

6. Щербак Г.В. Современные телекоммуникационные сети в гражданской защите / Г.В. Щербак, Л.И. Мельникова, И.В. Рубан, К.В. Садовой, Д.В. Сумцов: Учебник. – Харьков, 2007. – 254 с.

7. Шевченко Р.І. Формування теоретичних основ інформаційно-комунікативного компенсування функціональної критичності гібридних систем від дії зовнішнього впливу різної природи, в рамках концепції створення матеріально-інформаційно-розумної системи моніторингу надзвичайних ситуацій /Р.І. Шевченко// Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил – Харків: ХУПС ім. Івана Кожедуба, 2016. – № 1 (46). – С. 136 – 141.

Б.Б. Поспелов – д-р техн. наук, профессор

*В.А. Андронов - д-р техн. наук, профессор, Е.А. Рыбка – канд. техн. наук
Национальный университет гражданской защиты Украины*

ОБОБЩЕННАЯ ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДАТЧИКА ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В ПРОСТРАНСТВЕ СОСТОЯНИЙ

Датчики опасных факторов чрезвычайных ситуаций (ЧС) являются основными источниками первичной информации, используемой для прогнозирования ЧС в различных технических системах мониторинга состояния опасных объектов технической и природной сферы. Разработка современных систем гарантированного прогноза о ЧС невозможна без изучения процессов, происходящих в датчиках в условиях реального мониторинга опасных факторов. Реальный мониторинг опасных факторов всегда сопровождается воздействием различных возмущений случайной природы. Поэтому в конкретных условиях мониторинга трудно гарантировать и прогнозировать характеристики применяемых датчиков. Эффективным средством исследования характеристик датчиков в различных условиях является компьютерное их моделирование. Новые возможности компьютерного исследования датчиков в различных условиях мониторинга опасных факторов ЧС открываются при использовании моделей датчиков в виде дифференциальных уравнений в переменных состояниях.

Принцип моделирования датчиков опасных факторов ЧС в пространстве состояний базируется на гипотезе – большинство применяемых реальных датчиков представляют собой последовательное соединение соответствующего чувствительного элемента и измерительной схемы [1]. При этом модели чувствительных элементов датчиков представляют в виде параллельного соединения апериодических звеньев с различными параметрами, определяемыми конкретным типом чувствительного элемента. Поэтому известные модели чувствительных элементов датчиков основываются на интегральных преобразованиях (типа Лапласа и др.), которые существенно

ограничивают возможности исследования датчиков опасных факторов ЧС при различных случайных возмущениях [2].

Целью работы является разработка обобщенной модели датчика опасных факторов ЧС в переменных состояниях.

В случае конечного числа n апериодических звеньев модель чувствительного элемента датчика опасного фактора ЧС может быть представлена в виде динамического векторного процесса, описываемого в переменных состояниях

$$B \frac{d\Theta(t)}{dt} + \Theta(t) = A(T_C - T_0), \quad (1)$$

где $\Theta(t)$ – вектор переменных состояний $\Theta_i(t)$ чувствительного элемента датчика, определяющих для $i=1,2,3,\dots,n$ приращения соответствующих параметров, обусловленные каждым из апериодических звеньев; B – диагональная матрица соответствующего размера с элементами $B_{i,i}$, определяемыми постоянными времени звеньев; A – вектор статических коэффициентов передачи звеньев соответствующего размера с элементами A_i ; T_0 – начальное значение опасного фактора (при отсутствии ЧС); T_C – значение опасного фактора в месте размещения датчика.

Переход от вектора переменных состояний $\Theta(t)$ (1) к соответствующему информационному сигналу $\theta(t)$ на выходе датчика будет определяться уравнением наблюдения

$$\theta(t) = H^T \Theta(t), \quad (2)$$

где H – вектор соответствующего размера с элементами, характеризующими параметры используемой измерительной схемы датчика. Выражения (1) и (2) определяют обобщенную модель датчика опасного фактора ЧС в переменных состояниях.

На рис. 1 приведена структурная схема многомерной модели датчика рассматриваемого типа в переменных состояниях, определяемых (14) и (15).

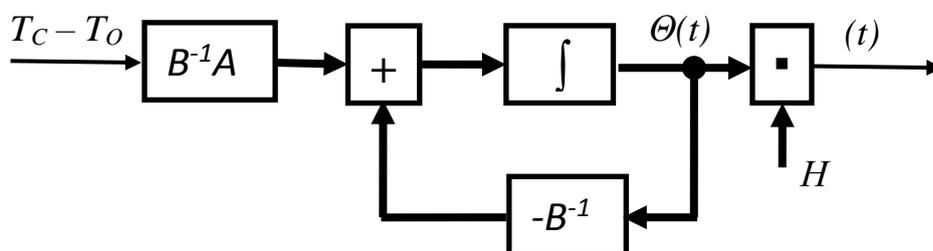


Рисунок 1 – Структурная схема обобщенной модели датчика опасного фактора ЧС в переменных состояниях

Жирными линиями на рис. 1 обозначены векторные (многомерные) связи. Данная модель датчика, являясь представлением в переменных состояниях,

позволяет легко анализировать влияние на датчик различных случайных воздействий, проявляющихся, например, в среде, где размещается чувствительный элемент, или в различных элементах самого чувствительного элемента и мостовой измерительной схемы. Для этого достаточно в соответствующее место на структурной схеме ввести заданное случайное воздействие и описать его соответствующей адекватной моделью.

Таким образом, полученная обобщенная модель, в отличие от известных моделей [2], позволяет исследовать точность датчиков в различных условиях мониторинга опасных факторов ЧС с учетом случайных возмущений, если таковые присутствуют, а также случайных начальных условий и процессов, действующих в различных элементах датчика. Для учета случайных возмущений необходимо задаться их моделью и учесть характер их взаимодействия с элементами датчика. К настоящему времени в литературе известно множество моделей случайных начальных условий, процессов и алгоритмов их моделирования, которые без труда могут быть использованы при анализе характеристик датчиков опасных факторов ЧС с учетом различных случайных воздействий.

Следует заметить, что обобщенная модель датчика в пространстве состояний может быть расширена на случай не только аддитивных, но и мультипликативных, а также комбинированных случайных возмущений, действующих в различных элементах датчиков. При этом полученная структурная схема модели датчика опасных факторов ЧС остается справедливой для различных типов чувствительных элементов при соответствующих параметрах $B_{i,i}$ и A_i .

Список литературы

1. Полищук, В.С. Измерительные преобразователи / В. С. Полищук. – К.: Вища школа, 1981. – 296 с.
2. Абрамов, Ю.А. Обобщенные модели чувствительных элементов датчиков первичной информации / Ю. А. Абрамов, В. П. Садковой // Науковий вісник будівництва. – Х.: ХДТУБА, 2006. – Вип. 35. – С. 290–294.