

УДК 681.3.062

**С.И. Клевцов, А.Б. Клевцова****СХЕМЫ МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ  
СОСТОЯНИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ  
МЕДИАННЫХ ЛИНИЙ, ФОРМИРУЮЩИХ ЛОКАЛЬНЫЕ ЗОНЫ  
СОСТОЯНИЙ**

*Задача классификации состояний объектов на основе анализа нескольких параметров имеет множество применений в области контроля различных опасных ситуаций. При решении задачи классификации в реальном времени необходимо отнести имеющиеся фиксированные в конкретный момент или промежуток времени совокупности параметров объекта к определенным классам. Данные могут быть представлены различным образом. Однако, наиболее используемым является способ, когда совокупность параметров представляется в виде вектора. Сигналы, поступающие с датчиков, обрабатываются микроконтроллером информационной системы. В связи с тем, что оценка выполняется в реальном времени, а вычислительные возможности микроконтроллера могут быть достаточно скромными, или выделяемая часть вычислительной мощности микроконтроллера не очень значительна, то к модели оценки состояния на основе классификации предъявляются требования по сложности алгоритма, а именно, требования низкой сложности алгоритма. Сформулирован подход и представлены обобщенные схемы многопараметрической идентификации состояний технического объекта на основе введения системы медианных линий, формирующих локальные зоны состояний. Подход формирует платформу для разработки моделей, в частности, моделей нейронных сетей, ориентированных на идентификацию технических объектов на основе данных датчиков физических величин. Показано, что для идентификации состояния необходима разработка модели и алгоритма, определяющих интегральную близость текущих значений параметров к их медианным значениям в рамках различных конфигураций состояний и ранжирующих конфигурации по степени интегральной близости.*

*Идентификация; состояние; оценка; технический объект; параметр; микроконтроллер; классификация.*

**S.I. Klevtsov, A.B. Klevtsova****SCHEMES MULTIPARAMETER IDENTIFICATION OF THE STATE OF THE  
TECHNICAL OBJECT BASED SYSTEMS MEDIA LINES FORMING LOCAL  
AREA CONDITIONS**

*The task of classifying the states of objects based on an analysis of several parameters has many applications in the control of various dangerous situations. In solving the problem of classification in real-time is necessary to include the existing fixed at a particular moment or period of time set of parameters subject to certain classes. Data may be represented in various ways. However, the most widely used is a method where a set of parameters is represented as a vector. The signals from the sensors are processed by the microcontroller information system. Due to the fact that the evaluation is performed in real time, and computational capabilities of the microcontroller can be quite modest, or dissipated part of the computing power of the microcontroller is not very significant, by the assessment model based on the classification are requirements on the complexity of the algorithm, namely, the requirement of low complexity of the algorithm. An approach was formulated and the generalized scheme of multi-parameter identification of the technical object states on the basis the introduction of the median line, forming localized areas of the states is presented. Suitable forms a platform for the development of models, such as neural network models aimed at identifying the technical objects based on sensor data of physical quantities. It is shown that for the identification of the state is necessary to develop models and algorithms for determining the integrated proximity of the current settings to their median values in the various configurations and states are ranked according to the degree of integrated configuration vicinity.*

*Identification; condition; evaluation; technical object; parameter; microcontroller; classification.*

Предположим, что имеется уже существующая классификация состояний объекта, которая представляет собой совокупность подмножеств значений параметров, при этом подмножества не пересекаются [1, 2].

В этом случае задача классификации – это задача отнесения совокупности параметров, снятых датчиками с анализируемого объекта, к одному из нескольких попарно не пересекающихся подмножеств значений параметров. Сигналы, поступающие с датчиков, обрабатываются микроконтроллером информационной системы. Если датчик аналоговый, то сначала осуществляется оцифровка аналогового сигнала, а затем обработка данных. Если датчик цифровой, то сразу осуществляется обработка. В составе обработки выполняется оценка состояния с использованием классификации. В связи с тем, что оценка выполняется в реальном времени, а вычислительные возможности микроконтроллера могут быть достаточно скромными, или выделяемая часть вычислительной мощности микроконтроллера не очень значительна, то к модели оценки состояния на основе классификации предъявляются требования по сложности алгоритма, а именно, требования низкой сложности алгоритма [3, 4, 5].

Кроме того, алгоритм, по возможности, должен ориентироваться на специфику обработки данных в микроконтроллере. Это также позволит снизить сложность обработки, поскольку она осуществляется в реальном времени в условиях ограниченных вычислительных ресурсов [6], например, при определении состояния водителя с точки зрения засыпания за рулем. Это – важная задача, решение которой может позволить снизить аварийность на дорогах. В этом случае имеется несколько типов параметров, значения которых снимаются в реальном времени датчиками.

Другая задача связана с оценкой изменения состояния поводковой ситуации на ограниченной территории, контролируемой распределенной информационной микропроцессорной системой, на нижнем уровне которой расположены датчики фиксации уровня воды в водоеме. Датчики могут быть рассредоточены по заданной территории водоемов и рек. При этом изменение уровня воды в контролируемых водоемах может быть различным. Поэтому, например, увеличение уровня воды, определенное одним датчиком в одном узле сенсорной сети, может быть недостаточным для фиксации нестабильной или опасной ситуации в целом по контролируемой территории. Необходима оценка всей совокупности данных датчиков в рамках заданного вполне определенного промежутка времени, причем массив данных, одномоментно используемый в оценке, должен содержать данные, полученные в фиксированные моменты в рамках установленного временного диапазона со всех или группы датчиков. Другими словами, используемые данные обладают пространственной и временной распределенностью.

При решении задачи классификации в реальном времени необходимо отнести имеющиеся фиксированные в конкретный момент или промежуток времени совокупности параметров объекта к определенным классам. Данные могут быть представлены различным образом, однако, наиболее используемым является способ, когда совокупность параметров представляется в виде вектора [7, 8]. Компонентами вектора являются значения параметров, фиксируемых датчиками [9]. Следовательно, имеем  $N$ -мерное пространство, которое часто называют пространством входов, размерность пространства равно количеству компонент вектора.

Выбранная или разработанная модель классификатора должна на основе раннее полученной предварительной информации в виде вектора  $N$ -мерного пространства определить, к какому классу необходимо отнести данную совокупность параметров, представленную в виде компонент вектора или, иначе, к какому классу состояний отнести текущее (срезковое) параметрическое представление объекта.

Как уже было сказано, предположим, что совокупность подмножеств значений параметров объекта, составляющая классификацию состояний, таково, что подмножества не пересекаются. Каждое подмножество определяет класс состояния в системе классификации.

В этом случае можно выделить два уровня делимости классов:

- ◆ линейная делимость, когда классы можно разделить прямыми линиями (или гиперплоскостями, если пространство входов имеет размерность больше двух);
- ◆ нелинейная делимость, когда классы невозможно разделить линиями (плоскостями), но возможно отделить с помощью более сложного деления.

Пока не рассматривается вариант, когда классы пересекаются и можно говорить только о делимости в вероятностном или условном аспекте.

Линейная делимость – это наиболее предпочтительный вариант, так как в этом случае имеется линейная задача деления, решение которой значительно упрощает построение классификатора. Но в реальном случае, к сожалению, не всегда возможно такое деление и приходится прибегать к решению более сложных задач деления, характеризующихся нелинейностью.

Таким образом, необходимо разработать классификатор состояний объекта, обладающий, по крайней мере, следующими особенностями и характеристиками:

1. Входными данными, на основе которых осуществляется определение состояния объекта, являются значения параметров, снимаемые датчиками. Эти данные снимаются в реальном времени и могут поступать на входы обрабатывающего устройства параллельно. Данные формируют вектор.
2. Обработка данных ведется в микроконтроллере микропроцессорного устройства информационной системы сбора и обработки данных объекта в реальном времени. На процедуру определения состояния накладываются временные ограничения, она должна быть выполнена в рамках фиксированного промежутка времени  $T_o$ , который определяется характеристиками функционирования объекта (например, инерционность) и особенностями решаемых им задач. Длительность фиксированного промежутка времени может варьироваться в широких пределах, например, для случая засыпания водителя за рулем  $T_o \approx 100 \div 500 \text{мс}$ , а для паводковой ситуации, например, может быть  $T_o \approx 10 \div 60 \text{мин}$  [3, 6].
3. Поскольку микроконтроллер обладает ограниченной вычислительной мощностью или выделяемая на задачу вычислительная мощность ограничена, то модель и алгоритм реализации процедуры отслеживания изменения состояния технического объекта должны быть простыми, несложными для выполнения в фоновом режиме работы микроконтроллера [3].

Таким образом, имеется  $N$ -параметров, которые характеризуют состояние контролируемого объекта  $A_n$ ,  $n=1, \dots, N$ , где  $A_n$  –  $n$ -й параметр объекта.

Каждый  $A_n$  параметр может в процессе рабочего функционирования объекта изменяться в диапазоне значений  $[D_{n \min}^{(n)}, D_{n \max}^{(n)}]$ , где  $[D_{n \min}^{(n)}]$  – минимальное значение параметра;  $[D_{n \max}^{(n)}]$  – максимальное значение параметра.

Индекс  $n$  под символом  $D$  означает, что нижняя или верхняя граница диапазона относится к нормальной зоне изменения параметра. Можно также выделить зоны (нижнюю и верхнюю) опасного изменения параметра, а также зоны (нижнюю и верхнюю) аварийного изменения параметра [7, 8]. Возможно более подробное деление на зоны диапазона изменения параметра.

Достаточно большое количество моделей ориентированы на оценку состояния объекта по результатам анализа единственного параметра, который, фактически, является дискриминирующим [10, 11]. Например, попадание значения этого параметра в зону опасности определяет состояние объекта как опасное, независимо от состояния других параметров [1, 2].

Введем понятие модели простого объекта с позиции оценки состояния. Простым, с точки зрения оценки состояния, является технический объект, когда оценка его состояния возможна при анализе одного дискриминирующего параметра, без учета значений других, даже если они имеются.

Если имеется несколько определяющих состояние параметров, то оценка значительно усложняется, поскольку часто необходимо учитывать взаимные связи и взаимовлияние этих параметров.

При отслеживании изменения состояния важно зафиксировать переход от одного состояния в другое.

Если провести классификацию состояний, например, задав для каждого из состояний значения диапазонов изменения параметров, то эта классификация будет основой для оценки.

Для идентификации изменения состояния тогда достаточно вычлнить факт перехода от одного состояния в другое, т.е. что в момент  $t_i$  – технический объект находился в состоянии 1, а в следующий момент  $t_i + \text{delta}$  – в состоянии 2, где  $\text{delta}$  – временной интервал, определяющий промежуток времени между двумя соседними моментами, когда производится оценка состояния объекта. Он не может быть меньше шага съема информации с датчиков физических величин, с помощью которых контролируется объект.

Классификацию состояний можно определить другим способом.

Определим для параметра  $A_n$  некий функционал, определяющий среднюю, медианную линию. Разброс значений параметра относительно этой линии, укладывающийся в заранее определенный диапазон, означает, что параметр в зоне конкретного состояния, которое определяется данной линией.

$$F_a(\bar{a}_n, a_n, \Delta a_k^{(n)}, S_k^{(n)}, V) = 0, \quad n=1, N; k=1, K, \quad (1)$$

где  $\bar{a}_n$  – среднее, медианное значение параметра;  $a_n$  – текущее значение параметра;

$S_k^{(n)}$  – идентификатор состояния;  $\Delta a_k^{(n)}$  – диапазон отклонений  $a_n$  от  $\bar{a}_n$ ,

при котором по параметру  $A_n$  оценка состояния равна  $S_k^{(n)}$ ;  $k$  – порядковый номер

идентификатора состояния  $S_k^{(n)}$ ;  $n$  – порядковый номер параметра;  $V$  – массив

факторов, влияющих на состояние,  $V = \{V_l\}_{l=1}^L$ ,  $l$  – номер фактора.

Обозначение  $(n)$  означает принадлежность к параметру  $A_n$ .

Компоненты функционала  $\bar{a}_n$ ,  $a_n$ ,  $\Delta a_k^{(n)}$  и  $S_k^{(n)}$  зависят от факторов  $V_l$ .

В качестве факторов  $V$ , влияющих на оценку, могут рассматриваться другие параметры контролируемого объекта, а также внешние и внутренние дестабилизирующие факторы среды функционирования объекта, например, температура и давление внешней среды, магнитные и электрические поля и др.

Упрощенная схема, поясняющая возможную зависимость для конкретного  $k$ -го состояния объекта  $S_k^{(n)}$  представлена на рис. 1.

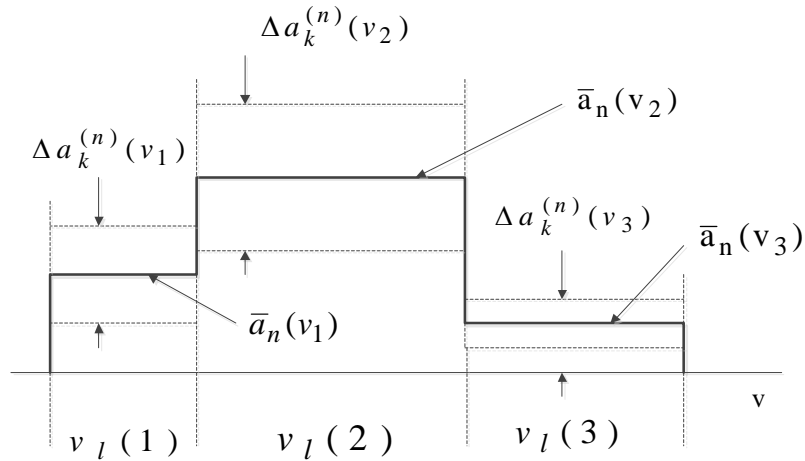


Рис. 1. Упрощенная схема соответствия значения  $\bar{a}_n$  и  $\Delta a_k^{(n)}$  от фактора  $v_l$  при заданном  $S_k^{(n)}$

На рис. 1 представлена упрощенная модель. Предполагается, что фактор  $V_l$  дискретно меняет свои значения за очень короткое время.

Аналогично можно построить упрощенную схему распределения медианных значений параметров для произвольного состояния  $S_k^{(n)}$  с учетом взаимовлияния параметров и факторов (см. рис. 2).

Поскольку соотношение, получаемое при разрешении функционала (1) относительно  $S_k$ , является нелинейной функцией, то представленная на рис. 2 схема может служить графической моделью зависимостей между медианным значениями параметров, которые определяют состояние объекта.

Таким образом, существует несколько конфигураций медианных значений  $\bar{a}_n$  параметров  $A_n$ , которые в совокупности определяют одно состояние  $S_k$  контролируемого объекта.

Любая зафиксированная конфигурация из совокупности идентифицирует состояние  $S_k$ .

Для фиксации, например, первой конфигурации, текущее значение  $a_1$  параметра  $A_1$  должно соответствовать условию:

$$\bar{a}_{i1} - \Delta a_{i1} \leq a_1 \leq \bar{a}_{i1} + \Delta a_{i1}. \tag{2}$$

Соответственно, значение  $a_i$  параметра  $A_i$

$$\bar{a}_{i1} - \Delta a_{i1} \leq a_i \leq \bar{a}_{i1} + \Delta a_{i1}. \tag{3}$$

Это означает, что текущее значение каждого  $a_i$  должно быть ближе к  $\bar{a}_{i1}$ , чем к  $\bar{a}_{i2}$ , поскольку  $\bar{a}_{i2}$  входит в другую конфигурацию.

$$|a_i - \bar{a}_{i1}| < |a_i - \bar{a}_{i2}|, \quad (4)$$

для любого  $i$ .

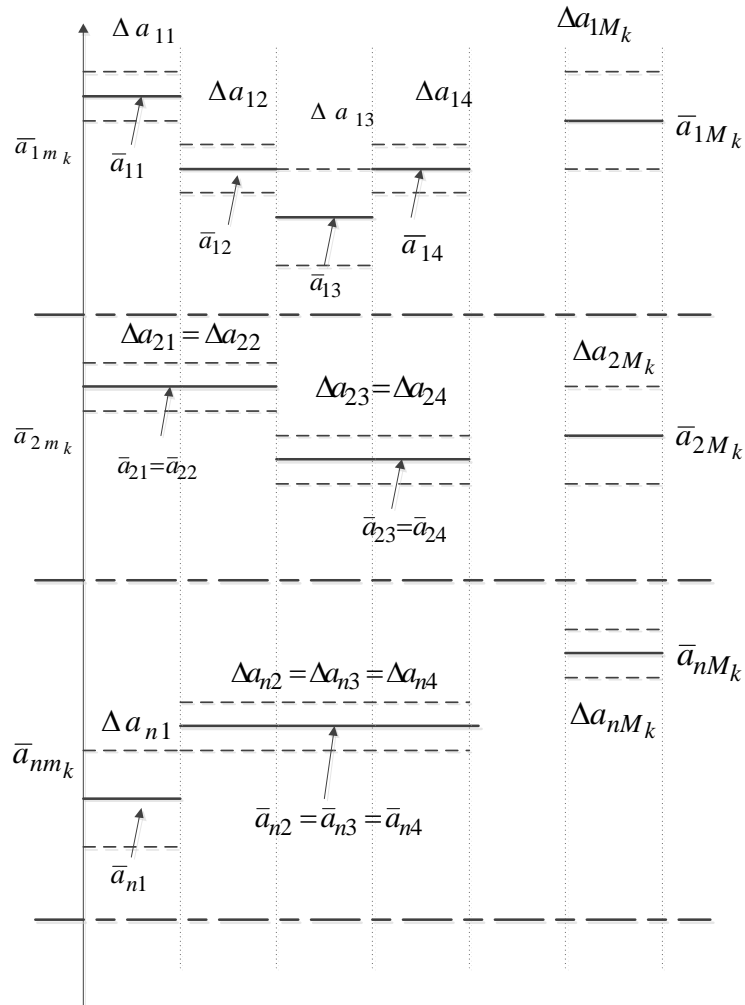


Рис. 2. Упрощенная структура конфигураций медианных значений  $\bar{a}_n$  параметров  $A_n$  для выбранного состояния  $S_k$

Проверка часто осуществляется с помощью оценки модуля разности между текущим значением и медианным. В этом случае возможна погрешность при отслеживании изменения состояния.

На рис. 3 представлена подобная ситуация, когда оценка по критериям (2), (3) дает неоднозначный результат. В случае, приведенном на рис. 3, третья конфигурация состояния  $S_1$ , которая конкурирует с первой конфигурацией состояния  $S_2$ .

Для обеих конфигураций критерии (2) и (3) верны.

По критерию (4) третья конфигурация предпочтительнее, поскольку проигрывает первой  $S_2$  только по параметру  $A_1$ .

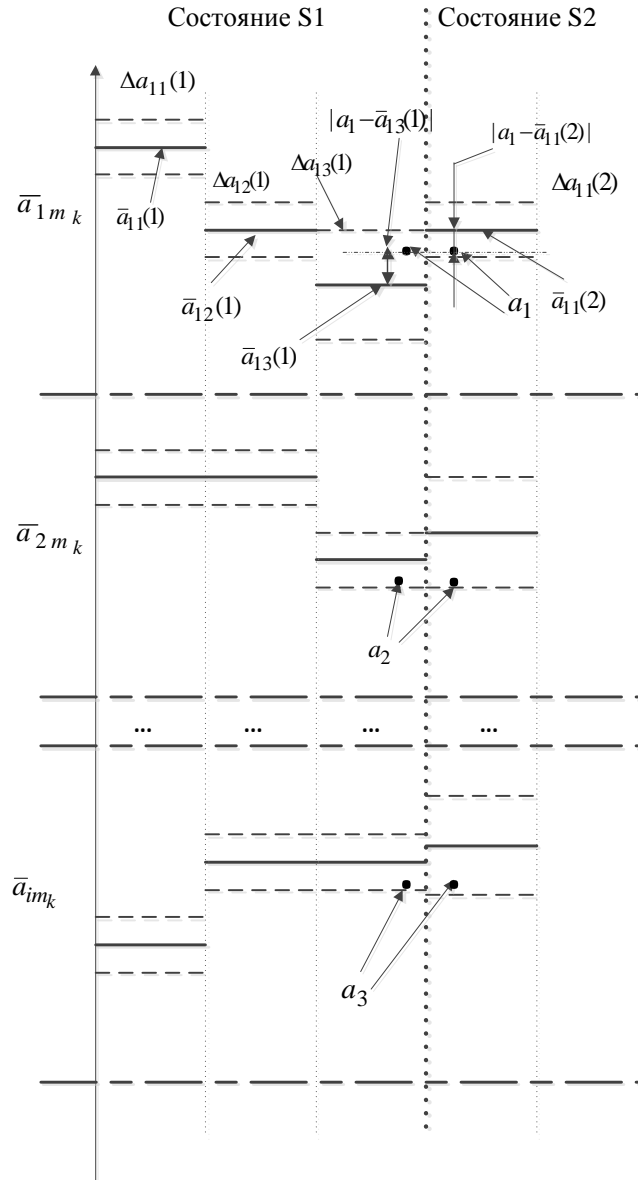


Рис. 3. Упрощенная структура конфигураций медианных значений  $\bar{a}_n$  параметров  $A_n$  для двух конкурирующих состояний  $S_1$  и  $S_2$

Очевидно, что для идентификации состояния необходима разработка модели и алгоритма, определяющих интегральную близость текущих значений параметров  $A_n$  к их медианным значениям в рамках различных конфигураций состояний и ранжирующих конфигурации по степени интегральной близости [12–15].

Таким образом, разработаны подход и обобщенные схемы многопараметрической идентификации состояний технического объекта на основе введения системы медианных линий, формирующих локальные зоны состояний. Подход формирует платформу для разработки моделей, в частности, моделей нейронных сетей, ориентированных на идентификацию технических объектов на основе данных датчиков физических величин.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Клевова А.Б.* Параметрическая зонная оценка состояния технического объекта с использованием режимной карты // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2010. – № 5 (106). – С. 107-111.
2. *Клевова А.Б., Клецов Г.С.* Модели параметрической экспресс-оценки состояния технического объекта // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2008. – № 11 (88). – С. 15-19.
3. *Клецов С.И.* Моделирование алгоритма краткосрочного прогнозирования изменения быстроменяющейся физической величины в реальном времени // Инженерный вестник Дона. – 2012. – № 3 (21). – С. 199-205.
4. *Matuszewski J.* Application of clustering methods for recognition of technical objects // Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science (TCSET), 2010 International Conference. – 2010. – P. 39-40.
5. *Клецов С.И.* Прогнозирование изменения состояния совокупности параметров технического объекта с помощью интеллектуального микропроцессорного модуля // Всероссийская научно-техническая конференция «Проблемы разработки перспективных микро- и наноэлектронных систем (МЭС)»: Сб. трудов. – 2010. – № 1. – С. 619-623.
6. *Клецов С.И.* Предварительная оценка состояния совокупности параметров технического объекта с использованием интеллектуального микропроцессорного модуля // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2010. – № 5 (106). – С. 43-48.
7. *Lihua Sun, Yingjun Guo, Haichao Ran.* A New Method of Early Real-Time Fault Diagnosis for Technical Process // Electrical and Control Engineering (ICECE), 2010 International Conference, 2010. – Wuhan, China. – P. 4912-4915.
8. *Клевова А.Б.* Интегральная оценка состояния объекта мониторинга // Известия ТРТУ. – 2004. – № 2 (37). – С. 58-65.
9. *Клевова А.Б.* Алгоритм оценки и прогнозирования поведения переменной состояния объекта // Известия ТРТУ. – 2006. – № 5 (60). – С. 133-139.
10. *Клецов С.И.* Прогнозирование изменений физической величины в реальном времени с использованием линейного адаптивного фильтра // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2013. – № 5 (142). – С. 180-185.
11. *Клецов С.И.* Отслеживание изменения состояния динамического объекта в реальном времени с использованием микропроцессорного модуля // Всероссийская научно-техническая конференция «Проблемы разработки перспективных микро- и наноэлектронных систем (МЭС)»: Сб. трудов. – 2012. – № 1. – С. 684-687.
12. *Lipman R.* An introduction to computing with neural nets // IEEE Acoustic, Speech and Signal Processing Magazine. – 1987. – No. 2. – P. 4-22.
13. *Борисов Е.С.* Классификатор на основе нейронной сети Хемминга. <http://mechanoid.kiev.ua/neural-net-hamming-classifier.html>.
14. *Raus, M., Ameling W.* A layered information processing model for neural classification modules // Intelligent Systems Engineering, Second International Conference. 1994. – Hamburg-Harburg, IET. – P. 144-153.
15. *Gartner, K.-P., Holzhausen, K.-P., Kruger, W., Pitrella, F.D., Wolf H.* Identification of field objects in reduced quality TV pictures transmitted from telerobots to a remote control station // Intelligent Robots and Systems '93, IROS '93. Proceedings of the 1993 IEEE/RSJ International Conference. – 1993. – Vol. 3. – P. 1479-1486.



## REFERENCES

1. *Klevtsova A.B.* Parametricheskaya zonnaya otsenka sostoyaniya tekhnicheskogo ob"ekta s ispol'zovaniem rezhimnoy karty [Parametrical band model of the estimation condition for technical object with use of the regime card], *Izvestiya YuFU. Tekhnicheskie nauki* [Izvestiya SFedU. Engineering Sciences], 2010, No. 5 (106), pp. 107-111.
2. *Klevtsova A.B., Klevtsov G.S.* Modeli parametricheskoy ekspres-otsenki sostoyaniya tekhnicheskogo ob"ekta [Models parametrical the express train – estimations of a condition the technical object], *Izvestiya YuFU. Tekhnicheskie nauki* [Izvestiya SFedU. Engineering Sciences], 2008, No. 11 (88), pp. 15-19.
3. *Klevtsov S.I.* Modelirovanie algoritma kratkosrochnogo prognozirovaniya izmeneniya bystromenyayushchey fizicheskoy velichiny v real'nom vremeni [The simulation algorithm of short-term forecasting changes rapidly changing physical quantities in real time], *Inzhenernyy vestnik Dona* [Engineering journal of Don], 2012, No. 3 (21), pp. 199-205.
4. *Matuszewski J.* Application of clustering methods for recognition of technical objects, *Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science (TCSET), 2010 International Conference*, 2010, pp. 39-40.
5. *Klevtsov S.I.* Prognozirovaniye izmeneniya sostoyaniya sovokupnosti parametrov tekhnicheskogo ob"ekta s pomoshch'yu intellektual'nogo mikroprotsessornogo modulya [Predicting changes in the status of the set of parameters of a technical object with intelligent microprocessor module], *Vserossiyskaya nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya «Problemy razrabotki perspektivnykh mikro- i nanoelektronnykh sistem (MES)»: Sb. trudov* [All-Russian scientific-technical conference "problems of development of perspective micro- and nanoelectronic systems (MES): proceedings], 2010, No. 1, pp. 619-623.
6. *Klevtsov S.I.* Predvaritel'naya otsenka sostoyaniya sovokupnosti parametrov tekhnicheskogo ob"ekta s ispol'zovaniem intellektual'nogo mikroprotsessornogo modulya [The simplified estimation of the condition for set of parameters of technical object with use of the intellectual microprocessor module ], *Izvestiya YuFU. Tekhnicheskie nauki* [Izvestiya SFedU. Engineering Sciences], 2010, No. 5 (106), pp. 43-48.
7. *Lihua Sun, Yingjun Guo, Haichao Ran.* A New Method of Early Real-Time Fault Diagnosis for Technical Process, *Electrical and Control Engineering (ICECE), 2010 International Conference*, 2010. Wuhan, China, pp. 4912-4915.
8. *Klevtsova A.B.* Integral'naya otsenka sostoyaniya ob"ekta monitoringa [Integrated assessment monitoring], *Izvestiya TRTU* [Izvestiya TSURE], 2004, No. 2 (37), pp. 58-65.
9. *Klevtsova A.B.* Algoritm otsenki i prognozirovaniya povedeniya peremennoy sostoyaniya ob"ekta [The algorithm for estimating and forecasting the behavior of a state variable of the object], *Izvestiya TRTU* [Izvestiya TSURE], 2006, No. 5 (60), pp. 133-139.
10. *Klevtsov S.I.* Prognozirovaniye izmeneniy fizicheskoy velichiny v real'nom vremeni s ispol'zovaniem lineynogo adaptivnogo fil'tra [Forecasting of changes of size physical in real time with use of the linear adaptive filter], *Izvestiya YuFU. Tekhnicheskie nauki* [Izvestiya SFedU. Engineering Sciences], 2013, No. 5 (142), pp. 180-185.
11. *Klevtsov S.I.* Otslezhivaniye izmeneniya sostoyaniya dinamicheskogo ob"ekta v real'nom vremeni s ispol'zovaniem mikroprotsessornogo modulya [Tracking state changes of the dynamic object in real time using a microprocessor module], *Vserossiyskaya nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya «Problemy razrabotki perspektivnykh mikro- i nanoelektronnykh sistem (MES)»: Sb. trudov* [All-Russian scientific-technical conference "problems of development of perspective micro- and nanoelectronic systems (MES): proceedings], 2012, No. 1, pp. 684-687.
12. *Lipman R.* An introduction to computing with neural nets, *IEEE Acoustic, Speech and Signal Processing Magazine*, 1987, No. 2, pp. 4-22.
13. *Borisov E.S.* Klassifikator na osnove neyronnoy seti Khemminga [The classifier on the basis of the Hamming neural network]. Available at: <http://mechanoid.kiev.ua/neural-net-hamming-classifier.html>.
14. *Raus, M., Ameling W.* A layered information processing model for neural classification modules, *Intelligent Systems Engineering, Second International Conference. 1994. Hamburg-Harburg, IET*, pp. 144-153.

15. Gartner, K.-P., Holzhausen, K.-P., Kruger, W., Pitrella, F.D., Wolf H. Identification of field objects in reduced quality TV pictures transmitted from telerobots to a remote control station, *Intelligent Robots and Systems '93, IROS '93. Proceedings of the 1993 IEEE/RSJ International Conference*, 1993, Vol. 3, pp. 1479-1486.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор Е.А. Башков.

**Клевцов Сергей Иванович** – Южный федеральный университет; e-mail: sergkmps@mail.ru; 347900, Таганрог, ул. Петровская, 81; тел.: 88634328025; к.т.н.; доцент.

**Клевцова Алла Борисовна** – e-mail: kafmps@tpark.ru; старший преподаватель.

**Klevtsov Sergey Ivanovich** – Southern Federal University; e-mail: sergkmps@mail.ru; 81, Petrovsky, Taganrog, 347900, Russia; phone: +78634328025; cand. of eng. sc.; associate professor.

**Klevtsova Alla Borisovna** – e-mail: kafmps@tpark.ru; senior lecturer.

УДК 681.05

**О.Н. Пьявченко**

#### **ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ ПОТОКОВЫЕ СИСТЕМЫ СБОРА И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ДАТЧИКОВ**

*Рассматриваются конфигурации высокопроизводительных распределенных систем сбора и обработки информации датчиков, построенных на основе информационных микропроцессорных модулей, коммутаторов и коммутаторов пакетов данных, в которых реализуется потоковая организация решения задач предварительной обработки. В основу высокопроизводительных схем положен принцип группового сбора и предварительной обработки данных. Приведены версии распараллеливания обработки на первом, первом и втором, первом, втором и третьем ярусах. Выполнены оценки производительности распределенных систем, реализующих такие конфигурации модульных соединений. Показано, что производительность возрастает по мере увеличения параллелизма при решении задач предварительной обработки. Выделена перспективная схема, обеспечивающая максимальную производительность, в которой реализуется параллельная обработка сигналов при решении триад задач предварительной обработки. Для реализации конфигурации, параллельно решающей триады задач, предлагается строить интеллектуальные датчики физических переменных с расширенными функциональными возможностями, в которых кроме типовых задач измерений реализуются функции определения и оценки состояния переменных. Объединение таких модулей в конфигурации производится быстродействующими коммутаторами, преобразующими триады данных в необходимые пакеты, удобные для использования на верхнем ярусе распределенной системы сбора и обработки информации датчиков.*

*Распределенная система; сбор и обработка информации датчиков; конфигурации; информационные модули; коммутаторы.*

**O.N. Pyavchenko**

#### **HIGH-PERFORMANCE DISTRIBUTED STREAM SYSTEMS OF DATA COLLECTION AND PROCESSING OF THE SENSORS**

*Configurations of the high-performance distributed systems of data collection and processing of the sensors constructed on the basis of information microprocessor modules, commutators and switchboards of data packages in which the stream organization of the solution the problems of preliminary processing is realized are considered. The principle of group collecting and preliminary data processing is the basis for high-performance schemes. Versions of parallelization the processing are given in the first, first and second, first, second and third circles.*