Литература

1. Захарин А.Г., Браилов В.П., Денисов Д.И. Методы экономического сравнения вариантов в энергетике по принципу минимума приведенных затрат. М., 1971. 2. Илларионов Г.А., Петренко Э.Г. Технико-экономические расчеты в электрических сетях. — В сб.: Вопросы методики технико-экономических расчетов в энергетике. Л., 1970.

М.А. Короткевич

МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ ЗАГРУЗКИ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ АСУ ПРЕДПРИЯТИЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Комплекс технических средств автоматизированной системы управления (АСУ) предприятием электрических сетей (ПЭС) включает в себя устройства регистрации, подготовки, сбора, приема и передачи информации.

По отношению к АСУ энергосистемой указанные устройства называются периферийными.

Как следует из [1], стоимость периферийных устройств составляет 80% стоимости всего технического комплекса АСУ энергосистемой. Так как одна и та же операция по преобразованию информации может быть выполнена различными устройствами, то из всех возможных вариантов построения комплекса технических средств АСУ ПЭС должен быть выбран такой, который обеспечивает минимум приведенных затрат.

Один из важных вопросов построения комплекса технических средств состоит в определении количества средств i -й фазы преобразования. Определенное на стадии проектирования количество технических средств i -й фазы преобразования информации в процессе эксплуатации должно быть уточнено с целью обеспечения достаточной надежности и соответствующей организации преобразования информации. Эти вопросы могут быть решены методами теории массового обслуживания.

Представим техническое средство АСУ ПЭС как некоторую систему массового обслуживания, имеющую n каналов обслуживания.

Известно [2 - 3], что процесс функционирования системы массового обслуживания представляет собой случайный процесс из-за перехода системы в случайные моменты времени из одного состояния в другое. Переход системы из состояния в состояние происходит скачком в момент, когда осуществляется какое-то событие.

В любой момент времени система может быть в одном из состояний:

$$x_0, x_1, \ldots, x_n .$$

Вероятность того, что в момент t система будет находиться в состоянии x_n, обозначим через $p_i(t)$. Для любого момента времени

$$\sum_{i=0}^{n} p_i(t) = 1 \quad (i = 0, 1, 2, \ldots, n), \quad (1)$$

Граф возможных состояний аппаратуры изображен на рис. 1, где стрелками указаны возможные переходы системы из состояния в состояние.

Для выяснения пропускной способности (загрузки) аппаратуры требуется установить характер потока событий, переводящих систему из одного состояния в другое.

Процесс перехода из состояния x_i в состояние x_j под воздействием потока событий λ_{ij} можно рассматривать как

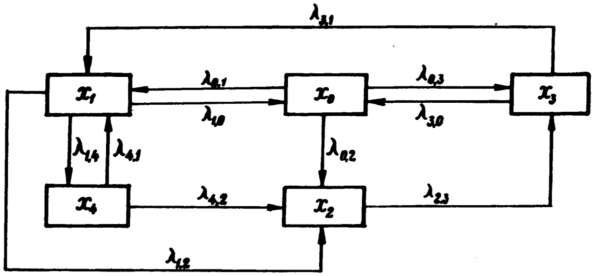

Рис. 1. Граф возможных состояний технического средства автоматизированной системы управления предприятия электрических сетей:

x_0 — устройство исправно, сообщения не поступают; x_1 — регистрация, подготовка или передача сообщений; x_2 — устройство неисправно; определяется вид ремонта; x_3 — устройство ремонтируется; x_4 — исправление обнаруженной ошибки в сообщении.

марковский процесс, а сам поток событий как пуассоновский, так как он обладает двумя свойствами: ординарностью и отсутствием последствия. При этом можно положить, что потоки λ_{ij} стационарны. Тогда интервал времени между двумя любыми событиями распределяется по показательному закону, а сам поток простейший [4].

Найдем интенсивность потоков, переводящих систему из состояния x_i в состояние x_j согласно рис. 1:

$$\left.\begin{aligned}
&\lambda_{0,1} = \frac{q_1}{\bar{t}_o}, \quad \lambda_{0,2} = \frac{q_2}{\bar{t}_o}, \quad \lambda_{o,3} = \frac{q_3}{\bar{t}_o}, \\
&\lambda_{1,0} = \frac{q_1}{\bar{t}_1}, \quad \lambda_{1,2} = \frac{q_2}{\bar{t}_1}, \quad \lambda_{1,4} = \frac{q_4}{\bar{t}_1}, \\
&\lambda_{2,3} = \frac{1}{\bar{t}_2}, \quad \lambda_{3,0} = \frac{q_3}{\bar{t}_3}, \quad \lambda_{3,1} = \frac{q_1}{\bar{t}_3}, \\
&\lambda_{4,1} = \frac{q_4}{\bar{t}_4}, \quad \lambda_{4,2} = \frac{q_2}{\bar{t}_4},
\end{aligned}\right\} \tag{2}$$

где q_i – вероятности появления соответствующих событий x_i, причем

$$\sum_{i=1}^{n} q_i = 1, \qquad (i = 1, \ldots, n), \tag{3}$$

$\bar{t}_i$ $(i = 0, \ldots, n)$ – математическое ожидание времени нахождения аппаратуры в соответствующих состояниях x_i.

Вероятности q_i могут быть вычислены так:

$$q_i = \frac{a_i}{\sum\limits_{i=1}^{n} a_i}, \tag{4}$$

где a_i – число операций (работ) в i -м состоянии за год.

Среднее время пребывания устройств в состоянии x_o

$$t_o = \frac{t_{max} - \sum\limits_{i=1}^{n} a_i \bar{t}_i}{b}, \tag{5}$$

где t_{max} – максимально возможное количество рабочих часов в год; $\bar{t}_i$ – среднее время выполнения одной операции (работы); b – количество переходов системы в j -е состояние ($j = 1, 2, \ldots, \bar{m}$) из состояния x_o.

Составим дифференциальные уравнения для вероятностей состояний системы, размеченный граф которой изображен на рис. 1:

$$
\left.
\begin{aligned}
\frac{dp_o(t)}{dt} &= -(\lambda_{0,1}+\lambda_{0,2}+\lambda_{0,3})p_o(t)+\lambda_{1,0}p_1(t)+\lambda_{3,0}p_3(t);\\
\frac{dp_1(t)}{dt} &= -(\lambda_{1,0}+\lambda_{1,2}+\lambda_{1,4})p_1(t)+\lambda_{0,1}p_o(t)+\lambda_{3,1}p_3(t)+\\
&+\lambda_{4,1}p_4(t);\\
\frac{dp_2(t)}{dt} &= -\lambda_{2,3}p_2(t)+\lambda_{1,2}p_1(t)+\lambda_{4,2}p_4(t)+\lambda_{0,2}p_o(t);\\
\frac{dp_3(t)}{dt} &= -(\lambda_{3,1}+\lambda_{3,0})p_3(t)+\lambda_{2,3}p_2(t)+\lambda_{0,3}p_o(t);\\
\frac{dp_4(t)}{dt} &= -(\lambda_{4,1}+\lambda_{4,2})p_4(t)+\lambda_{1,4}p_1(t).
\end{aligned}
\right\} \quad (6)
$$

Для решения системы уравнений (6) задаются начальными значениями $p_o(0),\ldots,p_i(0)$, на которые накладываются естественные ограничения.

Полагая, что все p_i ($i=0,\ldots,n$) постоянны, а следовательно, все производные равны нулю, система (6) превращается в систему алгебраических уравнений. К полученной системе уравнений добавляется так называемое нормировочное условие (1), позволяющее сократить число уравнений на единицу.

Система уравнений разрешается относительно неизвестных $p_o,\ldots,p_i$ одним из известных способов [5].

Зная вероятности нахождения системы в состояниях x_i, можно определить занятость аппаратуры в течение года (β) и наиболее продолжительные по времени работы:

$$\beta = t_{max} \sum_{i=1}^{n} p_i \qquad (i=1,\ldots,n). \qquad (7)$$

Режим работы аппаратуры определяется коэффициентом сменности ($d_{см}$):

$$d_{см} = \frac{\beta}{D_p\, t_{см}} = \frac{(\sum_{i=1}^{n} p_i)\, t_{max}}{D_p\, t_{см}}, \qquad (8)$$

где $D_р$ – количество рабочих дней в году; $t_{см}$ – продолжительность смены, ч.

Изложенная методика позволяет определить вероятности пребывания системы в состояниях x_i и другие показатели функционирования системы и наметить мероприятия по улучшению работы системы.

Литература

1. Методика разработки АСУП энергосистемы. М., 1970. 2. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. М., 1969. 3. Овчаров Л.А. Прикладные задачи теории массового обслуживания. М., 1969. 4. Шаланда В.А. Определение оптимальной организации оперативного обслуживания распределительных электросетей. – "Изв. вузов. Энергетика", 1971, №8. 5. Демидович Б.П., Марон И.А. Основы вычислительной математики. М., 1960.

18 Зак. 6083