

*Ю.А. Абрамов, д.т.н., профессор, гл. научн. сотр., НУГЗУ,
Я.Ю. Кальченко, магистр, НУГЗУ*

ВЫБОР МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРИОДА ПРОВЕДЕНИЯ РЕГЛАМЕНТНЫХ РАБОТ ДАТЧИКОВ СИСТЕМ ОСЛАБЛЕНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Обоснован выбор метода определения периода проведения регламентных работ датчиков первичной информации систем ослабления последствий чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: период проведения регламентных работ, датчик первичной информации, система ослабления последствий чрезвычайных ситуаций.

Постановка проблемы. Эффективность обнаружения опасных факторов чрезвычайных ситуаций определяется совершенством технических характеристик систем ослабления последствий чрезвычайных ситуаций, её элементов, а также эффективностью функционирования их системы эксплуатации. Одной из проблем при этом является правильная организация контроля технического состояния систем ослабления последствий чрезвычайных ситуаций и её элементов.

Анализ последних исследований и публикаций. Статистические данные о работоспособности различных устройств и систем ослабления последствий чрезвычайных ситуаций практически отсутствуют. Исключением является статья [1], в которой проведен анализ надежности датчиков первичной информации на десяти АЭС в период с 01.01.2000 г. по 31.05.2006 г. Полученные результаты распространяются на датчики, которые эксплуатировались в условиях регулярного технического обслуживания с контролем их работоспособности. Однако регулярное тестирование датчиков первичной информации трудоёмко, требует дорогостоящего оборудования и в этой связи применяется на особо важных объектах [2]. Следует отметить, что применительно к датчикам первичной информации систем ослабления последствий чрезвычайных ситуаций отсутствует информация об алгоритмах выбора периода проведения их технического обслуживания. В [3] рассматривается алгоритм выбора периода проведения регламентных работ применительно для технической системы, который основан на использовании априори информации об изменении контролируемого параметра во времени. При учете случайных отказов формирование алгоритма определения периода регламентных работ должно осуществляться с учетом некоторого риска, характеризующего состояние системы к концу этого периода.

Постановка задачи и ее решение. Целью работы является обоснование выбора метода определения периода для проведения регламентных работ применительно к датчикам первичной информации систем ослабления последствий чрезвычайных ситуаций.

Вероятность того, что при использовании датчика первичных факторов по назначению, т.е. для обнаружения опасных факторов, этот датчик будет находиться в работоспособном состоянии, определяется выражением

$$K_r = 1 - \frac{1}{t_p} \int_0^{t_p} (t_p - \tau) \omega(\tau) d\tau, \quad (1)$$

где t_p – период проведения регламентных работ; $\omega(\tau)$ – плотность распределения наработки датчика первичной информации на отказ.

В том случае, когда поток отказов является простейшим, имеет место [4]

$$\omega(\tau) = \lambda \exp(-\lambda\tau), \quad (2)$$

где λ – интенсивность потока отказов.

С учетом (2) выражение (1) трансформируется к виду

$$K_r = \frac{1}{\lambda t_p} [1 - \exp(-\lambda t_p)] \quad (3)$$

Это уравнение принадлежит к классу трансцендентных уравнений, вследствие чего его точное решение аналитическими методами является проблематичным. Для решения уравнения (3) можно воспользоваться графическим методом. С этой целью введем в рассмотрение функции $q_1(t)$ и $q_2(t)$

$$q_1(t) = \lambda t; \quad q_2(t) = K_r^{-1} [1 - \exp(-\lambda t)] \quad (4)$$

Точка пересечения этих функций будет решением уравнения (3) при фиксированных параметрах λ и K_r . На рис. 1 приведен пример такого решения трансцендентного уравнения (3) при $\lambda^{-1} = 6 \cdot 10^4$ час и $K_r = 0,9$ что соответствует случаю использования в качестве датчиков первичной информации тепловых пожарных извещателей.

Из рис. 1 следует, что час, т.е. период проведения регламентных работ для датчиков такого типа составляет 1,44 года.

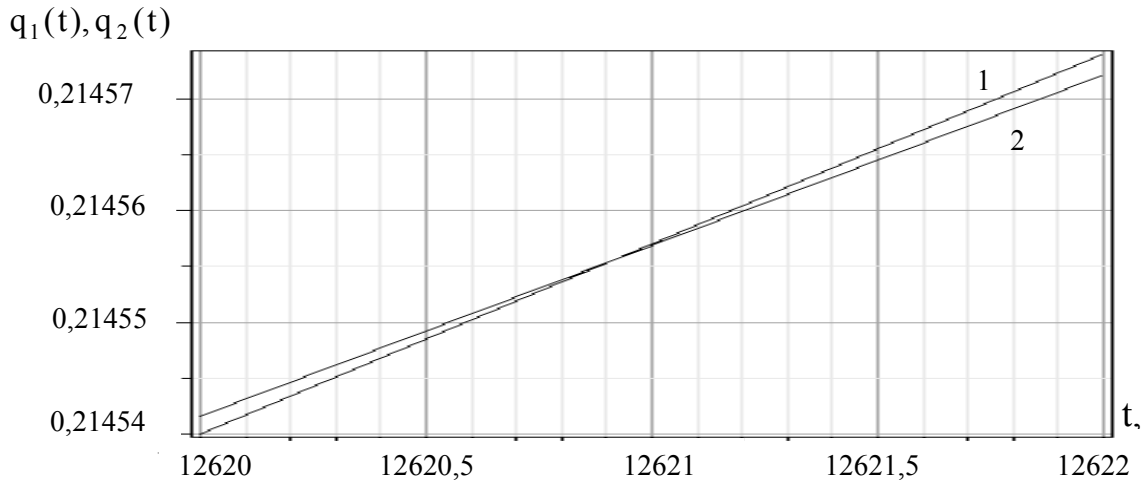


Рис. 1. К решению трансцендентного уравнения (2): 1 – $q_1(t)$; 2 – $q_2(t)$

Вследствие того, что $\lambda t_p < 1,0$ можно воспользоваться разложением экспоненциальной функции в (3) в степенной ряд с последующим ограничением его составляющих, т.е.

$$\exp(-\lambda t_p) = 1 - \lambda t_p + \frac{(\lambda t_p)^2}{2}. \quad (5)$$

После подстановки (4) в (3) получим

$$K_r = 1 - \frac{\lambda t_p}{2}, \quad (6)$$

откуда следует, что период проведения регламентных работ будет определяться выражением

$$t_p = \frac{2(1 - K_r)}{\lambda}. \quad (7)$$

Определение периода t_p с помощью выражения (7) при таких же значениях параметров λ и K_r , как и с помощью рис. 1, дает величину $t_p = 12,0 \cdot 10^3$ час, т.е. величина методической погрешности не превышает 5,0 %. Следует подчеркнуть, что использование выражения (7) для определения периода регламентных работ применительно к датчикам первичной информации дает меньшее значение оценки по сравнению с более точным графическим методом, что является более целесообразным для обеспечения нормативных требований по их надежности.

Выводы. Проведено сравнение графического и приближенно аналитического методов определения периода проведения регламентных работ применительно к датчикам первичной информации систем ослабления последствий чрезвычайных ситуаций и показано, что предпочтение при их использовании целесообразно отдать второму методу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фомин В.И. Количественная оценка параметров устойчивости функционирования технических средств пожарной автоматики на АЭС России / В.И. Фомин, Т.А. Буцынская, С.Ю. Журавлев // Интернет-журнал «Технологии техносферной безопасности». – 2007, Вып. №3. – Режим доступа: <http://ipb.mos.ru/ttb>.

2. Ястребенецкий М.А. Безопасность атомных станций. Информационные и управляющие системы / М.А. Ястребенецкий, В.И. Васильченко, С.В. Виноградская и др. – К.: Техніка, 2004. – 472 с.

3. Гайденко В.С. Основы построения автоматизированных систем контроля сложных объектов / В.С. Гайденко, Б.К. Жилюк, С.К. Крылов и др. – М.: Энергия, 1969. – 480 с.

4. Сотсков Б.С. Основы теории и расчета надежности элементов и устройств автоматики и вычислительной техники / Б.С. Сотсков. – М.: Высшая школа, 1970. – 270 с.

Ю.О. Абрамов, Я.Ю. Кальченко

Вибір методу визначення періоду проведення регламентних робіт датчиків систем ослаблення наслідків надзвичайних ситуацій

Обґрунтований вибір методу визначення періоду проведення регламентних робіт датчиків первинної інформації систем ослаблення наслідків надзвичайних ситуацій.

Ключові слова: період проведення регламентних робіт, датчик первинної інформації, система ослаблення наслідків надзвичайних ситуацій.

Yu.O. Abramov, Ya.Yu. Kal'chenko

The choice of method for determining the period of routine maintenance sensor systems mitigate the effects of emergencies

The choice of method for determining the period of routine maintenance sensors primary information systems mitigate the consequences of emergencies.

Keywords: the period of maintenance work, the primary sensor information system mitigating the consequences of emergencies.