

*Абрамов Ю.А., д-р техн. наук, гл. науч. сотр., НУТЗУ,
Кулешов Н.Н., канд. техн. наук, проф., НУТЗУ,
Тищенко А.М., канд. техн. наук, нач. каф., ЧАПБ*

АЛГОРИТМ ДИАГНОСТИКИ ДАТЧИКОВ ПЕРВИЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ СИСТЕМ ОСЛАБЛЕНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИЙ НА АЭС

Разработан алгоритм, обеспечивающий диагностику датчиков первичной информации систем ослабления последствий аварий на АЭС

Ключевые слова: датчик первичной информации, опасный фактор чрезвычайной ситуации, диагностический алгоритм

Постановка проблемы. Использование автоматических систем раннего обнаружения опасных факторов чрезвычайных ситуаций различного характера позволяет существенно снизить ущерб от их последствий. В этой связи одной из проблем является научное обоснование алгоритмов реализации таких систем.

Анализ последних исследований и публикаций. Наиболее полно решение такой проблемы применительно к АЭС изложено в [1]. В работе используется интегральный подход, вследствие чего не рассматривается влияние элементов системы на эффективность функционирования всей системы. Применительно к системе ослабления последствий аварий на АЭС в [2] разработаны методы расширения функциональных возможностей путем введения структурной избыточности в датчиках первичной информации. Следует отметить, что возможности получения избыточной информации используются не в полной мере. В частности, это касается формирования алгоритмов, обеспечивающих повышение надежности получения информации об опасных факторах чрезвычайных ситуаций.

Постановка задачи и ее решение. Целью работы является разработка алгоритмов, обеспечивающих диагностику датчиков первичной информации систем ослабления последствий аварий на АЭС, и как следствие – повышение надежности получения информации об опасных факторах чрезвычайных ситуаций.

В общем виде структурная схема датчика первичной информации имеет вид, приведенный на рис. 1.

Если опасный фактор чрезвычайной ситуации $\theta(t)$ изменяется по линейному закону, т.е.

$$\theta(t) = bt, \quad b = \text{const}, \quad (1)$$

где b – скорость изменения опасного фактора, то в момент времени t_i на первом выходе датчика будет иметь место

$$u_1(t_i) = Kb \left[t_i - \tau_1 \left[1 - \exp\left(-\frac{t_i}{\tau_1}\right) \right] \right]. \quad (2)$$

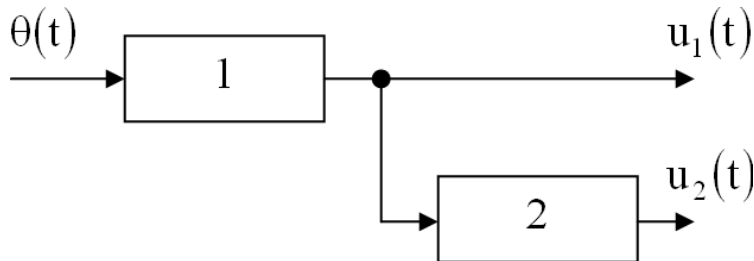


Рис. 1 – Структурная схема датчика первичной информации: 1 – датчик максимального типа; 2 – корректирующее устройство

В этом выражении K , τ_1 – коэффициент передачи и постоянная времени датчика 1 соответственно.

Если передаточная функция устройства 2 имеет вид

$$W_{\kappa}(p) = \tau_{\kappa} p (\tau_{\kappa} p + 1)^{-1}, \quad (3)$$

то в момент времени t_{i+1} , на выходах датчика первичной информации будут соответственно сигналы

$$u_1(t_{i+1}) = Kb \left[t_{i+1} - \tau_1 \left[1 - \exp\left(-\frac{t_{i+1}}{\tau_1}\right) \right] \right]; \quad (4)$$

$$u_2(t_{i+1}) = L^{-1} \left[\frac{K\tau_k p}{(\tau_1 p + 1)(\tau_k p + 1)} \frac{b}{p^2} \right] =$$

$$= \frac{Kb\tau_k}{\tau_k - \tau_1} \left[\tau_k \exp\left(-\frac{t_{i+1}}{\tau_1}\right) - \tau_1 \exp\left(-\frac{t_{i+1}}{\tau_k}\right) + \tau_k - \tau_1 \right], \quad (5)$$

где L^{-1} – оператор обратного интегрального преобразования Лапласа; τ_k – постоянная времени корректирующего устройства.

Определим разность выражений (4) и (2), приведенную к разности $\Delta t_{i+1} = t_{i+1} - t_i$, т.е.

$$\frac{u_1(t_{i+1}) - u_1(t_i)}{t_{i+1} - t_i} = Kb \left[1 + \frac{\tau_1}{t_{i+1} - t_i} \left[\exp\left(-\frac{t_{i+1}}{\tau_1}\right) - \exp\left(-\frac{t_i}{\tau_1}\right) \right] \right]. \quad (6)$$

Следует отметить, что

$$\lim_{\Delta t_{i+1} \rightarrow 0} \frac{u_1(t_{i+1}) - u_1(t_i)}{\Delta t_{i+1}} = \frac{du_1(t_i)}{dt} = Kb \left[1 - \exp\left(-\frac{t_i}{\tau_1}\right) \right], \quad (7)$$

т.е. выражение (6) представляет по своему смыслу дискретный аналог производной сигнала $u_1(t)$ в момент времени $t = t_i$. Если $t_i \geq 3\tau_1$, то из этого выражения следует, что оно пропорционально скорости изменения опасного фактора чрезвычайной ситуации.

Если из (6) вычесть (5), деленное на величину постоянной времени τ_k , то получим

$$D = \frac{u_1(t_{i+1}) - u_1(t_i)}{t_{i+1} - t_i} - \frac{u_2(t_{i+1})}{\tau_k} = \left[\frac{\tau_1}{t_{i+1} - t_i} \left[\exp\left(-\frac{t_{i+1}}{\tau_1}\right) - \exp\left(-\frac{t_i}{\tau_1}\right) \right] - \right.$$

$$\left. - \frac{\tau_k}{\tau_k - \tau_1} \exp\left(-\frac{t_{i+1}}{\tau_1}\right) + \frac{\tau_1}{\tau_k - \tau_1} \exp\left(-\frac{t_{i+1}}{\tau_k}\right) \right] Kb. \quad (8)$$

Полагая, что $t_{i+1} - t_i = \beta\tau_1$, $\tau_k = \alpha\tau_1$, где β и α – параметры, выражение (8) можно переписать следующим образом

$$D = Kb \exp\left(-\frac{t_i}{\tau_1}\right) \left[\frac{\exp(-\beta) - 1}{\beta} - \frac{\exp(-\beta)}{\alpha - 1} \left[\alpha - \exp[-\beta(1 - \alpha)\alpha^{-1}] \right] \right]. \quad (9)$$

Следует заметить, что

$$\lim_{\beta \rightarrow 0} D = 2Kb \exp(-t_i \tau_1^{-1}), \quad (10)$$

т.е. при $t_i \geq 3\tau_1$, это выражение стремится к нулю. Следовательно, величина D может служить мерой рассогласования между приведенной разностью (6) и величиной (5) в соответствующем масштабе. Критерий, используемый для диагностики датчиков первичной информации, будет иметь вид

$$D \leq \varepsilon, \quad (11)$$

где ε – параметр, характеризующий целесообразность использования информации, получаемой от датчика первичной информации об опасном факторе чрезвычайной ситуации.

Реализация алгоритмов (5), (6), (8) и (11) позволяет повысить надежность получения информации об опасных факторах чрезвычайной ситуации, что обусловлено введением второго информационного канала за счет структурной избыточности, который, по сути, выполняет роль резервного канала получения информации.

Выводы. Показано, что введение структурной избыточности в датчике первичной информации об опасных факторах чрезвычайных ситуаций открывает возможность в реализации диагностического алгоритма.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ястребенецкий М.А. Безопасность атомных станций. Информационные и управляющие системы / М.А. Ястребенецкий, В.Н. Васильченко, С.В. Виноградская, В.М. Гольдин, Ю.В. Розен, Л.И. Спектор, В.С. Харченко. – К.: Техніка, 2004. – 472 с.
2. Садковой В.П. Идентификация математической модели автоматической системы ослабления последствий аварий на АЭС / В.П. Садковой, Ю.А. Абрамов // Проблемы надзвичайних ситуацій. – Х.: УЦЗУ, 2008. – С. 182-189.

3. Бейтмен Г. Таблицы интегральных преобразований. Преобразования Фурье, Лапласа, Меллина / Г. Бейтмен, А. Эрдейн. – М.: Наука, 1969. – 342 с.
nuczu.edu.ua

Абрамов Ю.О., Кулешов М.М., Тищенко О.М.

Алгоритм діагностики датчиків первинної інформації систем послаблення наслідків аварій на АЕС

Розроблено алгоритм, який забезпечує діагностику датчиків первинної інформації систем послаблення наслідків аварій на АЕС

Ключові слова: датчик первинної інформації, небезпечний фактор надзвичайної ситуації, діагностичний алгоритм

Abramov Y.A., Kuleshov N.N., Tischenko A.M.

Diagnosis algorithm for primary information sensors of reduce the consequences of accidents systems at nuclear power plants

The algorithm provides diagnostic for the primary information sensors of reduce the consequences of accidents systems at nuclear power plants

Key words: primary information sensor, hazard emergency, diagnostic algorithm

УДК 614.84

*Аветісян В.Г., канд. техн. наук, доц., НУЦЗУ,
Тригуб В.В., канд. техн. наук, доц., НУЦЗУ*

**АЛГОРИТМ ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ РЯТУВАЛЬНИКІВ
ПРИ ЛІКВІДАЦІЇ НС В УМОВАХ ПОВЕНЕЙ**

(представлено д-ром хім. наук Калугінім В.Д.)

Показано підходи до визначення потрібних сил для проведення рятувальних робіт при повенях

Ключові слова: надзвичайна ситуація, повінь, рятувальний розрахунок, рятувальні роботи

Постановка проблеми. Згідно [1] основна задача підрозділів МНС при ліквідації надзвичайних ситуацій, в тому числі і при повенях та підтопленнях є рятування людей та майна, для чого потрібно завчасно, при прогнозуванні обстановки, визначити потрібну кількість сил та засобів для проведення розвідки зони НС та евакуаційних заходів.