

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ СБОРА И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Чупайленко А.А., канд. техн. наук, доц.,
Терованесов М.Р., канд. техн. наук, Седов А.Н., аспирант,
Донецкий государственный технический университет

Исследована математическая модель системы оперативного контроля электрических сетей промышленных предприятий.

It is adduced the matimatical model of system development of operating control of electrical sistem industrial enterprises.

Система оперативного контроля и управления электрическими сетями промышленных предприятий предназначена для повышения надежности электроснабжения, оперативного управления режимами работы электрической сети, а также снижения аварийных ситуаций при работе оперативного персонала подстанций за счет получения достоверной оперативной и справочной информации о текущем состоянии оборудования.

Структурно система оперативного контроля и управления включает управляющий вычислительный комплекс, систему сбора и обработки информации, кабельные каналы связи, датчики устройств и оборудования. В настоящее время используются такие каналы связи, как витая пара, коаксиальный кабель, оптико-волоконный кабель, беспроводные каналы связи.

Так как система оперативного контроля не является управляющей, то было решено для сбора сигналов использовать телефонные линии, основным преимуществом которых является дешевизна.

Основным недостатком телефонной линии является высокий уровень помех, поэтому для определения основных характеристик системы оперативного контроля была проанализирована математическая модель с учетом помех и найдены ее характеристики.

Математическая модель данной системы рассматривается как одноканальная двухфазная с разделением на фазу сбора и записи сигналов и фазу обработки и выдачи результатов.

С учетом допущений и ограничений, принятых на такие вероятностные характеристики потока сигналов, как время обнаружения

сигналов T_a , время обработки сигналов T_b , интенсивность поступления сигнала λ , время ожидания сигналов в очереди $T_{ож}$ была составлена следующая система дифференциальных уравнений, новизна которых состоит во введении коэффициента h , учитывающего влияние помех:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dP_0(t)}{dt} &= -\lambda P_0(t) + \mu h P_1(t) \\ \frac{dP_1(t)}{dt} &= \lambda P_0(t) - (\lambda + h\mu) P_1(t) + h(\mu + \vartheta) P_2(t) \\ &\dots\dots\dots \\ \frac{dP_N}{dt} &= \lambda P_{N-1}(t) - (\lambda + h\mu + (N-1)(\vartheta + h)) P_N(t) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

В данной системе уравнений величина

$$\vartheta = \frac{1}{M(t_з + t_{ож})} \quad ; \quad m_{тож} = M[T_{ож}],$$

где $m(t_{ож}+t_з)$ – среднее время ожидания в очереди с учетом влияния помех; μ – среднее время обслуживания сигнала; N – число мест ожидания сигнала; $T_{п}$ – время передачи сигнала; l – длина линии между узлами; v – скорость передачи; h – коэффициент, учитывающий влияние помех

$$h = M [T_{п}] ; \quad T_{п} = l / v .$$

В ходе решений этой системы уравнений были получены следующие характеристики:

Среднее время ожидания в очереди:

$$E(W) = \frac{T_b - T_a}{2} \left(\frac{T_b - T_a}{(1 - \lambda(T_b - T_a))} + 1 \right) ; \quad (2)$$

Число мест в буферной памяти системы из условия:

$$NI > \frac{1 - e^{-\lambda T} (\lambda T + 1)}{E} ; \quad (3)$$

где $E=10^{-4}$.

Использование современных вычислительных комплексов позволило значительно уменьшить время обслуживания информационных сигналов за счет уменьшения времени обработки и времени нахождения сигнала в буферной памяти, т.е. времени T_b – второй фазы обслуживания. В результате время T_a первой фазы обслуживания стало значительно превышать время T_b второй фазы. Как следствие

этого, стало нерациональное использование мощной вычислительной техники и простаивания оборудования.

Время T_a состоит из времени срабатывания датчиков $\tau_{ср}$ времени записи информации в память $\tau_{зап}$:

$$T_a = \tau_{ср} + \tau_{зап}.$$

В данном выражении возможно влиять только на величину $\tau_{зап}$.

$$\tau_{зап} = \tau_{скан} + \tau_{п},$$

где $\tau_{скан}$ — время сканирования, которое определяется интенсивностью потока поступающих сигналов λ и по существу является постоянной; $\tau_{п}$ — определяется накалами связи и температурой передачи данных.

Была исследована математическая модель с условием, что число каналов ограничено числом N и найдены ее характеристики.

Среднее число требований в системе было определено для числа каналов $n \geq 2$:

$$E(n) = \sum_{n=0}^{\infty} n \cdot P_n = \frac{\rho}{1-\rho}, \quad (4).$$

Это число всегда меньше, чем $E(n)$, что показывает преимущество данной системы.

Поскольку скорость обслуживания для состояния $n > 1$ составляет 2μ , система обслуживания может работать со скоростью поступлений в систему:

$$\lambda < 2\mu.$$

Таким образом, добавление обслуживающей линии улучшает как время пребывания требования к системе, так и ее производительность, а введение коэффициента, учитывающего влияние помех, увеличивает также надежность системы в целом. Характеристики математической модели с числом каналов $n \geq 2$ являются лучшей по сравнению с одноканальной системой, несмотря на то, что увеличение числа каналов приводит к удорожанию системы в целом.

Результаты проведенных исследований легли в основу построения оперативной системы диспетчерского управления.

Список источников.

1. Вопросы применения микропроцессорной системы в автоматизации диспетчерского управления шахтными электрическими сетями // В.И.Груба, А.А.Чупайленко, М.Р. Терованесов Сб. докл. Международной научно-техн. Конференции. М, 1991.
2. Закс Л. Статическое оценивание. М.: Энергоатомиздат, 1987.
3. Жовинский А.Н., Жовинский В.Н. Инженерный анализ случайных процессов. М.: Энергия, 1980
4. Преобразование и обработка информации в автоматической системе диспетчерского управления шахтными электрическими сетями//Киев, 1991.