

УДК 621.833

Е.В. Колесникова, канд. техн. наук, доц.,
Г.В. Кострова, канд. техн. наук, доц.,
И.В. Прокопович, канд. техн. наук, доц.,
 Одес. нац. политехн. ун-т

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

К.В. Колеснікова, Г.В. Кострова, І.В. Прокопович. Методи оцінки якості технічних систем. Розглянуті методи оцінки якості функціонування технічних систем.

E.V. Kolesnikova, G.V. Kostrova, I.V. Prokopovich. Estimation methods of technical systems quality. The estimation methods of technical systems work are considered.

При современном развитии информационных технологий определяющее значение для практики поддержки принятия решений приобретают методы оценки состояний объектов. Как правило, при оценке качества технической системы на предварительном этапе выделяются наиболее существенные факторы, оказывающие наибольшее влияние на целевую функцию управления объектом, и с учетом этих факторов или групп параметров производится оценка эффективности функционирования объекта.

Моделирование является основой для оптимизации технологических систем (ТС). Под заданными условиями в зависимости от цели исследования могут пониматься: тип и структура объекта, аппаратурное оформление ТС, входные и управляющие параметры объекта [1].

Критерий оптимизации и целевая функция управления являются количественной оценкой эффективности функционирования объекта. Критерий оптимизации определяет, насколько близко система находится от цели оптимизации. Мера близости к экстремуму может быть выражена в долях единицы либо в процентах и нормируется по отношению к предельному значению целевой функции. Целевая функция отображает эффективность системы в некоторой точке фазового пространства параметров $Y_k = \varphi(X_k, U_k, Z_k)$, а критерием оптимизации является степень достижения максимума целевой функции управления объекта $E_k = \psi(Y_k, Y_{\text{extr}})$.

Требования к целевой функции — физический смысл, число (или некоторый словесный терм), единственность. В практике оптимизации ТС применяются три вида целевых функций: экономические, технологические и технико-экономические.

Обобщенным показателем эффективности любой ТС на макроуровне является рентабельность

$$P = \frac{\Pi \pm Y}{\Phi + \Phi_0},$$

где Φ и Φ_0 — основные и оборотные фонды производства,

Π — прибыль предприятия,

Y — экологическая составляющая деятельности предприятия (ущерб или прибыль).

Задача оптимизации не всегда решается на макроуровне. Для этого необходимо формировать большой массив исходной информации, что напрямую не связано, например, с режимами работы станка или дуговой сталеплавильной печи. На практике часто принимают в качестве целевой функции прибыль [2]

$$\Pi = \sum_i^n \sum_j^s c_{ij} q_{ij} - \sum_i^n z_i - z_0,$$

где n — количество цехов или участков, выпускающих продукцию номенклатуры j ,

c — цена продукции,

q — объем выпуска изделий,

z_0 и z_i — постоянные и технологические издержки производства.

Приведенная целевая функция не является единственной. Могут быть сформулированы и другие экономические цели, например, себестоимость, транспортные издержки, энергетические

затраты и др. Пример технологической целевой функции: покомпонентный состав стали 25Л должен соответствовать ГОСТу ($0,22\% < C < 0,30\%$; $0,45\% < Mn < 0,90\%$; $0,20\% < Si < 0,52\%$; $P < 0,0\%$; $S < 0,0\%$). В данном случае не соблюдается условие единственности. Поэтому можно выбрать один из технологических показателей, например, содержание углерода в слитке, в качестве целевой функции, а все остальные параметры перевести в разряд ограничений.

Иной подход состоит в преобразовании комплекса факторов в некоторый интегральный показатель качества R (рис. 1).

В практике научных исследований принято рассматривать прямые и обратные задачи моделирования. Для задач прямого моделирования характерна такая постановка исследования, когда в результате моделирования определяются выходные параметры объекта. В задачах обратного моделирования определяются входные параметры объекта или управляющие воздействия [3].

Общей задачей моделирования является установление зависимости

$$Y = f(X, U, Z) = \varphi(X, U) + \xi(Z),$$

где $\varphi(X, U)$ — отображение объекта моделью;

$\xi(Z)$ — погрешность модели.

Исследование свойств объектов, а также функционирования систем тренинга выполняется с помощью прямого моделирования. При заданных значениях входных параметров X и управляющих воздействий U определяется функция Y .

В системах управления ТС модели используются для опережающего прогнозирования состояния объектов. При этом модели являются одним из элементов контура управления.

В этом случае ставится задача: найти такие значения входных параметров X и/или управляющих воздействий U , которые обеспечивают оптимальное значение целевой функции Y (рис. 2).

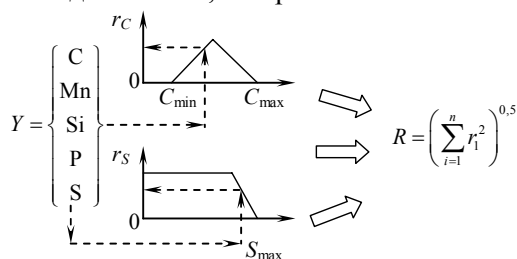


Рис. 1. Формирование обобщенного показателя качества стали

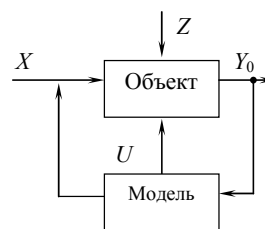


Рис. 2. Схема управления объектом

Для поиска оптимальных значений управляющих воздействий применяются различные методы оптимизации. Однако, во всех случаях необходимо в явной либо неявной форме иметь выражения зависимости целевой функции от входных параметров и управляющих воздействий.

Многообразие подходов оценивания отступает на второй план перед тем общим, что объединяет разные методы, создавая внутреннее единство объекта. Эти общие особенности методов измерения и оценки качества составляют основу методологии системного подхода при анализе состояния объекта.

Комплексную оценку качества объекта можно рассматривать как трехстадийный процесс:

I этап — исследование экстенсивных и интенсивных свойств (характера и объема) потребляемых или используемых ресурсов, условий воздействия, определение набора учитываемых свойств;

II этап — оценка простых свойств;

III этап — оценка сложных свойств и качества системы в целом.

При выполнении каждого предлагаемого этапа необходимо произвести ряд операций, которые перечислены в алгоритме комплексного измерения и расчета оценки объекта:

— найти способ учета весомостей отдельных операций и параметров,

— определить вид зависимости между показателями качества и их оценками,

— разработать методику интегральной оценки.

Ключевым действием в представленной структуре является оператор преобразования информации о некотором свойстве системы в показатель качества. Сложность, возникающая на этой стадии, связана с необходимостью учета взаимного влияния факторов. В связи с этим указанное преобразование осуществляется относительно каждого элементарного свойства, с последующим сведением отдельных частных показателей к единому критерию качества системы в целом. Хотя, в общем случае, если рассматривать характер причинно-следственной связи в последовательности событий “воздействие — преобразование — результат”, это не является принципиальным.

Литература

1. Прудковский Б.А. Зачем металлургу математические модели? — М.: Наука, 1989. — 192 с.
2. Храпко С.А. Оптимизация режима ведения плавки стали в дуговой сталеплавильной печи по прибыли предприятия // Современная электрометаллургия. — 2003, № 2(71). — С. 37 — 40.
3. Неуймин Я.Г. Модели в науке и технике: история, теория, практика. — Л.: Наука, 1984. — 189 с.

Поступила в редакцию 2 февраля 2007 г.
