

## ОПТИМИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ В УСЛОВИЯХ МНОГОТАРИФНОСТИ

А.В. Сычев

*Гомельский политехнический институт им.П.О. Сухого, Беларусь*

При переходе на расчеты за электроэнергию по зонам суток у предприятия появляются реальные стимулы и финансовая заинтересованность в реализации мер, направленных на выполнение производственных программ в зонах льготного электропотребления и за счет этого снизить коммерческий расход электроэнергии  $W_{кэ}$ . Одним из таких мероприятий является смещение производственных циклов отдельных технологических объектов (ТО) относительно базового начала рабочего дня  $Tб$  на величину  $\Delta t$ .

Коммерческий расход электроэнергии  $W_{кэ}$  есть сумма энергий, потребленных в периоды тарифных зон суток, умноженных на соответствующие тарифные коэффициенты и зависит от формы суточного графика нагрузки и того, как он проходит через режимные зоны суток. Если считать, что форма суточного графика не изменяется при его смещении по оси времени в диапазоне  $\pm 2$  часа относительно  $Tб$  (что в общем допустимо), то задаваясь значениями  $\Delta t$  с шагом, равным интервалу осреднения суточного графика  $T_{оср}$ , можно получить зависимость  $W_{кэ}$  от  $\Delta t$ . Связь между  $W_{кэ}$  и  $\Delta t$  как непрерывная функция хорошо описывается следующей зависимостью:

$$W_{кэ}(\Delta t) = b_0 + b_1 \cdot (Tб + \Delta t) + b_2 \cdot (Tб + \Delta t)^2, \quad (1)$$

где  $b_0, b_1, b_2$  - коэффициенты регрессии.

Выражение (1) положено в основу математической модели оптимизации коммерческого расхода электроэнергии на предприятии, состоящего из  $n$  технологических объектов:

$$\left. \begin{aligned} W_{кэ} &= \sum_{i=1}^n \left( b_{0i} + b_{1i} \cdot (Tб_i + \Delta t_i) + b_{2i} \cdot (Tб_i + \Delta t_i)^2 \right) \rightarrow \min \\ T_{min_i} &\leq Tб_i + \Delta t_i \leq T_{max_i} \\ \Delta t_i &= m_i \cdot \tau_i \\ \Delta t_i - \Delta t_j &\leq T_{p_{ij}}, \quad i \neq j \\ i &= \overline{1, n}; j = \overline{1, n}; m_i - \text{целые} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Кроме функции цели  $W_{кэ}$  модель (2) содержит:

1) Граничные условия, определяющие область поиска решений

$$T_{min_i} \leq \Delta t_i + Tб_i \leq T_{max_i}, \quad (3)$$

где  $T_{min_i}, T_{max_i}$  - верхняя и нижняя границы диапазона возможного смещения  $Tб$  для  $i$ -го объекта, час.

Границы диапазона определяются как областью исследования суточного графика, так и особенностями его работы.

2) Ограничения, обусловленные имеющимися технологическими и организационными связями между производственными циклами:

$$\Delta t_i - \Delta t_j \leq T_{p_{ij}}, \quad (4)$$

где  $T_{p_{ij}}$  - допустимое время ресинхронизации производственных циклов  $i$ -го и  $j$ -го объектов относительно друг друга, час.

3) Условие дискретности шага смещения  $\tau$  (например, 15 или 30 минут), которое определяет и дискретность значений  $\Delta t_i$ :

$$\Delta t_i = m_i \tau_i, \quad (5)$$

где  $\tau_i$  - шаг смещения для  $i$ -го объекта, час;  
 $m$  - количество шагов смещения.

Таким образом задача оптимизации производственных циклов технологических объектов промышленного предприятия по критерию минимума коммерческого расхода электроэнергии есть задача нелинейного целочисленного программирования.

Исходной информацией для построения модели (2) являются среднесуточные графики электропотребления для отдельных технологических объектов за период, обеспечивающий их статистическую значимость и соизмеримый с периодом, в течение которого будут действовать выбранные смещения. Так как зоны действия тарифов меняются ежеквартально, то расчет оптимальных значений смещений производственных циклов должен с такой же периодичностью уточняться.

Анализ работы технологических объектов Новобелицкого комбината хлебопродуктов за период 4-го квартала 1997 года и расчет оптимальных сдвигов производственных циклов показал, что за счет смещения рабочих смен некоторых цехов в диапазоне  $\pm 2$  часа можно получить снижение коммерческого расхода электроэнергии на 2-3 %.

Предлагаемая модель оптимизации (2) может быть использована в программном обеспечении автоматизированных систем контроля электропотребления на промышленных предприятиях.