

## К ВЫБОРУ КРИТЕРИЕВ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ РАБОТЫ ПРЕДПРИЯТИЙ С ИСПЫТАТЕЛЬНЫМ ХАРАКТЕРОМ ПРОИЗВОДСТВА

А. М. МАЛЫШЕНКО

(Представлена научно-техническим семинаром кафедры автоматки и телемеханики)

Специфической особенностью рассматриваемого класса предприятий является зависимость их работы от ритмичности и интенсивности поступающего от других предприятий потока заказов на испытания изготовленной ими продукции. При большом числе предприятий-заказчиков и номенклатуре испытываемой продукции оперативное планирование работы производства испытательных предприятий (центров) становится особенно затруднительным из-за большого числа отклонений от плана поступления продукции на испытания. В этих условиях из-за большой размерности решаемой задачи составление ежедневных планов работы испытательного центра требует высокой оперативности и учета значительного числа факторов, сказывающихся на эффективности работы центра. В связи с этим следует ожидать существенного технико-экономического эффекта при переходе к автоматизированному составлению ежедневных план-графиков работы предприятия.

Естественно, что автоматизация планирования испытаний должна предусматривать не просто автоматическое исполнение отдельных процедур составления план-графиков, а выбор из большого числа различных алгоритмов составления план-графиков испытаний наиболее рационального, позволяющего при малой затрате времени на подготовку исходных данных и расчеты на ЭВМ получать план-график, обеспечивающий наилучшие технико-экономические показатели.

Как при ручном, так и при автоматизированном варианте оперативного планирования возникает необходимость в количественной оценке различных возможных вариантов планов и, следовательно, в количественной мере для такой оценки — критерии эффективности.

В настоящее время отсутствует общепринятая методика выбора критерия эффективности. Как правило, с этой целью используют либо метод экспертных оценок, либо неравенства из математической модели решаемой задачи планирования.

Первый путь обычно проще реализуем, однако из-за субъективности экспертных оценок выбор локальных критериев и формирование на их основе глобального критерия могут быть выполнены с отклонением от истинных целей оптимизируемой системы [1]. Поэтому довольно часто система, оптимизированная по экспертным путем сформулированным критериям, оказывается фактически неэффективной.

Более предпочтительными в связи с этим следует считать методы формирования глобальных критериев, основанные на анализе областей

допустимых решений, учете директивных заданий и ресурсов оптимизируемой системы [2]. При этом глобальный критерий должен максимизировать эффективность и минимизировать затраты. С этой целью в [2] предлагается глобальный критерий формировать из всех неравенств, входящих в математическую модель рассматриваемой задачи оптимизации.

Такой подход к выбору критерия эффективности применительно к задачам оперативного планирования работы предприятий с испытательным характером производства нельзя использовать в чистом виде, так как директивные задания, как правило, распространяются на достаточно длительные интервалы времени (год, квартал, месяц), а не на отдельные рабочие дни или смены. Кроме того, на планировании работы предприятий рассматриваемого типа в значительной мере скажется фактически случайный для сменного или суточного цикла характер поступивших заказов на испытания.

В этих условиях представляется целесообразным использовать для целей формирования критерия эффективности сочетание метода экспертных оценок и метода, основанного на использовании математической модели.

С этой целью на первом этапе следует изучить цели и характер производства, а также годовые и поквартальные директивные задания предприятию. На втором этапе из числа директивных заданий необходимо, используя экспертный метод, исключить показатели, величина которых не зависит от изменения (вариантности) оперативных планов работы предприятия.

На следующем этапе составляется математическая модель задачи оперативного планирования работы предприятия с учетом выделенных директивных заданий, технологических и ресурсных ограничений. При этом получаем систему уравнений и неравенств:

$$\begin{aligned} f_i(\bar{X}) &\leq B_i \quad (i = 1, 2, \dots, m), \\ f_i(\bar{X}) &= B_i \quad (i = m + 1, \dots, n), \end{aligned} \quad (1)$$

где  $B_i (i = 1, 2, \dots, n)$  — величины, характеризующие директивные задания, ресурсы и технологические ограничения предприятия,  $\bar{X}$  — вектор параметров, характеризующих варианты оперативного плана работы производства.

Система уравнений (1) описывает условия оперативного планирования производства. Эффективность выбранного варианта плана, по-видимому, будет определяться тем, насколько улучшены директивные показатели и насколько сэкономлены предоставленные предприятию ресурсы. В связи с этим четвертый этап выбора критерия эффективности сводится к формированию глобального критерия эффективности на основе неравенств системы уравнений (1). Для этой цели может быть рекомендована методика, предложенная Б. Е. Кухаревым в [2].

Согласно этой методике в качестве локальных критериев используются функции, определяемые неравенствами системы уравнений (1). Локальные критерии формируются в нормированном виде, как

$$L_i(\bar{X}) = \frac{f_i(\bar{X}) - B_i}{f_i(\bar{X}_0) - B_i}, \quad (2)$$

где

$$f_i(\bar{X}_0) = \text{ext}_{\bar{X}} f_i(\bar{X}) - \quad (3)$$

экстремальное значение функции  $f_i(\bar{X})$ .

При этом

$$0 \leq L_i(\bar{X}) \leq 1.$$

Глобальный критерий согласно [1] можно свести к виду

$$Q(\bar{X}, \beta) = \min_{\bar{X}} \left[ \frac{\sum_{i=1}^m R_i^\beta(\bar{X})}{m} \right]^{\frac{1}{\beta}}, \quad (4)$$

где

$$1 \leq \beta \leq \infty, \quad (5)$$

$$R_i(\bar{X}) = \left[ \frac{1 - L_i(\bar{X})}{1 + L_i(\bar{X})} \right]^{\nu_i} \quad (6)$$

— функция потерь оптимальности.

В последнем выражении  $\nu_i$  — коэффициент полезности  $i$ -го локального критерия, причем  $\nu_i \geq 1$ . Более важным локальным критериям соответствуют меньшие  $\nu_i$ , а для самого важного из них  $\nu_i = 1$ . Для выбора значений коэффициентов полезности следует вновь использовать экспертный метод.

Величину коэффициента  $\beta$  нужно выбирать согласно (5), причем  $\beta = 1$  — соответствует при принятой форме критерия эффективности тенденции развития, а при  $\beta \rightarrow \infty$  — реализуется тенденция стабилизации. В последнем случае критерий (4) накладывает все более жесткие требования к равенству потерь по всем локальным критериям.

При принятой методике выбора критерия эффективности его расчет и тем более оптимизация по выбранному критерию могут оказаться затруднительными ввиду большого числа используемых локальных критериев. В связи с этим весьма желательно число  $m$  используемых локальных критериев сократить. Для этого, если это возможно, необходимо при формировании критерия в форме (4) не учитывать наименее существенные из неравенств (2). Последние в таком случае используются в дальнейшем в виде ограничений на область допустимых решений.

Если же такую операцию нельзя выполнить, будучи уверенным, что при этом не произойдет существенного ухудшения технико-экономических показателей оптимизируемых по выбранному критерию планов, то попытку уменьшить число используемых локальных критериев можно предпринять после формирования критерия (4) и этапа оценки значений составляющих

$$\text{grad } Q[R_i(\bar{X})]$$

в окрестности точки экстремума. Очевидно, что в дальнейшем в число ограничений можно перевести в первую очередь те неравенства из (2), для которых составляющие градиента функции  $Q$  по соответствующим им  $R_i(\bar{X})$  имеют наименьшие значения. Правомерность подобных упрощений критерия эффективности следует проверить при практическом решении задачи оперативного планирования.

Можно надеяться, что изложенная методика может оказаться приемлемой при выборе критериев эффективности для оперативного планирования производства и предприятий другого профиля.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. В. Г. Бабчук. Выбор глобального критерия. В сб.: «Сложные системы управления». Вып. 2, Киев, 1969.
2. Б. Е. Кухарев. Разработка и исследование методов принятия решений в многокритериальных системах. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Харьковский институт радиоэлектроники, 1972.