

3. В о и н о в, А. Н. Сгорание в быстроходных поршневых двигателях / А. Н. Воинов. – М.: Машиностроение, 1977. – 277 с.
4. Л ь ю и с, Б. Горение, пламя и взрывы в газах / Б. Льюис, Г. Эльбе. – М.: Мир. – 1968. – 592 с.
5. И н д и к а т о р н а я диаграмма, динамика тепловыделения и рабочий цикл быстроходного поршневого двигателя / Б. С. Стечкин [и др.]. – М.: АН СССР, 1960. – 200 с.
6. Щ е т и н к о в, Е. С. Физика горения газов / Е. С. Щетинков. – М.: Наука, 1965. – 39 с.
7. C o m b u s t i o n of hydrogen-contained fuels in the model of ice chamber / M. S. Assad [et al.] // International workshop «Nonequilibrium processes in combustion and plasma based technologies». – Minsk, 2006. – P. 124–129.

Представлена кафедрой  
физико-математических дисциплин

Поступила 5.05.2007

УДК 621.311.22:681.32

## **ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ОБЪЕМА ОТОБРАЖАЕМОЙ ИНФОРМАЦИИ В АСУ ТП ТЭС**

**Канд. техн. наук, доц. НАЗАРОВ В. И., инж. ПРОНКЕВИЧ Е. В.**

*Белорусский национальный технический университет*

Управление работой энергоблока условно можно разделить на несколько контуров управления:

- в нормальном режиме;
- в пускоостановочных режимах;
- в аварийном режиме.

Особенность третьего контура управления заключается в том, что здесь управление не может осуществляться по жесткому алгоритму, для него характерно возникновение игровых ситуаций [1]. В контурах управления нормальным и пускоостановочным режимами функции оператора в основном сводятся к контролю за отклонением параметра от их регламентных значений.

Оптимальность управления в том или ином контуре в первую очередь зависит от количества и качества предоставляемой информации. Отклонение объема информации от оптимального увеличивает время оценки ситуации и принятия решений и в конце концов приводит к возрастанию вероятности появления ошибок.

Определить необходимый оператору оптимальный объем информации можно лишь путем построения математической модели информационной системы АСУ ТП энергоблока.

К настоящему времени известен ряд методов определения оптимального объема информации. Например, в [2] для этого принято использовать

теорию графов. Целевой функцией здесь является минимум усилий затрат на получение информации и потерь от ее неполучения (вводятся стоимости единиц получаемой и неполучаемой информации). Применение этого метода на практике осложняется невозможностью определить стоимость «потерянной», или неполученной, информации. Некоторые авторы предлагают использовать информационный критерий [3] для оптимизации состава контролируемых параметров. Этот метод также трудно применить практически, так как он требует вычисления условных вероятностей для огромного числа параметров, что затруднительно из-за большой размерности задачи и крупного объема статических данных.

Для оценки оптимального объема отображаемой информации был предложен обобщенный критерий информационного потока при фрагментном контроле работы энергоблока:

$$\begin{cases} Q = \sum_{i=1}^n X_{ai} a_i + \sum_{j=1}^n X_{эj} C_{эj}; \\ \sum_{i=1}^n X_{ai} b_{ai} + \sum_{j=1}^n X_{эj} b_{эj} \leq S; \\ (m+n) \Rightarrow \max. \end{cases} \quad (1)$$

Здесь  $X_{ai}$  – параметры фрагментов контроля, отклонения которых могут привести к аварийной ситуации (аварийный контур управления);  $a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го параметра,  $a_i = P_{ai} \beta_i$ ;  $P_{ai}$  – вероятность возникновения аварийных ситуаций по причине отклонения  $i$ -го параметра;  $\beta_i$  – коэффициент ущерба (оценивается по недоотпуску тепловой и электрической энергии);  $X_{эj}$  – параметры фрагментов контроля, отклонения которых могут привести к снижению экономичности работы оборудования (оперативный контур управления);  $C_{эj}$  – весовой коэффициент  $j$ -го параметра,  $C_{эj} = P_{эj} \alpha_{эj}$ ;  $P_{эj}$  – вероятность отклонения  $j$ -го параметра от нормативного значения;  $\alpha_{эj}$  – коэффициент, учитывающий степень влияния  $j$ -го параметра на экономичность работы энергоблока;  $b_{ai}$ ,  $b_{эj}$  – коэффициенты заполнения экрана параметрами;  $S$  – информационная нагрузка экрана (определяет информационную пропускную способность оператора, не более 40 байт/с).

При определении значения  $P_{эj}$  необходимо учитывать, что параметры могут отклоняться от нормативного значения в ту или другую сторону, т. е. отклонение параметра может либо вызвать пережог топлива (–), либо экономию (+). Поэтому, чтобы учесть как положительное, так и отрицательное отклонения параметров, необходимо  $P_{эj}$  представить в виде:

$$\begin{cases} P_{эj} = f(P_{эj}^+; P_{эj}^-); \\ P_{эj}^+ + P_{эj}^- + P_j^0 = 1, \end{cases} \quad (2)$$

где  $P_{эj}^-$  – вероятность отклонения  $j$ -го параметра в сторону пережога топлива на расчетном временном интервале;  $P_{эj}^+$  – в то же экономии топлива на

расчетном временном интервале;  $P_{эj}^0$  – вероятность того, что  $j$ -й параметр не отклонится от нормативного значения.

Коэффициенты  $\alpha_{эj}$  также должны учитывать степень влияния  $j$ -го параметра на экономичность работы энергоблока, как с учетом пережога топлива, так с учетом экономии последнего

$$\alpha_{эj} = f(\alpha_{эj}^+; \alpha_{эj}^-),$$

где  $\alpha_{эj}^+$  – коэффициент, учитывающий экономию топлива на относительную единицу отклонения  $j$ -го параметра;  $\alpha_{эj}^-$  – то же пережог топлива на относительную единицу отклонения  $j$ -го параметра.

Так как нас интересуют только вероятностные отклонения  $j$ -го параметра в сторону пережога топлива, весовой коэффициент  $C_j$  можем записать как

$$C_j = \gamma_{эj} \cdot P_{эj}^- \cdot \alpha_{эj}^- \quad (3)$$

Здесь мы вводим еще один параметр  $\gamma_{эj}$  – среднюю величину отклонения  $i$ -го параметра от нормативного значения в сторону пережога топлива на расчетном временном интервале:

$$\gamma_{эj} = \frac{\sum_{i=1}^{K_j} \delta f_j^l}{K_j}, \quad (4)$$

где  $K_j$  – число отклонений  $j$ -го параметра от нормативного значения на расчетном временном интервале в сторону пережога топлива;  $\delta f_j^l$  – относительное отклонение  $j$ -го параметра от нормативного значения в  $l$ -й точке контроля. При этом  $P_{эj}^- = \frac{K_j}{m_j}$ , где  $m_j$  – общее количество точек контроля  $j$ -го параметра.

Тогда:

$$\gamma_{эj} = \frac{\sum_{i=1}^{K_j} \delta f_j^l}{m_i P_{эi}^-}, \quad (5)$$

и

$$C_{эj} = \frac{P_{эi}^- \alpha_{эi}^- \sum_{i=1}^{K_j} \delta f_j^l}{m_j P_{эj}^-} = \frac{\alpha_{эj}^- \sum_{i=1}^{K_j} \delta f_j^l}{m_j}. \quad (6)$$

В обобщенном критерии информационного потока (1) учтены только параметры, влияющие на экономичность работы оборудования. Для учета параметров, влияющих на надежность работы, необходимо ввести допол-

нительно  $\sum_{p=1}^r X_{np} C_{np}$ . Здесь  $C_{np}$  – коэффициент, учитывающий степень влияния  $p$ -го параметра на надежность работы энергоблока;  $X_{np}$  – параметры фрагментов контроля, отклонения которых могут привести к снижению надежности работы оборудования (оперативный контур управления). Аналогично вводится  $\sum_{p=1}^r X_{np} b_{np}$  и в ограничение информационной пропускной способности оператора. По аналогии с  $C_{эj}$  запишем

$$C_{np} = \alpha_{np}^- \frac{\sum_{g=1}^d \delta\varphi_p^g}{M_p}. \quad (7)$$

Здесь  $\alpha_{np}^-$ ,  $\delta\varphi_p^g$  и  $M_p$  аналогично.

Тогда в конечном виде (1) получим:

$$\begin{cases} Q = \sum_{i=1}^n X_{ai} a_i + \sum_{j=1}^m X_{эj} C_{эj} + \sum_{p=1}^r X_{np} C_{np}; \\ \sum_{i=1}^n X_{ai} b_{ai} + \sum_{j=1}^m X_{эj} b_{эj} + \sum_{p=1}^r X_{np} b_{np} \leq S; \\ (n + m + r) \Rightarrow \max. \end{cases} \quad (8)$$

## ВЫВОД

Предложен обобщенный критерий информационного потока при фрагментном контроле работы энергоблока с целью оценки оптимального объема представляемой информации оператору энергоблока, позволяющий свести к минимуму потери топлива при эксплуатации основного оборудования ТЭС.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Зинченко, В. Игровые системы управления и информационные моделирования / В. Зинченко, Д. Панов // Система, человек и автомат. – М.: Наука, 1965.
2. Русман, И. О некоторых задачах оптимизации потоков информации / И. Русман // Вопросы оптимального программирования в производственных задачах. – Воронеж, 1968.
3. Головенкин, В. О выборе оптимального состава параметров контроля сложных систем перед применением / В. Головенкин // Автоматический контроль и методы измерения. – Новосибирск, 1966.

Представлена кафедрой ТЭС

Поступила 10.11.2005