

## ОСНОВЫ МЕТОДИКИ ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ КОМПЛЕКСА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

А. А. ТЕРЕЩЕНКО, Р. Е. КАЛИЧКИН

(Представлена научно-техническим семинаром кафедры ПМ)

Вопросы выбора комплекса технических средств (КТС) освещены в литературе недостаточно и, как правило, представляют собой набор рекомендаций для выбора того или иного типа вычислительного оборудования в зависимости от решаемых задач. При этом выбор отдельного устройства для определенного этапа обработки информации происходит неоптимально, т. е. не связывается со структурой технических средств в целом.

Выбор комплекса технических средств автоматизированных систем управления (АСУ) необходимо сводить к определению номенклатуры средств, расчету их потребного количества, которые обеспечивали бы функционирование АСУ по заданному критерию и удовлетворяли определенным ограничениям, а также обеспечивали возможность дальнейшего развития системы.

В общем случае эта задача формулируется следующим образом.

Имеется:

множество алгоритмов обработки информации в АСУ (функции КТС)  $F = \{f_i\}$ , где  $i = 1, 2, \dots, I$  — индекс — номер решаемой задачи; множество типов технических средств  $H = \{h_j\}$ , где  $j = 1, 2, \dots, I$  — индекс типа технического средства;

множество требований (ограничений)  $R = \{r_\gamma\}$ , где  $\gamma = 1, 2, \dots, \Gamma$  — индекс — номер требования (ограничения), предъявляемого к множеству  $F$  и  $H$ .

Следует определить:

а) множество пунктов преобразования информации  $B = \{b_k\}$ , где  $k = 1, 2, \dots, K$  — индекс проектируемого пункта преобразования данных;

б) подмножество технических средств  $A = \{a_{qk}\}$ , закрепленных за каждым  $k$ -м пунктом, где  $q$  — индекс технического средства;

в) способы связей между уровнями и средствами внутри уровней.

К основным характеристикам задач, учитываемым при выборе КТС, относятся [3]:

характеристики информационных потоков (с указанием изменения интенсивности в течение рассматриваемого периода);

требования к срочности решения задач и моменты начала решения;

блок-схемы задач с указанием объемов используемых массивов исходных данных;

ориентировочное количество операций, необходимых для решения каждой задачи;

способы представления входной и выходной информации;  
 требования к достоверности и точности выходных результатов.

Задачу выбора варианта КТС можно представить как нахождение в  $n$ -мерном пространстве, каждая из координат которого представляет собой некоторую характеристику варианта такого  $n$ -мерного объема, ограничивающие поверхности которого определяются заданными неравенствами (все требования к КТС задаются обычно в форме неравенств, например, время обработки информации в вычислительном комплексе должно быть не более  $T_{\text{доп}}$  и т. д.). Точки, лежащие внутри этого объема, определяют варианты комплексов, которые удовлетворяют всем требованиям одновременно, а точки, находящиеся вне ограниченного объема, не удовлетворяют некоторым или всем заданным условиям. Вообще множество точек, характеризующих варианты КТС, будут удовлетворять заданному набору неравенств и ограничений, но лишь одна или несколько точек будут соответствовать варианту, оптимальному по отношению к некоторому минимизирующему критерию выбора.

Под критерием эффективности системы понимается количественный показатель, который характеризует степень функционирования системы. Этот интегральный показатель является наиболее общим для выражения качества и зависит от ряда частных факторов, такие частные факторы называются обобщенными параметрами. Каждый из обобщенных параметров должен характеризовать качество выполнения общей цели системы и по возможности быть функционально связанным с общим критерием эффективности. Каждый из обобщенных параметров должен [1, 2]: иметь ясный и однозначный физический смысл; быть связанным обозримыми зависимостями, желательно функциональными, с техническими параметрами элементов системы; носить количественный характер; быть эффективным в статическом смысле, т. е. должен обладать малой дисперсией и, следовательно, определяться с достаточной точностью.

Общее число обобщенных параметров не должно быть велико, чтобы не усложнять и без того сложную задачу оптимизации системы.

Первым наиболее важным обобщенным параметром для КТС является время решения вычислительных задач или время реакции на возмущающее воздействие (полный цикл преобразования информации).

Время полного цикла прохождения информации в АСУ с учетом реализации управляющего воздействия производственным персоналом объекта управления можно представить следующей формулой [1]:

$$T_{\text{ц.и}} = T_{\text{к.т.с}} + T_{\text{р.п.в}} = T_{\text{с.п}} + T_{\text{в.н.о}} + T_{\text{в.п}} + \sum_{i=1}^3 t_{i3} + T_{\text{р.п.в}}, \quad (1)$$

где  $T_{\text{ц.и}}$  — время полного цикла прохождения информации;

$T_{\text{с.п}}$  — время, затрачиваемое на сбор, передачу и подготовку информации;

$T_{\text{в.н.о}}$  — время, затрачиваемое на ввод, накопление и обработку информации;

$T_{\text{в.п}}$  — время, затрачиваемое на вывод и передачу информации потребителю;

$T_{\text{р.п.в}}$  — время реакции производственного персонала на управляющее воздействие;

$\sum_{i=1}^3 t_{i3}$  — суммарное время задержек в поступлении информации за период обработки информации;

$T_{\text{к.т.с}}$  — время прохождения информации через КТС, включающее суммарное время задержек.

$$T_{\text{р.п.в}} = t_{\text{восп}} + t_{\text{оц. инф}} + t_{\text{пр.реш.}} + t_{\text{выд.возд.}} + t_{i3.\text{орг}}, \quad (2)$$

где  $t_{\text{восп}}$  — время получения и восприятия информации персоналом;  
 $t_{\text{оц.инф}}$  — время оценки получаемой информации;  
 $t_{\text{пр.реш}}$  — время принятия решения персоналом;  
 $t_{\text{выд.возд}}$  — время выдачи управляющего воздействия персоналом;  
 $t_{\text{из.орг}}$  — организационные задержки.

Несмотря на то, что величины времени отдельных этапов и операций и соотношения между ними в приведенных выше формулах изменяются в широких пределах, допустимые значения этих величин при использовании КТС и полного цикла обработки информации в АСУ играют существенную роль при выборе КТС для системы, так как в АСУ должно выполняться условие

$$T_{i \text{ реш.зад}} \leq T_{i \text{ доп}}, \quad (3)$$

где  $T_{i \text{ реш.зад}}$  — время решения  $i$ -й задачи при помощи данного КТС;  
 $T_{i \text{ доп}}$  — допустимое время решения  $i$ -задачи.

Вторым наиболее важным обобщенным параметром является точность (достоверность) выходной информации [1, 2].

Точность решения задачи количественно выражается через вероятность правильного решения каждой задачи в заданное время. Вероятность правильного решения зависит, с одной стороны, от характеристик и параметров и, в частности, параметров надежности всех технических средств и обслуживающего персонала, участвующих в решении задачи на всех ее этапах, и методов контроля преобразования информации, и, с другой стороны, от величины запаса времени, в течение которого ошибка может быть обнаружена и исправлена.

Если КТС образован  $n$ -устройствами сбора информации,  $m$ -устройствами передачи информации,  $k$ -устройствами выдачи информации,  $r$ -устройствами обработки информации, то в общем случае вероятность правильного решения задачи будет:

$$Q_{\text{пр}} = 1 - P_{\text{ош}} = \prod_{i=1}^n (1 - P_{i \text{ сб}}) \cdot \prod_{j=1}^m (1 - P_{j \text{ пер}}) \times \\ \times \prod_{\xi=1}^k (1 - P_{\xi \text{ выд}}) \cdot \prod_{\theta=1}^r (1 - P_{\theta \text{ обр}}), \quad (4)$$

где  $P_{\text{ош}}$  — вероятность появления ошибки при преобразовании информации на всех этапах;  
 $P_{i \text{ сб}}$  — вероятность появления ошибки в  $i$ -м устройстве системы сбора;  
 $P_{j \text{ пер}}$  — вероятность появления ошибки в  $j$ -м устройстве при передаче информации;  
 $P_{\xi \text{ выд}}$  — вероятность появления ошибки в  $\xi$ -м устройстве системы выдачи информации;  
 $P_{\theta \text{ обр}}$  — вероятность появления ошибки в  $\theta$ -м устройстве обработки информации.

Третьим наиболее важным обобщенным параметром является приведенная стоимость КТС

$$C = A + K \cdot B, \quad (5)$$

где  $C$  — приведенная стоимость;  
 $A$  — затраты на эксплуатацию КТС;  
 $B$  — затраты на приобретение или изготовление КТС;  
 $K$  — коэффициент приведения затрат на приобретение или изготовление КТС к затратам на эксплуатацию.

Коэффициенты  $K$  устанавливаются отраслевыми министерствами. При расчетах рекомендуется принимать  $K=0,2\div 0,25$  для ЭВМ и  $K=0,25\div 0,33$  для другого оборудования (аппаратуры для передачи данных, средств сбора информации и др.) [1].

Затраты на эксплуатацию КТС определяются по формуле

$$A = \sum_{i=1}^m \mathcal{E}_{in_i} + \mathcal{E}_{a.y.p.}, \quad (6)$$

где  $\mathcal{E}_i$  — удельные эксплуатационные расходы на единицу оборудования  $i$ -го вида для принятой сменности работы;

$n_i$  — расчетное количество оборудования  $i$ -го типа;

$m$  — число видов оборудования;

$\mathcal{E}_{a.y.p.}$  — годовые затраты на содержание административно-управленческого персонала ИВЦ и служб, участвующих в эксплуатации КТС. Для расчета капитальных затрат на приобретение или изготовление КТС может быть применена следующая формула:

$$B = \sum_{i=1}^n B_i = B_{ni} + B_{Ti} + B_{oi} + B_{ci} + B_{v.oi} + B_{mi} + B_{pi}, \quad (7)$$

где  $B_{п}$  — производственные затраты, включающие затраты на проектные исследования, разработку оригинальных технических средств, на внедрение КТС;

$B_{т}$  — стоимость покупных технических средств;

$B_{o}$  — стоимость оригинальных технических средств и затраты на модернизацию;

$B_{c}$  — стоимость строительства и реконструкции зданий (помещений), необходимых для размещения вычислительных средств, средств сборов, АПД, вспомогательного оборудования и т. д.;

$B_{v.o}$  — стоимость вспомогательного оборудования;

$B_{m}$  — стоимость монтажа технических средств;

$B_{p}$  — сумма от реализации технических средств, высвобождаемых в связи с внедрением системы;

$i$  — индекс технического средства;

$n$  — общее количество технических средств в комплексе.

При этом в капитальные затраты должна быть включена стоимость действующих на предприятии средств вычислительной техники, которые предполагается использовать в составе КТС.

Кроме перечисленных обобщенных параметров, можно назвать некоторые другие, которые не могут быть сведены к выбранным трем обобщенным параметрам, но которые характеризуют рациональность построения КТС с других точек зрения, например:

гибкость КТС, т. е. способность в случае необходимости перестраиваться на решение новых задач, на другие методы решения старых задач, на перераспределение задач между ЭВМ и КТС, на расширение объема вычислительных работ и т. д.;

реализуемость КТС, т. е. возможность создания всего объема аппаратуры и оборудования КТС промышленными предприятиями страны.

Не умаляя важности этих приведенных параметров, особенно при создании многомашинных комплексов, работающих в реальном масштабе времени, они считаются все же второстепенными, поскольку не характеризуют КТС как функциональный элемент системы управления [2].

Однако при выборе КТС следует оговаривать условия развития (наращивания) КТС, а также учитывать перспективность применения тех или иных технических средств в АСУ, так как при выборе КТС по основным приведенным параметрам не всегда учитываются эти особенности.

При выборе КТС необходимо учитывать следующие ограничения: допустимые ориентировочные размеры затрат на приобретение технических средств; приобретение КТС в заданные сроки; совместимость (техническая и кодовая); агрегируемость технических средств; надежность и достоверность; условия эксплуатации (температура, влажность, вибрация, промышленные помехи, уровень шумов и т. д.); территориальные и архитектурно-строительные (большое количество удаленных на значительное расстояние подразделений, возможность постройки специального здания для ИВЦ, предполагаемая реконструкция и т. п.).

Таким образом, изложенный подход к выбору КТС позволил на примере конкретного предприятия выбрать необходимые технические средства.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. С. Михалев, Р. Седегов и др. Опыт разработки автоматизированных систем управления предприятием. Минск, «Беларусь», 1972.
  2. Ю. С. Голубев-Новожилов. Многомашинные комплексы вычислительных средств. М., «Советское радио», 1967.
  3. А. Г. Мамиконов. Методы разработки автоматизированных систем управления. М., «Энергия», 1973.
  4. Е. М. Салпынов, Е. В. Бажинова. Вопросы выбора технических средств АСПР республики. Алма-Ата, 1971.
-