

УДК 519.718.7:681.3.069

**А. Н. Мартынюк**, канд. техн. наук,

**А. С. Сугак**

## ПОСТРОЕНИЕ ПОВЕДЕНЧЕСКИХ ТЕСТОВ ДЛЯ НЕДЕТЕРМИНИРОВАННОЙ ВРЕМЕННОЙ АВТОМАТНОЙ МОДЕЛИ

**Аннотация.** *Техническое диагностирование распределенных информационных систем (РИС) характеризуется сложностью из-за распределенности и неполноты описания объектов анализа. В работе для повышения полноты тестирования временного недетерминированного автомата (ВНДА) решается задача построения конструктивного описания модели тестирования (МТ), основанной на идентификации свойств в ВНДА, обладающей особенностями построения тестовых примитивов и предикатного представления недетерминизма. МТ предназначена для определения условий поведенческого тестирования компонентов РИС.*

**Ключевые слова:** *распределенная информационная система, временной недетерминированный автомат, тестовый примитив, поведенческий тест, модель тестирования*

**N. Martynyuk**, PhD,

**A. S. Sugak**

## BUILDING BEHAVIORAL TESTS FOR NONDETERMINISTIC TIME AUTOMATA MODEL

**Abstract.** *Technical diagnosis of distributed information systems (RIS) is characterized by the complexity of the distribution and incomplete descriptions of objects of analysis. The work to improve the completeness of testing temporary non-deterministic automata (TNDA) solves the problem of building a constructive description of the model testing (MT) based on the identification of properties in TNDA have particularly construction of test primitives and predicate representation non-determinism. MT is designed to determine the conditions of behavioral testing components RIS.*

**Keywords:** *distributed information system, time non-deterministic automata, test primitive, behavioral test, test model*

**О. М. Мартинюк**, канд. техн. наук,

**Г. С. Сугак**

## ПОБУДОВА ПОВЕДІНКОВИХ ТЕСТІВ ДЛЯ НЕДЕТЕРМІНОВАНОЇ ЧАСОВОЇ АВТОМАТНОЇ МОДЕЛІ

**Анотація.** *Технічне діагностування розподілених інформаційних систем (РИС) характеризується складністю через розподілення і неповноту опису об'єктів аналізу. У роботі для підвищення повноти тестування часового недетермінованого автомата (ЧНДА) вирішується завдання побудови конструктивного опису моделі тестування (МТ), заснованої на ідентифікації властивостей в ЧНДА, що володіє особливостями побудови тестових примітивів і предикатного уявлення недетермінізму. МТ призначена для визначення умов поведінкового тестування компонентів РИС.*

**Ключові слова:** *розподілена інформаційна система, часовий недетермінований автомат, тестовий примітив, поведінковий тест, модель тестування*

### Введение

Расширенные модели автоматного класса, например, сети Петри (СП) [1], нередко принимаемые в качестве исходных поведенческих моделей распределенных информационных систем (РИС), в дополнение к свойствам обычных автоматных моделей характеризуются большими функциональной нагрузкой и композиционными возможностями, асинхронностью, недетерминированностью, параллелизмом.

Эти свойства оказываются достаточно существенными при анализе современных РИС и, в частности, решении задач

технической диагностики, верификации и тестирования [2]. Введение для таких моделей дополнительных параметров и функций, в частности, временных характеристик, еще более повышает адекватность анализа реальным системам при некотором его усложнении.

Следует отметить, что значительная часть результатов фундаментальных исследований поведенческого тестирования дискретных систем формулируется в пространстве решений теории экспериментов с автоматами [3, 4]. Приближение этих решений к поведенческим моделям тестирования на основе моделей СП ставит задачи организации контрольных экспериментов для недетерминированных авто-

© Сугак А.С., Мартынюк А.Н., 2015

матов [5], в частности, временных недетерминированных автоматов (ВНДА).

### Постановка задачи

Целью работы является повышение полноты проверки поведенческих тестов (ПТ) для диагностирования РИС в классе ошибок их функционально-временных отображений за счет расширений исходной модели автоматного класса и построения на ее основе формальной модели, позволяющей определять возможности синтеза ПТ.

Поставленная цель может быть достигнута в результате решения задачи построения модели тестирования (МТ):

- основанной на применении исходной модели временного недетерминированного автомата (ВНДА);

- обладающей особенностями использования идентификации специфицируемых свойств в контрольных экспериментах, построенных на базе тестовых примитивов.

Модели тестирования предназначена для определения условий поведенческого тестирования компонентов РИС.

### Расширения исходных моделей

Примененный в настоящей работе в составе МТ исходный ВНДА  $A$  дает возможность представить основные поведенческие и временные механизмы компонентов РИС и определен в виде:

$$A = (S, X, Y, T, \delta_T, \lambda_T, S_0), \quad (1)$$

где

- $S, X, Y$  – множество состояний, входной и выходной алфавиты;

- $T=N$  – множество дискретных временных отрезков, измеряемых в автоматных тактах и соответствующих интервалам, после которых происходит переключение в очередные состояния и во время которых происходит действие выходных сигналов автомата Мили;

- $\delta_T: S \times X \times T \rightarrow S$  – временная функция переходов (в общем случае недетерминированная);

- $\lambda_T: S \times X \times T \times S \rightarrow Y$  – временная функция выходов (в общем случае недетерминированная) для переходов;

- $S_0 \subseteq S$  – подмножество начальных состояний.

В ВНДА для некоторой тройки  $(s, x, t) \in S \times X \times T$  может быть верно, что  $\exists s' \in S (s' \in \delta_T(s, x, t))$ , что можно представить как существование некоторого недетерминированного перехода – четверки  $(s, x, t, s') \in \delta_T$ . Если для перехода  $(s, x, t, s')$  верно, что  $\exists y \in Y (y \in \lambda_T(s, x, t, s'))$ , то в числе выходных отметок перехода  $(s, x, t, s')$  присутствует выход  $y$ . Это, в свою очередь, можно представить как существование объединенного недетерминированного перехода – пятерки  $(s, x, t, s', y) \in \lambda_T$ .

Здесь для упрощения принято, что на переходе дискретное время ожидания нового состояния и время действия выходной отметки равны.

Автомат  $A(I)$  для снижения размерности представления возможно привести к виду полуавтомата или автомата Медведева [6], в этом случае вводится вход-выходной алфавит  $U = X \times Y$  и модифицируются функции переходов-выходов  $\delta_T, \lambda_T$ . В результате получается модель вида:

$$A_U = (S, U, T, \Delta_T, S_0), \quad (2)$$

где

- $\Delta_T: S \times U \times T \rightarrow S$  – объединенная временная функция (в общем случае недетерминированная) переходов-выходов.

Очевидно, что в  $A_U$  степень частичной определенности в сравнении с  $A$  ниже именно в силу перехода к алфавиту  $U$ .

Для перехода – пятерки  $(s, x, t, s', y)$  модели  $A$  в соответствующей модели  $A_U$  естественна перестановка и группировка компонентов для соответствия алфавиту  $U$  и функции  $\Delta_T$ . Пусть  $u=(x, y)$ , тогда для некоторой четверки  $(s, u, t) \in S \times U \times T$  может быть верно, что  $\exists s' \in S (s' \in \Delta_T(s, u, t))$ , что можно представить как существование некоторого недетерминированного перехода – четверки  $(s, u, t, s') \in \Delta_T$ .

Как в модели  $A$ , так и в модели  $A_U$  возможно определить подмножества алфавитов  $X' \subseteq X, Y' \subseteq Y, U' \subseteq U$ , внешне наблюдаемых (управляемых) и пополненных пустым символом « $\theta$ », которые формируют внешние алфавиты для моделей  $A$  и  $A_U$ . Очевидно, что детальность наблюдаемости для совокупности  $X', Y'$  выше, чем для  $U'$  в

силу возможности рассмотрения  $X'$ ,  $Y'$  по отдельности и объединяющего характера  $U'$ . В этих алфавитах с применением при необходимости символа « $\theta$ » для ненаблюдаемых символов определяется внешнее поведение, по которому можно делать выводы о соответствии проверяемых моделей  $A'$  и  $A_U'$  требованиям эталонных моделей  $A$  и  $A_U$ . В дальнейшем без существенной потери общности при построении модели тестирования можно ограничиться рассмотрением исходных моделей  $A_U'$  и  $A_U$ .

Выбранный класс тестируемых свойств  $Pr$  эталонного  $A_U$ , для которых определяется соответствие тестируемого  $A_U'$  и разрабатывается модель тестирования, ограничен недетерминированной функцией переходов-выходов  $\Delta_T$  эталонного  $A_U=(S,U,T,\Delta_T,S_0)$  и ее соответствием недетерминированной функции  $\Delta_T'$  проверяемого  $A_U'=(S',U',T',\Delta_T',S_0')$  при условии, что  $|S'|\leq|S|$  для уменьшения размерности задачи определения взаимного соответствия функций  $\Delta_T$  и  $\Delta_T'$ .

Согласно этому класс возможных ошибок для  $A_U'$  представлен статической частью – отклонениями в переходах и выходах в функции  $\Delta_T'$  – и динамической частью – изменением временных интервалов в  $\Delta_T'$ .

Для учета в проверке свойства недетерминированности функции  $\Delta_T'$  предлагается использование в модели тестирования:

– вероятностно-статистического подхода, когда размерность множества тестовых проверок на каждом из переходов-выходов, определяемая как  $n_{\Delta T} \in N$ , где  $N$  – множество натуральных чисел, обеспечивает анализ всех вариантов недетерминизма, во-вторых, директивного ввода детерминизма в  $\Delta_T'$ , например, за счет ее расширения дополнительными внешними предикатными переменными  $P$ .

Для первого варианта трансформация эталонной модели (2) затрагивает только ее функцию переходов-выходов  $\Delta_T$  и имеет вид:

$$A_U^{stat} = (S, U, T, \Delta_T^{stat}, S_0), \quad (3)$$

где

–  $\Delta_T^{stat}: S \times U \times T \times N \rightarrow S$  – объединенная временная функция переходов-выходов (в общем случае недетерминированная) с введенным счетчиком статистики  $n_{\Delta T}^{stat} \in N$ . В этом случае по мере формирования проверок теста для каждой пятерки  $(s, u, t, n, s') \in \Delta_T^{stat}$  накапливается счетчик ее проверок, фиксирующий достижение необходимого нижнего порогового значения.

Для второго варианта трансформация эталонной модели (2) вводит функцию-переключатель  $\rho^{pred}$ , назначающую директивные приоритеты и определяющую предикаты выбора вариантов разрешения недетерминизма при построении теста. В этом случае трансформация для (2) имеет вид:

$$A_U^{pred} = (S, U, T, P, \Delta_T, \rho^{pred}, S_0), \quad (4)$$

где

–  $\rho^{pred}: S \times U \times S \rightarrow N \times P$  – функция-переключатель для директивных приоритетов и предикатов выбора вариантов разрешения недетерминизма. В этом случае в соответствии с вычисляемым с помощью функции  $\rho$  значением предикатной переменной  $p \in P$ , зависящим от начального приоритета и текущего состояния построения теста (текущего значения переменной  $p$ ), выбирается тот или иной вариант разрешения недетерминизма, то есть четверка  $(s, u, t, s') \in \Delta_T$ .

#### Формальная модель тестирования

Полной моделью тестирования для эталонного автомата  $A_U$  является модель, основанная на четырех базовых компонентах [7] и имеющая вид, который зависит от принятой трансформации. При вероятностно-статистическом подходе (3) модель тестирования имеет вид четверки:

$$TA_U^{stat} = (W, Pr^{stat}, Id, Ex^{stat}), \quad (5)$$

где

–  $W = \{w_1, w_2, \dots, w_k\}$  – наблюдаемое поведение – множество слов в общем алфавите  $U$  эталонного  $A_U$  и проверяемого  $A_U'$  автоматов;

–  $Pr^{stat}$  – избранные проверяемые свойства – временная недетерминированная функция переходов-выходов  $\Delta_T^{stat}$  эталонного  $A_U$  с введенным счетчиком статистики  $n_{\Delta T}^{stat} \in N$ ;

–  $Id = \{id_1, id_2, \dots, id_k\}$  – идентификаторы состояний  $S$  [8] эталонного  $A_U$  – множество

характеристических фрагментов поведения во внешнем алфавите  $U$ , отображенном в наблюдаемый алфавит  $U'$ , инцидентных состояниям из  $S$  эталонного  $A_U$ .

На множестве  $Id$  определяется система отношений  $\{\sigma, \eta, \tau, \nu\}$  соответственно совместности, несовместности, неопределенности и предшествования.  $Id$  – это фрагменты поведения из множества  $W$ , т.е.  $Id \leq W$ , здесь и далее « $\leq$ » означает, что  $\forall id \in Id (\exists w_1, w_2 \in U^* \cup \emptyset \ \& \ \exists w \in W (w_1 * id * w_2 = w))$ ;

–  $Ex^{stat} \subset (S \times W'' \times S \times N) \times Id$  – расширенные тестовые примитивы, принятые в построении теста как начальные фрагменты проверки поведения  $A_U'$  на соответствие с эталонным  $A_U$  с помощью идентификаторов. Примитивы представлены пятерками вида  $((s, w'', s', n_{\Delta T}^{stat}), id_s) \in Ex^{stat}$  и включают счетчик статистики  $n_{\Delta T}^{stat} \in N$ . Здесь состояние  $s$  инцидентно слева слову  $w''$ ,  $s'$  инцидентно справа слову  $w''$  и инцидентно слева слову  $id_s$ .  $W'' \leq W$  – выделенное множество переходов, проверяемых в инцидентности с начальными и конечными состояниями, в простейшем случае, принятом в работе,  $W'' \subseteq U$  изначально определяется на основе множества существующих пар  $(x, y)$  «переход-выход» для начального  $s$  и конечного  $s'$  состояний ( $\delta(s, x) = s' \ \& \ \lambda(s, x) = y$ ) исходного автомата  $A$ .

При директивном вводе детерминизма (4) модель тестирования имеет вид пятерки:

$$TA_U^{pred} = (W, Pr, \rho^{pred}, Id, Ex), \quad (6)$$

где

–  $Pr$  – избранные проверяемые свойства в составе временной недетерминированной функции переходов-выходов  $\Delta T$ ;

–  $\rho^{pred}$  – функция-переключатель для директивных приоритетов и предикатов выбора вариантов разрешения недетерминизма, играющая вспомогательную (без собственной проверки) роль для директивных приоритетов и предикатов выбора вариантов разрешения недетерминизма эталонного  $A_U$ .

В соответствии с вычисляемым с помощью функции  $\rho^{pred}$  значением предикатной переменной  $p \in P$ , зависящим от начального приоритета и текущего значения переменной

$p$ , выбирается вариант разрешения недетерминизма, то есть четверка  $(s, w'', s', id_s) \in Ex$ ;

–  $Ex \subset (S \times W'' \times S) \times Id$  – простые тестовые примитивы, принятые в построении теста, как начальные фрагменты проверки поведения  $A_U'$  на соответствие с эталонным  $A_U$  с помощью идентификаторов, представленные четверками вида  $((s, w'', s'), id_s) \in Ex$ .

Конструктивное описание идентификаторов  $Id$  состояний  $S$  автомата  $A_U$  можно получить с помощью автомата Рабина-Скотт  $H(A) = (R, U, \Delta, r_0, F)$  [9], модифицированного с учетом недетерминизма  $A_U$ .

Недетерминизм приведет к увеличению ширины дерева ветвления в структуре  $H(A)$ , но не изменит его начальное  $r_0$  и конечные  $F$  состояния, глубину этого дерева ветвления и процедуру построения  $H(A)$  от начального состояния  $r_0$ .

#### О методе синтеза тестов

Проверка свойств тестируемого  $A_U'$  на соответствие эталонному  $A_U$  осуществляется как анализ-построение последовательности строчных автоматов  $C = \{C_0, C_1, \dots, C_j, C_{j+1}, \dots\}$  [8] поведения  $W$  автомата  $A_U$ , приводящая к предельному автомату  $C_j$ , с выявлением идентификаторов  $Id$  на основе априорной информации  $\{Id, \sigma, \eta, \tau, \nu\}$  об эталонном  $A_U$ .

В анализе выполняются преобразования  $\{\alpha, \beta, \gamma\}$ :

а)  $\alpha$  – приписывания символа, характеризующего состояние  $s$  из  $A_U$ ;

б)  $\beta$  – отождествления одинаково отмеченных состояний  $s_1$  и  $s_2$ ; в)  $\gamma$  – детерминизации поведения для состояний  $S$ , имеющей место в эталонном недетерминированном  $A_U$ .

Здесь любой из строчных автоматов – частичный автомат вида  $C_j = (L_j, U_j, Z_j, \Delta_j, \Lambda_j)$ , в котором:

а)  $L_j$  – опорные состояния, приводимые в соответствие с состояниями  $S$  автомата  $A_U$ ;

б)  $U_j$  – введенный ранее для  $A_U$  вход выходной алфавит; в)  $Z_j$  – исходные метки для опорных состояний  $L_j$ ;

г)  $\Delta_j: L_j \times U_j \times N \rightarrow L_j$  – частичная доопределяемая временная функция переходов;

д)  $\Lambda_j: L_j \times N \rightarrow Z_j$  – частичная доопределяемая временная функция разметки.

Стратегия синтеза конкретного ПТ, реализуемая для рассмотренной модели тести-

рования тем или иным методом с применением идентификаторов  $Id$  и тестовых примитивов  $Ex$ , определяется последовательностью преобразований  $\{\alpha, \beta, \gamma\}$ , которые выполняются для автоматов  $C_j$  из последовательности  $C_0, \dots, C_j, \dots, C_f$ , и может быть, например, регулярной [3,4,8] или эволюционной [10].

### Выводы

Предложенная в работе формальная модель тестирования, временной недетерминированной автоматной модели для компонентов РИС, позволяя определить условия синтеза поведенческих тестов, дает возможность повысить адекватность представления реальных РИС и увеличить полноту их тестирования за счет класса временных и недетерминированных проверяемых свойств.

Возможность ограничения ресурсов модели тестирования, а именно размерности:

- множества слов анализируемого поведения;

- автомата Рабина-Скотт, определяющего множество идентификаторов;

- множества выбранных для проверки тестовых примитивов

обеспечивают ограничение необходимых вычислительных ресурсов и завершение построения поведенческих тестов.

К достоинствам модели тестирования также можно отнести возможность ее применения для верификации проектов РИС на основе их функционально-алгоритмических спецификаций. Недостатками остаются высокая сложность и размерность поведенческого тестового анализа.

Макетная программно-алгоритмическая реализация модели, выполненная для проектов служебных сервисов РИС, подтвердила целесообразность данных исследований.

### Список использованной литературы

1. Zaitsev D.A., (2013), *Toward the Minimal Universal Petri Net*, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, pp. 1 – 12.  
Url:<http://dx.doi.org/10.1109/TSMC.2012.2237549>

2. Mats Grindal, (2007), *Handling Combinatorial Explosion in Software Testing*, *Printed by LiU-Tryck*, Linköping. 2007, 89 p.

Url:<http://www.divaportal.org/smash/get/diva2:17568/FULLTEXT01.pdf>.

3. Грунский И. С. Синтез и идентификация автоматов / И.С. Грунский, В. А. Козловский – К. : Изд-во Наукова думка, 2004. – 248 с.

4. Кудрявцев В. Б. Анализ поведения автоматов. Дискретная математика / В. Б. Кудрявцев, И. С. Грунский, В. А. Козловский // РАН, Отделение математических наук. – М. – 2009. – Том 21. – № 1. – С. 3 – 35.  
Url: [http://intsys.msu.ru/magazine/archive/v10\(14\)/grunskiy-345-448.pdf](http://intsys.msu.ru/magazine/archive/v10(14)/grunskiy-345-448.pdf).

5. Бухараев Р. Г. Сети вероятностных процессоров, / Р. Г. Бухараев. // Математические вопросы кибернетики. – М. : – 2007. Изд-во Физматлит. – Вып. 16. – С. 57–72.

URL:<http://library.keldysh.ru/mvk.asp?id=2007-57>

6. Громов М. Л. Синтез условных различающих экспериментов для автоматов с недетерминированным поведением / М. Л., Громов, Н. В. Евтушенко // Прикладная дискретная математика. – Томск : – 2009. Изд. Томского гос. ун-та. – № 4 (6). – С. 90 – 101.  
URL:<http://sun.tsu.ru/mminfo/000349342/06/imag/06-090.pdf>

7. Мартынюк А. Н. Сетевые автоматные модели синтеза тестов / А. Н. Мартынюк // Холодильна техніка і технологія. – Одеса : – 2007. Видавництво Одеської академії харчових технологій. – № 2 (106). – С. 94 – 97.

8. Богомолов А. М. Контроль и преобразование дискретных автоматов / А. М. Богомолов, И. С. Грунский, Сперанский Д. В. – К. : – 1975. Изд-во Наукова думка, 176 с.

9. Замятин А. П. Языки, грамматики, распознаватели: учебное пособие / А. П. Замятин, А. М. Шур. – Екатеринбург : – 2007. Изд-во Уральского ун-та, 248 с.

Url:<http://lyceum.urfu.ru/study/mat/1sqn5zke.pdf>

10. Сугак А. С. Эволюционная сетевая модель тестирования распределенных информационных систем / А.С. Сугак, А. Н. Мартынюк // Электротехнические и компьютерные системы. – Одесса : – 2014. Изд-во Наука и техника. – № 16 (92). – С. 71 – 77.  
Url:[http://nbuv.gov.ua/j-pdf/etks\\_2014\\_16\\_12.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/etks_2014_16_12.pdf)

Получено 25.02.2015

## References

1. Zaitsev D.A., (2013), Toward the Minimal Universal Petri Net, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, pp. 1 – 12.

Url:<http://dx.doi.org/10.1109/TSMC.2012.2237549>

2. Mats Grindal, (2007), Handling Combinatorial Explosion in Software Testing, *Printed by LiU-Tryck, Linköping*, 89 p.  
Url: <http://www.divaportal.org/smash/get/diva2:17568/FULLTEXT01.pdf>.

3. Grunsky I.S., and Kozlovsky V.A., Synthesis and identification of automata [Synthesis and Identification of Automata], (2004), Kiev, Ukraine, *Izd-vo Naukova Dumka*, 248 p (In Russian).

4. Kudryavtsev V.B., Grunskii I.S., and Kozlovskii V.A. Analiz Povedeniya Avtomatov [Automata Behavior Analysis], (2009), *Diskretnaya Matematika*, Moscow, Russian Federation, RAN, *Otdelenie Matematicheskikh Nauk*, Vol. 21, No. 1, pp. 3 – 35 (In Russian).  
Url:[http://intsys.msu.ru/magazine/archive/v10\(1-4\)/grunskiy-345-448.pdf](http://intsys.msu.ru/magazine/archive/v10(1-4)/grunskiy-345-448.pdf).

5. Buharev R.G., Seti veroyatnostnih processorov [Probabilistic Processor Networks], (2007), *Matematicheskie Voprosi Kibernetiki*, Moscow, Russian Federation, *Fizmathlit*. Vol. 16, pp. 57 – 72 (In Russian).

URL:<http://library.keldysh.ru/mvk.asp?id=2007-57>

6. Gromov M.L., and Evtushenko N.V., Sintez uslovnih razlichayuchih experimentov dlya automatov s nedeterminirovanim povedeniem [Synthesis Conditional Distinguishing Experiments for Automata with Non-Deterministic Behavior], (2009), *Prikladnaya Diskretnaya Matematika*, Tomsk, Russian Federation, *Isd-vo Tomsk. Gos. Univ.*, No. 4 (6), pp. 90 – 101 (In Russian).

URL:<http://sun.tsu.ru/mminfo/000349342/06/image/06-090.pdf>

7. Martynyuk A.N. Setevye avtomatnye modeli sinteza testov [Network Automata Models for Test Synthesis], (2007), *Kholodil'na Technical i Technological*, Odessa, Ukraine, Vol. *Odesk. Akad. Harch. Tehnolog.*, No. 2 (106), pp. 94 – 97 (In Russian).

8. Bogomolov A.M., Grunsky I.S., and Speransky D.V. Kontrol i preobrazovanie diskretnih automatov [Control and Conversion of Discrete

Automata], (1975), Kiev, Ukraine, *Izd. Naukova Dumka*, 176 p (In Russian).

9. Zamyatin A.P., and Shur A.M. Yaziki, grammatiki, razpoznavateli: uchebnoye posobie. [Languages, Grammar, Recognizers: Textbook], (2007), *Ekaterinburg. Izd. Ural.univ.*, 248 p (In Russian).

Url:<http://lyceum.urfu.ru/study/mat/1sqn5zke.pdf>

10. Sugak A.S., and Martynyuk A.N. Evolyuzionnaya setevaya model testirovaniya raspredelennih informazionnih system [Evolutionary Network Model of Testing for Distributed Information Systems], (2014), *Elektrotehnicheskie i Kompyuternie Sistemi*, Odessa, Ukraine, *Izd. Nauka i Tehnika*, No. 16 (92), pp. 71 – 77 (In Russian).

Url:[http://nbuv.gov.ua/j-pdf/etks\\_2014\\_16\\_12.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/etks_2014_16_12.pdf)



Сугак

Анна Сергеевна,  
аспирант каф. компьютерных интеллектуальных систем и сетей Одесского нац. политехнического ун-та,  
тел.: +38(093) 705-15-93  
E-mail:  
[sygak.anna@mail.ru](mailto:sygak.anna@mail.ru)



Мартынюк

Александр Николаевич,  
канд. техн. наук, доц. каф. компьютерных интеллектуальных систем и сетей Одесского нац. политехн. ун-та  
тел.: +38(067) 489-81-69  
E-mail:  
[anmartynyuk@ukr.net](mailto:anmartynyuk@ukr.net)