

МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЯМИ ЭРГАТИЧЕСКИМ ЭЛЕМЕНТОМ

Д.Ю. Муромцев, Ю.Б. Мельник

ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов

Рецензент д-р техн. наук, профессор В.А. Погонин

Ключевые слова и фразы: выбор измеряемых параметров; планирование режимов работы измерителей; подсказка эргатическому элементу; управление измерениями; эрготехническая система.

Аннотация: Разработаны модели управления измерениями для эрготехнических систем, функционирующих при воздействии неблагоприятных факторов. Обеспечено интуитивное понимание моделей эргатическим элементом и возможность их технической реализации. Разработанные модели могут использоваться в системах поддержки принятия решений.

Эрготехнические системы (ЭС) получили широкое распространение при автоматизированном управлении сложными объектами и процессами. В эрготехнических системах для повышения эффективности функционирования эргатического элемента (ЭЭ) применяются информационные системы (ИС). Одной из особенностей ЭС является то, что при их функционировании используются эвристические способности ЭЭ, который должен осуществлять свою деятельность в реальном масштабе времени. В связи с воздействием на ЭС совокупности неблагоприятных внешних и внутренних факторов, приводящих к появлению неопределенности фазовых координат, целесообразным является применение систем поддержки принятия решений ЭЭ. Воздействие неблагоприятных факторов может приводить к аномалиям в измерениях – пропадающим сигналам, неравночным и ложным измерениям. Учитывая данные обстоятельства, ЭЭ должен, используя технические характеристики ИС, собственные эвристические способности, подсказку со стороны системы поддержки принятия решений, обеспечить эффективное управление измерениями. При разработке моделей управления измерениями в ЭС необходимо обеспечить, с одной стороны, интуи-

Муромцев Дмитрий Юрьевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Конструирование радиоэлектронных и микропроцессорных систем», e-mail: ctems@mail.jesby.tstu.ru; Мельник Юлия Борисовна – ассистент кафедры «Информационные системы и защита информации», ТамбГТУ, г. Тамбов.

тивно понятную для ЭЭ трактовку моделей, а с другой стороны, – возможность технической реализации управления и формирования адекватной подсказки в системе поддержки принятия решений. Суть управления процессом измерения ЭЭ состоит в обеспечении наилучших условий измерения посредством: выбора измерителей, привлекаемых в текущий момент времени к формированию векторов фазовых координат объекта (процесса); выбора состава измеряемых параметров; планирования режимов работы измерителей [1].

Модели управления измерениями ЭЭ рассматриваются на примере управления радиолокационным комплексом (РЛК), входящим в систему управления воздушным движением. Формирование процесса измерения в РЛК состоит в обеспечении наилучших условий измерения посредством проведения различных мероприятий: выбора конкретных позиций из состава РЛК, привлекаемых в текущий момент времени к формированию векторов фазовых координат воздушных судов (ВС); выбора состава измеряемых параметров; планирования режимов работы измерителей [2].

Модель формирования процесса измерения включает в себя:

– уравнение движения ВС [3]

$$Y_k = A_{k-1}Y_{k-1} + B_k U_k + F_k \xi_k, \quad k = \overline{1, K}, \quad Y_1 = \hat{Y}_1, \quad (1)$$

где Y_k – дискретная непрерывнозначная n -мерная последовательность; A_{k-1} – вектор, характеризующий свободное движение ВС; B_k, F_k – матрицы с компонентами-функциями вектора Y ; U_k – вектор управления – детерминированная m -мерная векторная функция времени или фазовых координат; k – текущий момент времени; \wedge – символ оценки;

– уравнение измерений

$$Z_k = C_k(\mu_k, \gamma_k)Y_k + N_k, \quad k = \overline{1, K}, \quad (2)$$

где Z_k – l -мерный вектор измерений; N_k – l -мерный гауссовский вектор ошибок измерений с корреляционной функцией $K_N(k, h) = Q_{Nk} \delta_{kh}$; Q_{Nk} – матрица интенсивностей; $C_k(\mu_k, \gamma_k)$ – детерминированная матрица размером $l \times n$.

Матрица C_k в уравнении (2) не задана, но зависит от параметров μ_k, γ_k , которые определяют условия измерения. Третьей составляющей модели формирования процесса измерения является уравнение для μ_k и γ_k [4]:

$$\mu_k = f_{k-1}(\mu_{k-1}, \gamma_k), \quad \mu_0 = \hat{\mu}_0, \quad k = \overline{1, K}; \quad (3)$$

с учетом ограничений

$$\gamma_k \in \Gamma_k, \quad k = \overline{1, K}; \quad (4)$$

$$g(\mu_k) \leq \bar{g}, \quad (5)$$

где f_{k-1}, g – заданные функции; $\hat{\mu}_0, \bar{g}$ – заданные величины; Γ_k – заданное множество.

Последовательность $\{\gamma_k\}$ выступает в качестве управления процессом измерения, реализуемого ЭЭ при управлении РЛК. В зависимости от конкретизации данных значений $\mu_k, \gamma_k, f_{k-1}(\mu_k, \gamma_k), g(\mu_k)$ ЭЭ осуществляет: назначение конкретных позиций из состава РЛК, привлекаемых в текущий момент времени к формированию векторов фазовых координат ВС; выбор состава измеряемых параметров, то есть назначение информационных подсистем (угломерной, дальномерной, скоростной); планирование режимов работы измерителей, то есть определение моментов их включения и продолжительности работы.

Так, например, в первой группе задач, связанной с определением моментов времени для измерений в одном одноканальном измерителе, γ_k и μ_k – скаляры; $\{\gamma_k\}$ – программа измерения, удовлетворяющая ограничению $\gamma_k \in \Gamma_k, \Gamma_k = \{0, 1\}$, при этом $\gamma_k = 0$, если измерение не производится, $\gamma_k = 1$, если измерение производится; матрица $C_k(\mu_k, \gamma_k)$ приобретает вид $\gamma_k C_k$, где C_k – заданная матрица; уравнение (3) записывается в виде $\mu_k = \mu_{k-1} + \gamma_i$ при ограничении числа измерений. Модель (1) – (5) приобретает вид:

$$Y_k = A_{k-1}Y_{k-1} + B_k U_k + F_k \xi_k, \quad k = \overline{1, K}, \quad Y_1 = \hat{Y}_1; \quad (6)$$

$$Z_k = \gamma_k C_k Y_k + N_k; \quad (7)$$

$$\mu_k = \mu_{k-1} + \gamma_k; \quad (8)$$

$$\mu_k = \sum_{k=1}^K \gamma_k \leq \bar{\mu}, \quad (9)$$

где $\bar{\mu}$ – задаваемое ЭЭ число измерений. В случае многоканального измерителя $\gamma_k, \mu_k, \bar{\mu}$ – векторы размером $M \times 1$, где M – число каналов; C_k – блочная матрица $(\gamma_k^1 C_k^1 | \dots | \gamma_k^M C_k^M)$.

Во второй группе задач, связанной с выбором состава измеряемых параметров: $C_k(\mu_k, \gamma_k) = \mu_k, \mu_k = \gamma_k$, где $\gamma_k \in \Gamma_k$ – матрица размером $l \times n$, задающая состав измерений; Γ_k – множество матриц размером $l \times n$, характеризующее потенциальный состав измерительных средств.

В третьей группе задач, связанной с назначением позиций РЛК, привлекаемых к измерению фазовых координат ВС, μ_k – номера (или координаты) назначенных позиций.

Модернизированные модели объектов, представленные в виде системы (6) – (9), имеют ясную физическую трактовку и могут быть достаточно легко освоены ЭЭ. Кроме того, представление моделей управления этими измерениями позволяет учитывать аномалии в измерениях и формировать адекватную подсказку ЭЭ в системе поддержки принятия решений.

Работа выполнена в рамках государственного контракта № 14.741.12.0150 федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы.

Список литературы

1. Мельник, Ю.Б. Интеллектуальная поддержка принятия решений оператором многопозиционной РЛС / Ю.Б. Мельник // Вестн. Тамб. высш. воен. авиац. инженер. училища радиоэлектроники (воен. ин-та). – 2007. – № 2. – С. 36–41.
2. Малышев, В.В. Оптимизация наблюдения и управления летательных аппаратов / В.В. Малышев, М.Н. Красильщиков, В.И. Карлов. – М. : Машиностроение, 1989. – 312 с.
3. Кузьмин, С.З. Основы теории цифровой обработки радиолокационной информации / С.З. Кузьмин. – М. : Сов. радио, 1974. – 352 с.
4. Григорьев, Ф.Н. Управление наблюдениями в автоматических системах / Ф.Н. Григорьев, Н.А. Кузнецов, А.П. Серебровский. – М. : Наука, 1986. – 126 с.

The Models of Control over Measurement of Ergatic Element

D.Yu. Muromtsev, Yu.B. Melnik

Tambov State Technical University, Tambov

Key words and phrases: control measurements; ergo-technical system; planning of modes of meters; prompt to ergatic element; selection of parameters to be measured.

Abstract: The paper presents the models of control over measurements for ergo-technical systems, which operate under the influence of unfavorable factors. The intuitive understanding of models by ergatic element and the possibility of technical realization are provided. The developed models can be used in decision support systems.

© Д.Ю. Муромцев, Ю.Б. Мельник, 2011