

УДК 651.326

*Д.Ю. ЗАДОРЖНИЙ*, магистр, НТУ "ХПИ",  
*Т.С. РЕЗНИЧЕНКО*, магистр, НТУ "ХПИ",  
*С.Г. СЕМЕНОВ*, канд. техн. наук, доц., НТУ "ХПИ"

## **РАЗРАБОТКА ПРОЦЕДУРЫ ФОРМИРОВАНИЯ "КВАЗИЦИКЛОВ" НАБЛЮДАЕМЫХ СТРУКТУРНО- ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОРТРЕТОВ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ**

Проведен анализ известных процедур формирования "квазициклов". Выявлен их основной недостаток – наличие встроенных структурных единиц и пересечений. Разработана процедура формирования "квазициклов" наблюдаемых структурно-информационных портретов компьютерных систем, позволяющая устранить указанный недостаток. Проведены сравнительные исследования разработанной процедуры и выявлены ее достоинства и недостатки. Ил.: 1. Табл.: 2. Библиогр.: 9 назв.

**Ключевые слова:** "квазицикл", наблюдаемый структурно-информационный портрет, компьютерная система.

**Постановка проблемы и анализ литературы.** При математическом моделировании и исследовании компьютерных систем (КС) методами нелинейной динамики одним из основных этапов является выявление структурных особенностей системы (структурная идентификация).

В настоящее время для структурной идентификации компьютерных систем используются параметрические и графические методы. Однако в последнее время благодаря ряду работ [1 – 7] появились возможности их комплексного использования. В то же время, как показали исследования, объединение параметрических и графических подходов структурной идентификации в ряде практических случаев приводит к усложнению разрабатываемых процедур и, как следствие, ухудшению временных показателей структурной идентификации. Это, в свою очередь, снижает уровень практической значимости разработок в связи с невозможностью использования в системах реального времени. Анализ литературы [1, 2] показал, что устранение указанного недостатка предполагает упрощение графической составляющей методов структурной идентификации путем формирования "квазициклов" фазовых и наблюдаемых структурно-информационных портретов. При этом точность структурной идентификации во многом зависит от выбора соответствующих алгоритмов и процедур формирования "квазициклов".

Поэтому целью статьи является усовершенствование процедур формирования "квазициклов" наблюдаемых структурно-информационных портретов (НСИП) компьютерных систем.

**Основная часть.** Из [3, 5, 8] известно, что в настоящее время для выявления структурных закономерностей фазовых портретов используется ряд алгоритмов и процедур, основанных на корреляционном анализе. Структурная схема одной из наиболее известных процедур – выявления структурных закономерностей на основе кратчайшего расстояния между концами векторов представлена на рис. 1а. В соответствии с рассматриваемой процедурой процесс формирования "квазициклов" осуществляется на основе расчета расстояния между координатами конца векторов.

Входными данными процедуры является множество точек фазового портрета  $P$ , расстояние от начальной точки  $s$ , минимальное количество точек в "квазицикле"  $minP$ .

Выходными данными является множество "квазициклов"  $C$ .

На первом шаге приведенной процедуры необходимо определить значение  $p \leftarrow P[0]$ ,  $k \leftarrow 0$ .

Далее для всех  $i = 0, \dots, N$  выполнять следующие шаги:

*Шаг 2.* Если выполнено условие  $p - P[i] < s$  и  $i + 1 - k > minP$ , определить  $p \leftarrow P[i]$ ;

*Шаг 3.* Для всех  $j = k, \dots, i+1$  выполнять  $T \leftarrow P[j]$ .

*Шаг 4.* Добавить множество  $T$  в множество  $C$ .

*Шаг 5.* Определить  $k \leftarrow i$ ,  $i \leftarrow i+1$ ,

где  $p$  – значение текущей рассматриваемой точки фазового портрета;

$k$  – позиция первой точки "квазицикла" в фазовом портрете;

$T$  – массив, который содержит "квазицикл";

$C$  – множество всех "квазициклов".

Оценим эффективность данной процедуры. В табл. 1 приведены результаты формирования "квазициклов" наблюдаемых структурно-информационных портретов информационного трафика (количество точек НСИП – 30000).

Как видно из результатов исследования, число "квазициклов" уменьшается с увеличением максимального количества точек в "квазициклах", и в рассматриваемых примерах достигает нижней границы, равной 209, это говорит о возможности существенного уменьшения времени структурной идентификации компьютерной системы. Однако использование приведенной процедуры приводит к возникновению вложенных "квазициклов" и "квазициклов" с пересечениями векторов. На практике это

не допустимо, поскольку существенно ухудшает точность структурной идентификации.

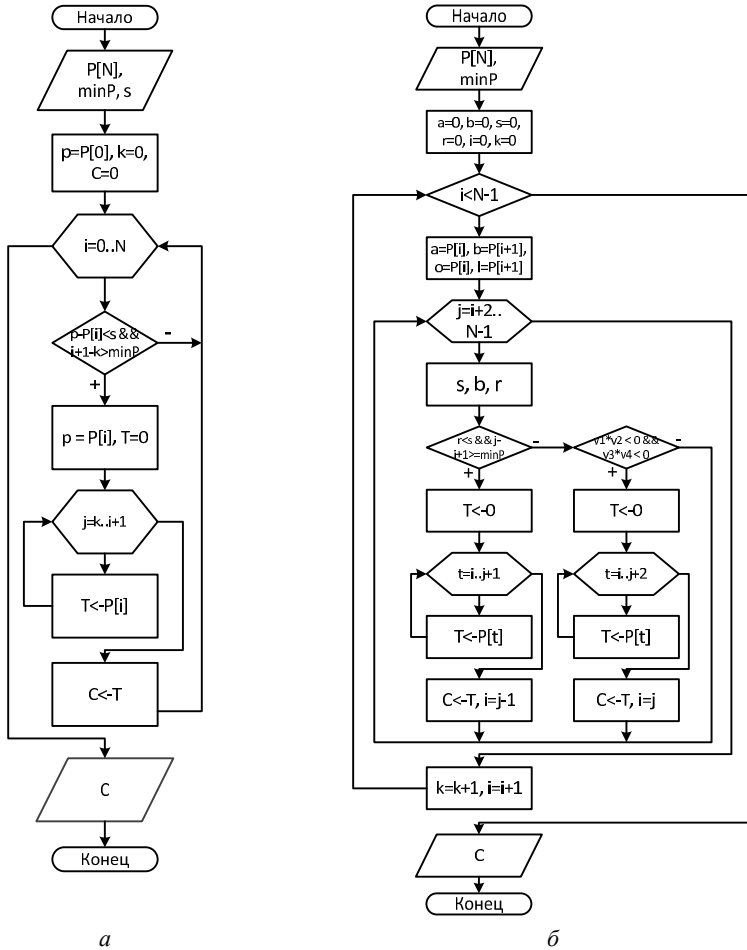


Рис. 1. Структурные схемы процедур формирования "квазициклов" в НСИП

Таблица 1

Результаты исследования процедуры выявления структурных закономерностей НСИП на основе кратчайшего расстояния между концами векторов

| Мин. кол-во точек "квазициклов" | Макс. кол-во точек "квазициклов" | Кол-во "квазициклов" | Кол-во вложенных "квазициклов" |
|---------------------------------|----------------------------------|----------------------|--------------------------------|
| 3                               | 5                                | 279                  | 74                             |
| 3                               | 6                                | 961                  | 369                            |
| 4                               | 6                                | 209                  | 69                             |
| 4                               | 7                                | 721                  | 241                            |

Для устранения указанного недостатка разработаем процедуру формирования "квазициклов", структурная схема которой представлена на рис. 1, б. Входными данными процедуры являются: координаты исследуемых характеристик на НСИП, представленные в виде массива  $P[N]$ , где  $N$  – количество точек изменения траектории НСИП;  $minP$  – значение минимального количества точек в "квазицикле", необходимое для определения минимальной длины "квазицикла";  $s$  – расстояние (в единицах измерения характеристик) от начальной точки.

На выходе алгоритма мы должны получить множество "квазициклов" и координат точек изменения траектории НСИП "квазицикла".

Введем условие, что "квазицикл" считается найденным, если расстояние от начальной точки предполагаемого "квазицикла"  $p$  до текущей точки фазового портрета  $P[i]$  меньше, чем расстояние  $s$ . Таким образом, расстояние  $s$  – это величина, которая задает область вокруг начальной точки.

На первом шаге определяем значение начальной точки  $p$  ( $p = P[0]$ ), при этом запоминаем позицию первой точки предполагаемого "квазицикла" в НСИП  $k$  ( $k = 0$ ).

На втором шаге в цикле от  $i = 0$  до  $N$  проверяем следующее условие: расстояние от начальной точки предполагаемого "квазицикла"  $p$  до текущей точки НСИП  $P[i]$  меньше, чем расстояние  $s$ :

$$\sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} < s, \quad (1)$$

где  $x_1$  и  $y_1$  – координаты точки  $p$ ;  $x_2$  и  $y_2$  – координаты точки  $P[i]$ , и количество точек в "квазицикле" больше  $minP$ :

$$i + 1 - k > minP. \quad (2)$$

В случае удовлетворения данного условия, "квазицикл" считается найденным, и алгоритм прекращает выполнение.

В этом случае начальной точкой нового "квазицикла" становится текущая ( $p = P[i]$ ).

На третьем шаге формируется новый список, в который добавляется точки найденного "квазицикла" от  $j=k$  до  $i+1$ .

На четвертом шаге происходит добавление заполненного списка в множество "квазициклов"  $S$ .

На пятом шаге запоминаем первую точку нового "квазицикла"  $k$  ( $k = i$ ).

Далее инкрементируем  $i$ , чтобы текущей стала вторая точка в предполагаемом "квазицикле", и проверяем условия (1), (2). Если условия не выполнены – в цикле выполняются новые итерации.

Оценим эффективность разработанной процедуры. В табл. 2 приведены результаты формирования "квазициклов" наблюдаемых структурно-информационных портретов информационного трафика в условиях, аналогичных предыдущему рассматриваемому примеру.

Таблица 2

Результаты исследования процедуры выявления структурных закономерностей НСИП на основе разработанной процедуры

| Мин. кол-во точек "квазициклов" | Макс. кол-во точек "квазициклов" | Кол-во "квазициклов" | Кол-во вложенных "квазициклов" |
|---------------------------------|----------------------------------|----------------------|--------------------------------|
| 3                               | 5(6)                             | 9594                 | 0                              |
| 4                               | 6(7)                             | 7897                 | 0                              |

Как видно из результатов исследования, число "квазициклов" уменьшается с увеличением максимального количества точек в "квазициклах" и достигает порядка 7000-8000. Это позволяет до 4 раз уменьшить время структурной идентификации. Кроме этого, как видно из табл. 2, с помощью разработанной процедуры полностью устранена проблема наличия встроенных "квазициклов" и пересечений, что позволяет ее использовать на практике в процессе структурной идентификации.

**Выводы.** Таким образом, разработана процедура формирования "квазициклов" НСИП компьютерных систем. Использование данной процедуры в процессе структурной идентификации компьютерных систем позволит до 4 раз уменьшить время выполнения основных операций идентификации. Основным достоинством разработанной процедуры является устранение проблемы встроенных "квазициклов" и пересечений, что повысит точность структурной идентификации компьютерных систем.

**Список литературы:** 1. *Карабутов Н.Н.* Адаптивная идентификация систем: Информационный синтез / *Н.Н. Карабутов*. – М.: КомКнига, 2006. – 384 с. 2. *Кузнецов А.А.* Метод структурной идентификации информационных потоков в телекоммуникационных сетях на основе BDS-тестирования / *А.А. Кузнецов, С.Г. Семенов, С.Н. Симоненко, Е.В. Мелешко* // Научно-технический журнал "Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України". – Вып. 2 (4). – X.: ХУПС. – 2010. – С. 131–137. 3. *Семенов А.Д.* Идентификация объектов управления: Учебн. пособие / *А.Д. Семенов, Д.В. Артамонов, А.В. Брюхачев*. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2003. – 211 с. 4. *Семенов С.Г.* Сравнительные исследования методов идентификации трафика в телекоммуникационной сети для повышения оперативности передачи данных / *С.Г. Семенов, Е.В. Мелешко* // Научно-технический журнал "Прикладная радиоэлектроника". – 2010. – Том 9. – № 3. – X.: ХНУРЕ. – С. 444–448. 5. *Карабутов Н.Н.* Структурная идентификация систем: анализ динамических структур / *Н.Н. Карабутов*. – М.: МГИУ, 2008. – 160 с. 6. *Семенов С.Г.* Усовершенствованный метод структурной идентификации компьютерных систем критического применения / *С.Г. Семенов, Т.С. Резниченко, Д.Ю. Задорожний* // Системи обробки інформації. – X.: ХУПС. – 2012. – Вып. 9 (107). – С. 207–211. 7. *Semenov S.* The method of processing and identification of telecommunication traffic based on BDS-tests / *S. Semenov, A. Smirnov., E. Meleshko* // The book of materials International Conference "Statistical Methods of Signal and Data Processing (SMSDP-2010)". – Kiev, Ukraine, National Aviation University "NAU-Druk" Publishing House, 2010. – С. 166–168. 8. *Ljung L.* System Identification – Theory for the User. Prentice Hall, Upper Saddle River, N. J. 2nd edition, 1999. – 499 p. 9. *Narendra K.S.* Stable adaptive schemes for system: identification and control / *K.S. Narendra, V. Kudva* // IEEE Trans. on Syst., Man and Cybern. – 1974. – Vol. SMC-4. – № 6. – P. 542–560.

*Статью представил д-р техн. наук, проф. НТУ "ХПИ" Кучук Г.А.*

*Поступила в редакцию 10.09.13*

УДК 651.326

**Розробка процедури формування "квазіциклів" спостережуваних структурно-інформаційних портретів комп'ютерних систем / Задорожній Д.Ю., Резниченко Т.С., Семенов С.Г.** // Вісник НТУ "ХПИ". Серія: Інформатика та моделювання. – Харків: НТУ "ХПИ". – 2013. – № 19 (992). – С. 46 – 52.

Проведений аналіз відомих процедур формування "квазіциклів". Виявлений їх основний недолік в наявності вбудованих структурних одиниць і перетинів. Розроблена процедура формування "квазіциклів" спостережуваних структурно-інформаційних портретів комп'ютерних систем, що дозволяє усунути вказаний недолік. Проведені порівняльні дослідження розробленої процедури і виявлені її достоїнства і недоліки. Лл.: 1. Табл.: 2. Бібліогр.: 9 назв.

**Ключові слова:** "квазіцикл", спостережуваний структурно-інформаційний портрет, комп'ютерна система.

UDC 651.326

**The designing of the "quasicycles" formation procedure in the observed structural-informative portraits of computer systems / Zadorozhnyi D.Y., Reznichenko T.S., Semenov S.G** // Herald of the National Technical University "KhPI". Subject issue: Information Science and Modelling. – Kharkov: NTU "KhPI". – 2013. – № 19 (992). – P. 46 – 52.

The conducted analysis of the famous procedures of the "quasicycles" formation. Their main drawback is revealed in a presence of the inbuilt structural units and crossings. The procedure of the "quasicycles" formation in the observed structural-informative portraits of computer systems was developed, which allows to eliminate the mentioned drawback.

Comparative studies of the developed procedures were held and disadvantages were revealed.  
Figs.: 1. Tabl.: 2. Refs.: 9 titles.

**Keywords:** "quasicycle", observed structural-informative portrait, computer system.