

n_{ai} — число i -й аварии за определенный временной интервал; $n_{аб}$ — базовый интервал времени; β_{ai} — коэффициент ущерба (0, 1) от недоотпуска электрической энергии.

При возникновении аварийной ситуации оператору необходимо представить на видеотерминалы число параметров n , позволяющих ее оценивать в полной мере. Иначе говоря, необходимо максимизировать функцию Q вида

$$Q = \sum_{i=1}^n x_{ai} a_i \text{ при ограничении } \sum_{i=1}^n x_{ai} b_i \leq S\lambda/100.$$

Использование изложенной методики позволит выявить оптимальные объемы информации, представляемые оператору через средства отображения в АСУ ТП, при управлении нормальными и аварийными режимами работы энергоблока.

ЛИТЕРАТУРА

1. Руссман И.А. О некоторых задачах оптимизации информации. — М.: Энергия, 1968. — 183 с.
2. Головенкин В.Г. О выборе оптимального состава параметров контроля сложных систем перед применением. — М.: Энергия, 1966. — 311 с.

УДК 681.52.136

В.И. НАЗАРОВ (БПИ)

АЛГОРИТМ ПЕРИОДИЧНОСТИ ПОДКЛЮЧЕНИЯ СИСТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ АСУ ЭНЕРГОБЛОКОМ

В настоящее время в комплекс подсистем автоматизированной системы управления (АСУ) энергоблоком все чаще включается задача адаптации автоматических систем регулирования (АСР) нижнего уровня. Ее эффективность в значительной степени зависит от ухудшения качества регулирования, возникающего в период адаптации АСР [1]. При этом должна решаться задача выбора оптимального периода адаптации, ее длительности, а также минимального ухудшения функционирования системы. Данная задача была рассмотрена в [2], где получен оптимальный период $T_{вкл}^{opt}$ подключения контура адаптации к

АСР при оптимизации целевой функции $V_A = \frac{T_0 \Delta\varphi}{2} [T_0 - (T_{вкл} - T_A)^2 T_{вкл}^{-1}] - T_A T_0 D_A T_{вкл}^{-1}$ по $T_{вкл}$, т. е.

$$T_{вкл}^{opt} = \sqrt{\frac{T_A^2 \Delta\varphi + 2T_A D_A}{\Delta\varphi}}, \quad (1)$$

где T_A и D_A — время адаптации и дисперсия регулируемого параметра в период адаптации; $\Delta\varphi = \varphi - \varphi_0$ — скорость изменения дисперсии регулируемого параметра dD_y/dt относительно минимальной дисперсии D_y^{min} , достигаемой при адаптации данной АСР; T_0 — период работы адаптивной подсистемы.

Как видно из (1), при реализации данного критерия в подсистеме адаптации АСР он характеризуется рядом недостатков: во-первых, трудностью определения параметра $\Delta\varphi$, которая обусловлена несостоятельностью допущения стационарности $\Delta\varphi$ на значительном временном интервале [3], и, во-вторых, трудностью организации его в подсистеме адаптации.

Наиболее целесообразно определение критерия периодичности адаптации по ходу технологического процесса через дисперсию регулируемого параметра D_y и дисперсию эквивалентного возмущения $f(t)$, приведенного к выходу системы регулирования $-D_f$. Так, согласно [2],

$$\Delta\varphi \approx \Delta D_y / (T_{\text{вкл}}^{\text{opt}} - T_A), \quad (2)$$

где $\Delta D_y = D_y - D_y^{\text{min}}$. Тогда, подставив в (2) выражение (1), можем записать:

$$\begin{aligned} \Delta D_y &= \sqrt{T_A^2 \Delta\varphi^2 + 2T_A D_A \Delta\varphi} - \Delta\varphi T_A = \\ &= T_A \Delta\varphi (\sqrt{1 + 2D_A / T_A \Delta\varphi} - 1), \end{aligned}$$

где $2D_A / T_A \Delta\varphi \gg 1$ и $\sqrt{1 + 2D_A / T_A \Delta\varphi} \gg 1$. Следовательно, $\Delta D_y \approx \sqrt{2T_A D_A \Delta\varphi}$. Возведя в квадрат обе части этого выражения и имея при $\Delta t \rightarrow 0$ $\Delta\varphi \approx \Delta D_y / \Delta t$, получаем: $\Delta D_y^2 \approx 2T_A D_A \Delta D_y / \Delta t$ или $\Delta D_y \approx 2T_A D_A / \Delta t = 2T_A D_A / t^{\text{ст}}$. Здесь $t^{\text{ст}}$ – время слежения подсистемой адаптации за качеством функционирования данной АСР с момента предыдущей адаптации (оптимизации).

Запишем: $\Delta D_y = D_y^{\text{вкл}} - D_y^{\text{min}}$ (причем $D_y^{\text{min}} = \chi D_f$) [1]. Отсюда

$$D_y^{\text{вкл}} \approx 2T_A D_A / t^{\text{ст}} + \chi D_f, \quad (3)$$

где χ – коэффициент эффективности функционирования системы регулирования; $D_y^{\text{вкл}}$ – ”пороговая” дисперсия регулируемого параметра, т. е. при $D_y < D_y^{\text{вкл}}$ осуществляется режим слежения подсистемой адаптации, а при $D_y \geq D_y^{\text{вкл}}$ – подключение подсистемы адаптации к АСР (точки A_0, A_1 на рис. 1). Коэффициент χ в выражении (3) определяется спектральной характеристикой $S_f(\omega)$ возмущения $f(t)$, действующего на систему регулирования, и временем запаздывания объекта по регулирующему каналу $\tau_{\text{об}}$ [1] и приближенно равен

$$\chi \approx 1 - e^{-2\alpha_{\text{экр}} \tau_{\text{об}}}, \quad (4)$$

где $\alpha_{\text{экр}}$ – эквивалентная характеристика $S_f(\omega)$. С учетом [4, 5]

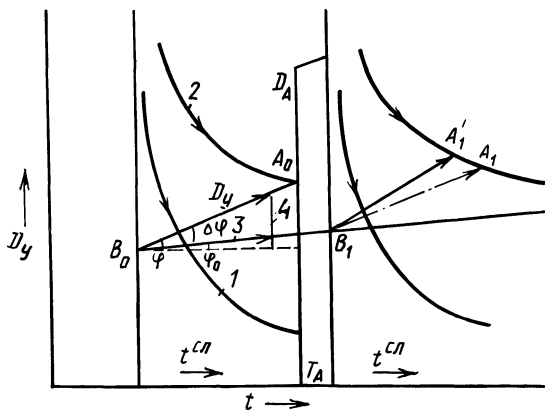
$$\alpha_{\text{экр}} \approx \frac{R_f(0)}{\int_0^{\infty} R_f(\tau) d\tau} \approx \frac{\alpha \sum_{i=1}^k \delta_i}{\sum_{i=1}^k \delta_i i^{-1}}, \quad (5)$$

Рис. 1. Процесс слежения и подключения подсистемы адаптации к АСР:

A_1 — подключение подсистемы адаптации, согласно [2], при $\Delta\varphi = \text{const}$; A_0 и A'_1 — подключение подсистемы согласно предложенному адаптивному критерию периодичности.

1, 2, 3, 4 — соответственно $2T_A D_A / t^{\text{сл}}$; $D_y^{\text{вкл}}$; $D_y^{\text{мин}}$;

ΔD_y .



где δ_i и α — характеристики $S_f(\omega)$ по i -му ортогональному спектру.

При низкочастотном возмущении $0 < \omega \leq \omega_{н.ч}$

$$\chi \approx 2\alpha_{\text{эkv}} \tau_{\text{об}} \approx 2\alpha \tau_{\text{об}} \sum_{i=1}^k \delta_i / (\sum_{i=1}^k \delta_i i^{-1}). \quad (6)$$

Тогда в окончательном виде выражение (3), согласно (4) и (5), будет иметь вид

$$D_y^{\text{вкл}} \approx \frac{2T_A D_A}{t^{\text{сл}}} + (1 - e^{-(2\alpha\tau_{\text{об}} \sum_{i=1}^k \delta_i) / (\sum_{i=1}^k \delta_i i^{-1})}) \sum_{i=1}^k \delta_i.$$

Для (6) же

$$D_y^{\text{вкл}} \approx \frac{2T_A D_A}{t^{\text{сл}}} + 2\alpha\tau_{\text{об}} \left(\sum_{i=1}^k \delta_i \right)^2 / \sum_{i=1}^k \delta_i i^{-1}.$$

Предложенный критерий периодичности подключения подсистемы адаптации к АСР прост в реализации и характеризуется достаточной точностью расчета, универсален, т. е. может быть использован при оптимизации широкого круга системы регулирования теплоэнергетическими объектами, а также отличается возможностью адаптации к изменяющимся условиям функционирования АСР.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ротач В.Я. Теория автоматического управления теплоэнергетическими процессами. — М.: Энергоатомиздат, 1985. — 296 с. 2. Кузищин В.Ф., Костилов В.В. Определение оптимальной периодичности включения контура адаптации с активной идентификацией // Труды МЭИ. — 1982. — Вып. 575. — С. 126—131. 3. Котельные и турбинные установки энергоблоков мощностью 500 и 800 МВт/Под общ. ред. В.Е.Дорошука и В.Б.Рубина. — М.: Энергия, 1979. — 680 с. 4. Романенко А.Ф., Сергеев Г.А. Вопросы прикладного анализа случайных процессов. — М.: Сов. радио, 1968. — 256 с. 5. Бачиш П.В., Назаров В.И. Статистический метод идентификации объектов управления // Изв. вузов. Энергетика. — 1985. — № 12. — С. 73—78.