные $U_{ij}(l)$, $(ij) \in X$, $l = 0, \ldots, L-1$, удовлетворяющие условию (2) и ограничениям (3) и (4), переводящие проект из начального состояния в конечное, так, чтобы свести до минимума общий критерий (2).

Математическая формулировка порождает типичную проблему управления и позволяет использовать весь аппарат современной теории управления для решения задачи оптимального использования распределения ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. А. Трапезников. Автоматическое управление и экономика. «Автоматика и телемеханика», № 1. Изд-во «Наука», 1966.
2. Н. П. Бусленко. К теории сложных систем. Изв. АН СССР. «Техническая кибернетика», № 5, 1963.
3. Е. Б. Забежинская. К вопросу об исследовании организационных структур. Труды Ленэлектронмаш, т. V, VI, 1969.
4. А. И. Чуханов. Некоторые вопросы оптимизации системы управления большим проектом с иерархической структурой. «Экономика и математические методы», т. IV, вып. 3, 1968.
5. В. И. Петров. Структура автоматизированных систем управления предприятием. «Автоматика и вычислительная техника», № 1. Изд-во «Зинатне», Рига, 1970.
6. Radivoj Petrovic. Optimizion of Resourel allocation in Project Planning. Operations Resarch, 1968, vol. 16, № 3.

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ МЕЖДУ ПОДСИСТЕМАМИ АСУП

И. В. Кузьмин, В. Ф. Канарский, В. Т. Мирошниченко, В. И. Гальченко

Харьков

Автоматизированные системы управления производством (АСУП) требуют системного подхода к оптимальному решению задач управления на всех уровнях иерархической структуры предприятия как на этапе разработки, так и при реализации плановых заданий. Этот непрерывный логико-вычислительный процесс требует четкой взаимосвязи между подсистемами, основанной на единых первичных источниках информации. Выходные (входные) показатели подсистем можно условно разбить на две группы: стационарную и нестационарную. Под стационарной информацией будет пониматься полный объем плановых и планово-производных показателей, период повторения (декада, месяц, квартал и т. д.) которых определяется сетевым графиком планирования хода производства; под нестационарной — объем оперативной информации, возникающей в процессе