

УДК 681.513

В.С. Харченко¹, В.В. Скляр¹, В.А. Головир²¹Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского "ХАИ", Харьков²ЗАО «Радий», Кировоград, Украина

АВТОМАТНЫЕ МОДЕЛИ МНОГОВЕРСИОННЫХ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ

Предложены автоматные модели многоверсионных информационно-управляющих систем (ИУС) на базе автоматов с программируемой логикой (АПЛ), учитывающие специфику систем защиты, применяемых для технических комплексов критического использования.

автоматные модели, многоверсионные информационно-управляющие системы

Одноверсионная ИУС на базе АПЛ может быть описана следующей автоматной моделью:

$$A = \left\{ \{KA_i\}_{i=1}^k, \{PA_j\}_{j=1}^n, X, Y, Z, \tau \right\}, \quad (1)$$

где X – множество входных наборов; Y – множество состояний памяти; Z – множество выходных наборов; KA_i – комбинационный автомат, осуществляющий преобразование входного набора $X_{KA_i}(t)$ в выходной бинарный сигнал $Z_{KA_i}(t)$, описываемое функцией $Z_{KA_i}(t) = F_{KA_i}[X_{KA_i}(t)]$; PA_j – последовательный автомат, описываемый функцией переходов δ_j и выходов λ_j . $F_{PA_j} = \{\delta_j, \lambda_j\}$, $\delta_j: Y_j(t+1) = \delta_j[X_{PA_j}(t), Y_j(t)]$, $\lambda_j: Z_{PA_j}(t)Y_j(t+1) = \lambda_j[X_{PA_j}(t), Y_j(t)]$, а также начальным состоянием Y_{j0} ; τ – сигнал синхронизации.

Автомат A имеет следующие особенности (рис. 1).

1. Автоматы KA_i и PA_j , являются циклическими параллельно функционирующими автоматами, инициализируемыми сигналом τ , определяющим макротакт работы ИУС.

2. Автоматное время t в пределах макротакта для всех автоматов имеет вид: $t = 0, 1, \dots, t_{MT}$. Последний такт t_{MT} совпадает с сигналом синхронизации τ .

3. Для входных наборов автоматов KA_i и PA_j справедливо:

а) $|X| < |X_k| + |X_n|$, $|X| > 2$, где $|X|$ – мощность множества входных параметров X ;

б) $[\exists i, p(i, p = \overline{1, k}), i \neq p] \& [\exists j, q(j, q = \overline{1, n}), j \neq q] : (X_{KA_i} \cap X_{KA_p} \neq \emptyset) \& (X_{PA_j} \cap X_{PA_q} \neq \emptyset) \& (X_{KA_i} \cap X_{PA_j} \neq \emptyset)$.

4. Для выходных наборов справедливо:

а) $|Z| = 1$;

б) выходной сигнал формируется в соответствии с выражением:

$$Z(t) = \left\{ \left[\bigvee_{i=1}^k Z_{KA_i}(t) \right] \vee \left[\bigvee_{j=1}^n Z_{PA_j}(t) \right] \right\} \tau;$$

в) сигнал $Z(t)$ принимает значение "1" при возникновении аварийной ситуации и необходимости отключения критического объекта (например, ядерного реактора); сигналы Z_{KA_i} , Z_{PA_j} принимают значение "1" при выходе за пределы допуска одного из контролируемых параметров;

г) внутреннее состояние Y автомата A , представляет собой в общем случае декартово произведение множеств состояний Y_j , $j = \overline{1, n}$:

$$Y = Y_1 \times Y_2 \times \dots \times Y_n.$$

Для реальной системы множество Y имеет меньшую мощность, учитывая наличие для каждого PA_j двух цепочек состояний, завершающихся выдачей сигналов $Z_{PA_j} = 0$ или $Z_{PA_j} = 1$.

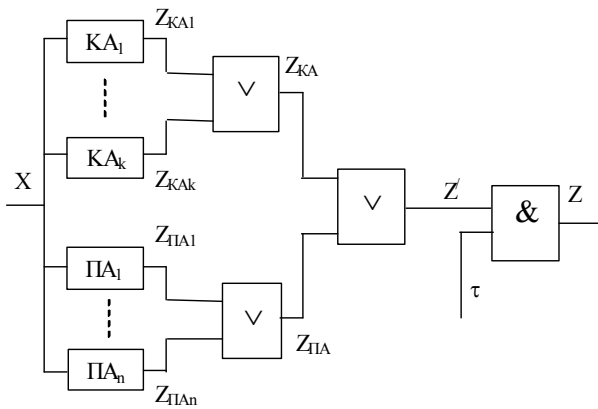


Рис. 1. Автоматная модель одноверсионной ИУС на базе АПЛ

Рассмотрим автоматную модель избыточной двухверсионной системы на базе АПЛ.

В соответствии с требованиями к ИУС, важным для безопасности критических объектов, в таких системах должен быть реализован принцип многоверсионности. Используя общую автоматную модель многоверсионной системы разработанной в [1] и развитую в [2], далее предлагается модель, учитывающая особенности неизбыточного автомата (1).

Возможны два варианта построения двухверсионной ИУС на базе АПЛ. Два варианта автоматных моделей, описывающих двухверсионные ИУС, назовем условно модель ИУС A_{2n} и модель ИУС A_{n2} .

В системе A_{2n} (см. рис. 2) диверсность вводится на уровне каждого из $k + n$ алгоритмов, реализуемых автоматами KA_i и PA_j . Автоматная модель двухверсионной ИУС типа A_{2n} на базе АПЛ имеет вид:

$$A_{2n} = \left\{ \left\{ KA_i^1, KA_i^2 \right\}_{i=1}^k, \left\{ PA_j^1, PA_j^2 \right\}_{j=1}^n, X, Y, Z, \tau \right\}, (2)$$

где $KA_i^e, PA_j^e, e = \{1,2\}$ – версии автоматов [1], которые могут синхронизироваться по разным формам логических функций, элементным базисам и т.д. [2].

Для каждой пары KA_{i1}, KA_{i2} , и PA_{j1}, PA_{j2} выходной сигнал формируется по логике ИЛИ: KA_i и PA_j $Z_{KAi} = Z_{KAi}^1 \vee Z_{KAi}^2$; $Z_{PAj} = Z_{PAj}^1 \vee Z_{PAj}^2$.

В системе A_{n2} (рис. 3) диверсность вводится на уровне ИУС в целом. Автоматная модель двухверсионной ИУС типа A_{n2} на базе АПЛ имеет вид:

$$A_{n2} = \left\{ A^1, A^2, X, Z, \tau \right\}, (3)$$

где $A^e, e = \{1,2\}$ – описывается выражением (2), причём выходной сигнал формируется как $Z = Z^1 \vee Z^2$; Z^e – выходной сигнал A^e .

Проведенный анализ показал, что более глубокая диверсность обеспечивается при реализации ИУС типа A_{n2} , что, однако, требует больших затрат, чем при реализации ИУС типа A_{2n} .

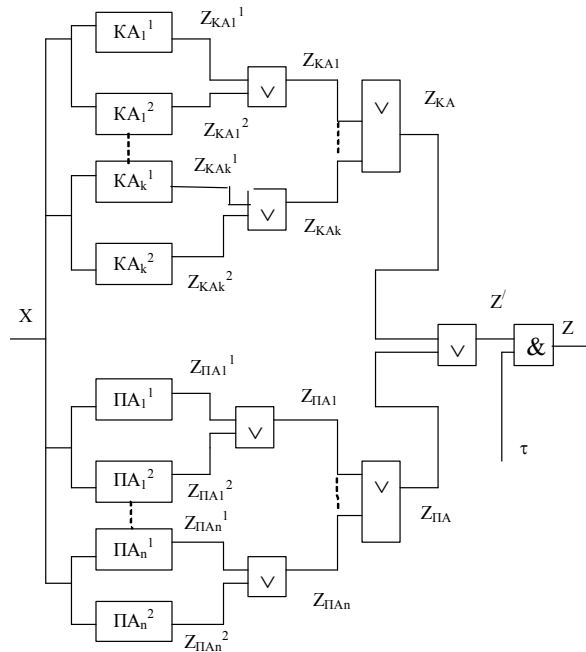


Рис. 2. Автоматная модель двухверсионной ИУС типа A_{2n} на базе АПЛ

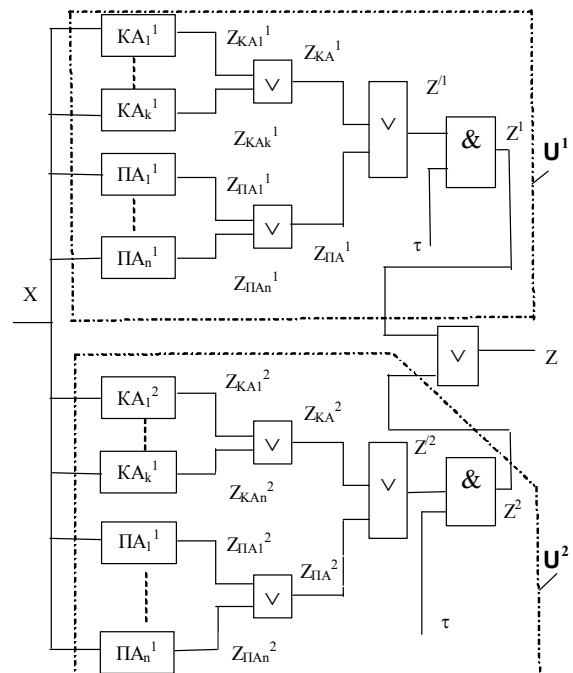


Рис. 3. Автоматная модель двухверсионной ИУС типа A_{n2} на базе АПЛ

Список литературы

1. Харченко В.С. Теоретические основы дефектоустойчивых цифровых систем с версионной избыточностью. – X.: ХВУ, 1996. – 506 с.
2. Харченко В.С., Тарасенко В.В. Абстрактные модели и элементы синтеза многоверсионных автоматов // Радиоелектронні і комп'ютерні системи. – 2006. – №. 7(19). – С. 52-55.

Поступила в редколлегию 19.01.2007

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.М. Илюшко, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.