

При средневзвешенном значении  $\cos\varphi = 0,85$  [5] погрешность от представления  $\operatorname{tg}\varphi \approx \varphi$  (рад) не превысит 0,1 от значения  $\operatorname{tg}\varphi$ . Тогда соотношение активной и реактивной мощности можно представить формулой  $Q/P \approx \varphi$ .

Погрешность от представления  $\cos\varphi \approx 1-\varphi$  не превысит 0,12 значения  $\cos\varphi$ , тогда активную мощность можно представить формулой  $P \approx UI(1-\varphi)$ , реактивную мощность  $Q \approx UI(1-\varphi)\varphi$ .

Индуктивная мощность нагрузки, подлежащая компенсации

$$Q_L \approx UI_H(1-\varphi)\varphi,$$

где  $U$  – напряжение сети,  $I_H$  – ток в нагрузке.

С другой стороны ёмкостная мощность  $Q_C = I_C^2 / (2\pi fC)$ , где  $f$  – частота сети,  $C$  – ёмкость компенсирующего конденсатора,  $I_C = I_H \sin \varphi \approx I_H \varphi$  – ток ёмкости. Отсюда можно получить соотношение

$$C \approx \frac{I_H \varphi}{2\pi f U (1-\varphi)} \cdot (\Phi), \text{ а с учётом значений } f = 50 \text{ Гц, } U = 220 \text{ В}$$

$$C \approx \frac{k I_H \varphi}{1-\varphi} \cdot (\Phi), \text{ где } k \approx 0,000015.$$

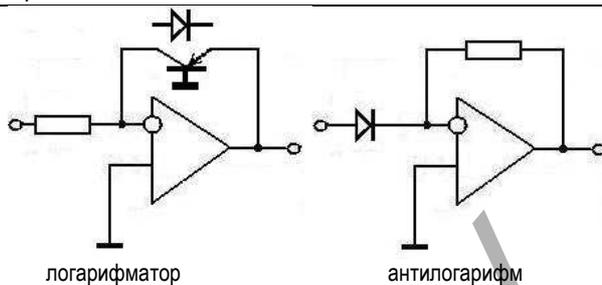
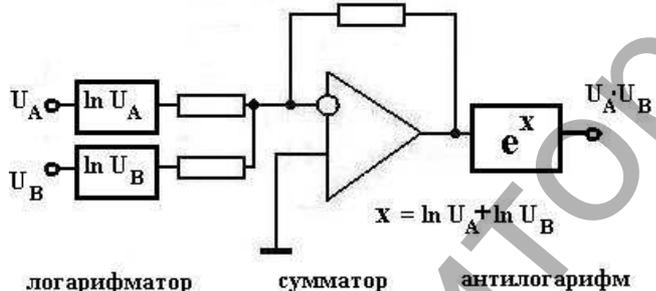
Для вычисления значения ёмкости в МкФ коэффициент  $k = 15$ , тогда

$$C \approx \frac{15 I_H \varphi}{1-\varphi}, \text{ МкФ.}$$

Допустив, что  $1 - \varphi \approx 1$ , получим  $C \approx 15 I_H \varphi$ .

Эта асимптотическая формула является основой для построения схемы управления ключами.

Перемножение аналоговых сигналов  $I_H$  и  $\varphi$  выполняется схемами с операционными усилителями.



### Заключение

1. Использование асимптотических приближений тригонометрических функций в формулах для расчёта компенсирующей мощности конденсаторов позволило получить простую формулу расчёта ёмкости конденсаторов.
2. Величина ёмкости определяется перемножением напряжения двух электрических сигналов: напряжения токового трансформатора и напряжения измерителя разности фаз.
3. Операция перемножения реализуется аналоговой схемой на операционных усилителях.
4. Анализ погрешностей, обусловленных асимптотическими приближениями и ступенчатым включением конденсаторных батарей требует дальнейших исследований.

### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Электронный источник. – Режим доступа: [www.matic.ru](http://www.matic.ru), компания «Матик-электро», РФ.
2. Электронный источник. – Режим доступа: [www.epcos.com](http://www.epcos.com), компания EPCOS AG, Германия.
3. Электронный источник. – Режим доступа: [www.ensytech.com](http://www.ensytech.com), ООО «Энситех», РБ.
4. Ярошевич, А.В. Схема компенсации реактивной мощности в квартирных электрических сетях // Вестник Брестского государственного технического университета – Вып. 5(71): Физика, математика, информатика. – Брест: БрГТУ. – 2011. – С. 66–67.
5. Овсейчук, В. Компенсация реактивной мощности. К вопросу о технико-экономической целесообразности / В. Овсейчук, Г. Трофимов, А. Кац [и др.] // Новости электротехники. – № 4(52). – 2008.

Материал поступил в редакцию 30.01.14

### YARASHEVICH A.V. Choosing capacity to compensate inductive electric load on asymptotic formulas

Using asymptotic approximations of trigonometric functions in the formulas for calculating the compensating power allowed for a simple formula for calculating the capacity.

The capacitance value is determined by multiplying the voltage of the two electrical signals: the voltage of the current transformer and the voltage of the phase difference meter.

Multiplication operation is implemented on analog circuit operational amplifiers.

Analysis of errors due to the asymptotic approximations and stepwise switching capacitor banks, requires further research.

УДК 004.3

Ширмовская Н.Г.

## СПЕЦПРОЦЕССОРНОЕ СРЕДСТВО ДИАГНОСТИКИ ПРЕДАВАРИЙНЫХ И АВАРИЙНЫХ СОСТОЯНИЙ ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ

**Введение.** Компьютерные системы и сети широко внедряются во все сферы общества. Важным при этом является создание проблемно-ориентированных и специализированных распределенных компьютерных систем для различных объектов и отраслей промышленности. Актуальной проблемой для систем данного класса является оперативное диагностирование технологических объектов, которые характери-

зуются различными видами нестационарности, многопараметричностью, экологической опасностью, взрывоопасностью и др. Особенно важной задачей является прогнозирование и диагностирование предаварийных и аварийных состояний объектов управления.

Решение подобных задач базируется на основе широкого класса методов, реализуемых на основе информационных моделей, стати-

Ширмовская Надежда Геннадьевна, кандидат технических наук Ивано-Франковского национального университета нефти и газа. Украина, 76019, г. Ивано-Франковск, ул. Карпатская, 15, e-mail: [nadjusha3@ua.ru](mailto:nadjusha3@ua.ru)

стического, корреляционного, спектрального и энтропийного анализа. Перспективными являются также методы диагностики состояний объектов на основе логико-статистических и кластерных информационных моделей. Основным преимуществом таких методов является совершенствование и расширение функциональных возможностей информационных средств диагностики отклонений состояний объектов от нормы, особенно контроля отклонений по амплитуде, оперативного контроля отклонения по динамике, фазе, спектра и изменении интегральных корреляционных характеристик на основе глобальной дисперсии или энтропии. В то же время существующие методы, как правило, ориентированы на диагностирование состояний объектов, которые описываются стационарными процессами. Это существенно сужает сферу применения современных средств программно-аппаратного обеспечения распределенных компьютерных систем.

Исходя из вышесказанного, актуальной является научно-техническая задача, направленная на совершенствование и повышение эффективности методов диагностики состояний квазистационарных объектов, а также разработка соответствующих спецпроцессорных средств.

**1. Анализ существующих технологий и методов диагностики объектов управления.** Мировой опыт реализации и применения систем компьютерного диагностирования технологических объектов показывает, что системы такого класса, как правило, являются проблемно-ориентированные, а в отдельных случаях специализированными компьютерными системами [1]. С целью обобщения опыта эксплуатации таких систем целесообразно их систематизировать по следующим признакам:

- 1) системы диагностирования компьютерных систем и их компонентов [1, 2];
- 2) диагностирования эффективности движения структурированных данных в распределенных компьютерных системах (РКС) на основе технологии построения матричных моделей и эпюр движения данных;
- 3) системы вибродиагностики [3, 4];
- 4) системы диагностирования объектов нефтегазового комплекса [5];
- 5) системы контроля и управления технологическими процессами на атомных электростанциях [6];
- 6) другие системы диагностирования [8, 9].

Основными принципами моделирования микропроцессорных устройств и систем как объектов диагностирования являются: многоуровневое моделирование микропроцессорных устройств; синтез математической модели микропроцессорных устройств или цифровых устройств с их фрагментами, которые можно подавать на различных иерархических уровнях; описание компонентов повышенной степени интеграции покомпонентно-структурными моделями на этапах производства и эксплуатации.

Важным классификационным признаком таких систем является использование определенной информационной технологии для реализации алгоритмов и средств диагностирования, к которым относятся:

1. Статистический анализ на основе вычисления математического ожидания, дисперсии и корреляционного анализа.
2. Методы диагностики на основе Хемминговых моделей.
3. Диагностика на основе спектральных моделей в базисе Фурье и других теоретико-числовых базисов (ТЧБ).
4. Диагностика на основе энтропийных моделей.
5. Методы и средства диагностики компонентов КС на основе нейронных сетей и соответствующих экспертных систем.
6. Информационные технологии диагностирования отклонений состояний объектов от нормы на основе логико-статистических информационных моделей (ЛСИМ).
7. Диагностика на основе кластерных моделей [7, 12–14].

Под диагностированием в радиоэлектронике и в вычислительной технике понимают процедуру локализации неисправностей объекта диагностирования (ОД) [2, 3]. Выделяют несколько видов диагностики (контроля):

1. Рабочее техническое диагностирование. Его суть заключается в подаче на объект рабочих воздействий.
2. Тестовое техническое диагностирование. На объект подают тестовые воздействия.
3. Экспресс-диагностика. Проводят при ограниченном количестве параметров в течение заранее установленного времени.
4. Оперативное тестовое диагностирование. Поступление информации о техническом состоянии объекта по заранее спланированной стратегии в процессе функционирования объекта.
5. Непрерывное техническое диагностирование. Поступление информации о техническом состоянии объекта происходит непрерывно.
6. Периодическое техническое диагностирование поступления информации о техническом состоянии объекта происходит через установленные интервалы времени.
7. Самодиагностика. Осуществляется с помощью встроенных средств диагностирования.

Кроме того, средства диагностирования разделяют на следующие виды:

1. Компьютеризированное средство технического диагностирования, функционирующее без участия оператора.
2. Автоматизированное средство технического диагностирования, функционирующее с частичным участием оператора и РКС.
3. Встроенное средство технического диагностирования, которое является составной частью объекта.
4. Наружное средство технического диагностирования - конструктивно обособленное от объекта.
5. Бортовое средство технического диагностирования как самостоятельное изделие входит в состав бортового летательного или иного подвижного аппарата.
6. Наземное средство технического диагностирования входит в состав наземного оборудования.
7. Специализированное средство технического диагностирования, предназначенное для диагностирования одного объекта или группы однотипных объектов.

Проведенный анализ показал, что в известных средствах слабо отражаются особенности решения задач для диагностики квазистационарных объектов управления (ОУ), не показаны способы адаптации для квазистационарных ОУ, не отражены условия применения корреляционных и аналитических исследований, что требует углубления теоретических и экспериментальных исследований квазистационарных ОУ, особенно в предаварийных и аварийных ситуациях.

По уровню решаемых задач и конструктивному исполнению выделяют три группы средств [6].

1. Портативные приборы. Предназначены для контроля одного или нескольких диагностических параметров: температуры, параметров вибрации, частоты вращения, тока, напряжения и т.д.
2. Анализаторы – позволяют выполнить детальный анализ диагностических параметров (спектра, вибрации, тепловизоры).
3. Встроенные системы технического диагностирования осуществляют непрерывный контроль за состоянием оборудования в реальном масштабе времени. Основные направления развития: контроль одного параметра; использование персональных компьютеров при обработке однотипной информации; блочный принцип построения; универсальность.

Система АТОС-Б позволяет решить широкий класс задач на низовых уровнях РКС бурения (рис. 1) [10]. Ее основные функции: рациональный отбор и компактное кодирования сообщений на буровой установке (БУ); эффективное отражение состояния объекта; накопления информации на магнитном носителе; ввод структурированных данных суточного рапорта бурового мастера (СРБМ); первичная фильтрация и обработка данных; помехоустойчивая передача сообщений по каналам связи; работа с удаленным компьютером в реальном масштабе времени.

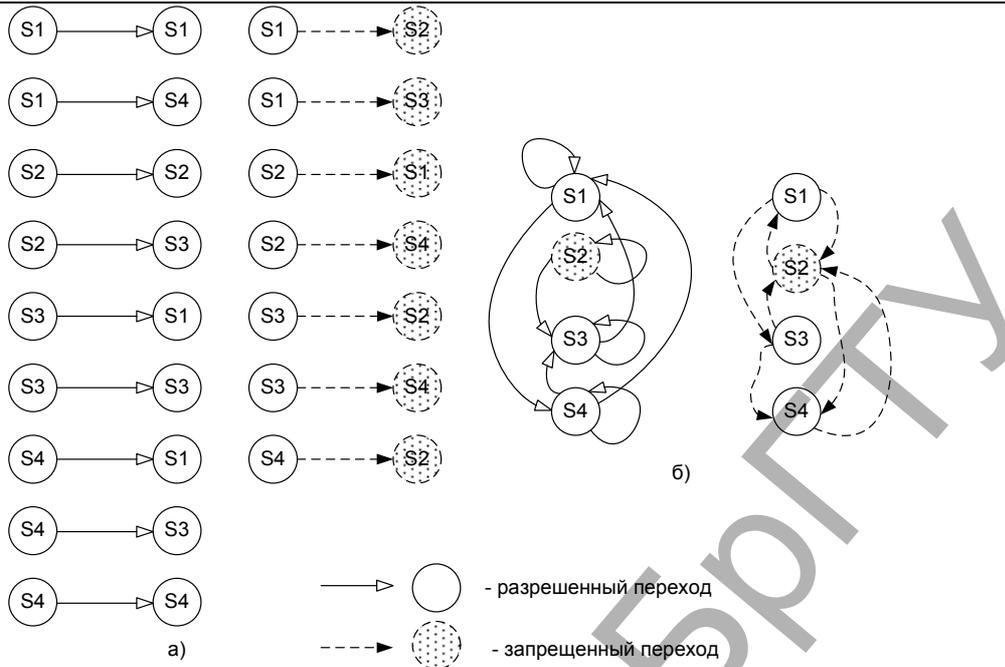


Рис. 2. Табличная (а) и графовая (б) кластерные модели

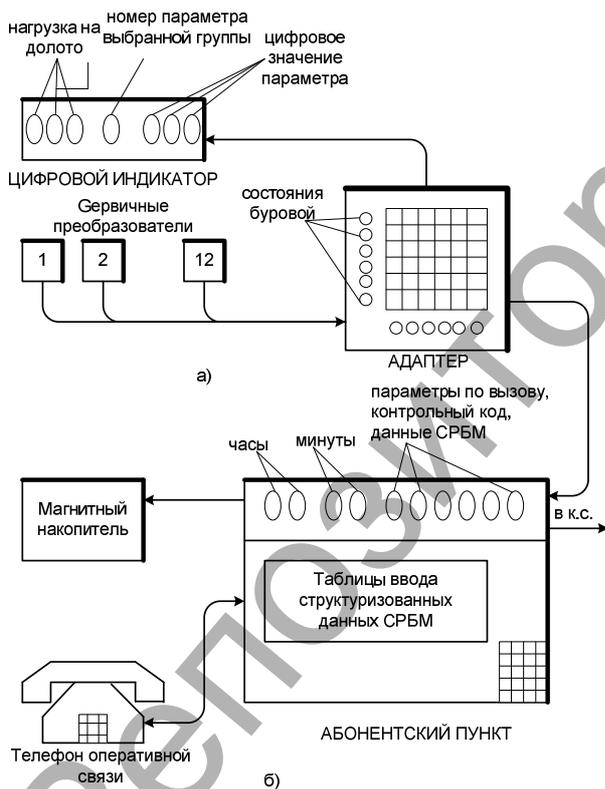


Рис. 1. Схема системы АТОС-В

Анализ функций структурных компонентов существующих систем компьютеризированного диагностирования, которые применяются в различных отраслях промышленности, показал, что системы такого класса, помимо типичных функций универсальных информационно-измерительных систем, выполняют следующие функции:

1. Сбор и регистрация диагностической информации с мобильных и стационарных систем.
2. Разработка и спектральный анализ систем диагностирования.

3. Контроль параметров, прогнозирования и построение трендов сигналов.
4. Идентификация аварийных состояний ОУ на основе ЛСИМ, которые выполняют контроль отклонения по амплитуде.
5. Управление порогом опорных предельных значений нормы предельных сигналов, соответствующих нормам состояний ОУ.

В то же время теоретическая база используемых алгоритмов и их адаптация к системным характеристикам технологических ОУ является недостаточной. Особенно это касается случаев исследования ОУ, характеризующиеся квазистационарными характеристиками.

На основе проведенного анализа системных характеристик и методов идентификации аварийных состояний ОУ установлено, что существующие средства характеризуются следующими функциональными ограничениями:

1. Анализ аварийности состояния идентифицируется в конкретный дискретный момент времени, в соответствии с отклонением от нормы по амплитуде предыдущих состояний, согласно теории Марковских процессов.
2. Не учтена динамика скользящих корреляционных характеристик технологических параметров ОУ в предыдущих состояниях.
3. Отсутствует дифференциация предаварийных и аварийных состояний в кластерных моделях матричного типа.

Это обусловлено низкими информативными характеристиками существующих средств, в которых не используются возможности процессорной обработки статистических характеристик, и возможности построения кластерных и логико-статистических информационных моделей.

**2. Метод совершенствования средств диагностирования на основе логико-статистических и кластерных информационных моделей.** Автором предложено осуществлять контроль состояний квазистационарного объекта на основе матрицы вероятности кластерной модели, построенной по вероятности матрицы переходов объекта из одного состояния в другое, путем сравнения идентификационных состояний с тем, который фактически состоялся. Данный подход целесообразно реализовать в рамках спецпроцессора для контроля работы технологического объекта. Известные процессоры такого класса характеризуются ограниченными функциональными свойствами, поскольку они позволяют определить только состояния нормы и аварии объекта контроля. Кроме того, входной блок оценки состояния объекта контроля не определяет матрицу вероятностей перехода объекта из одного состояния в другое.

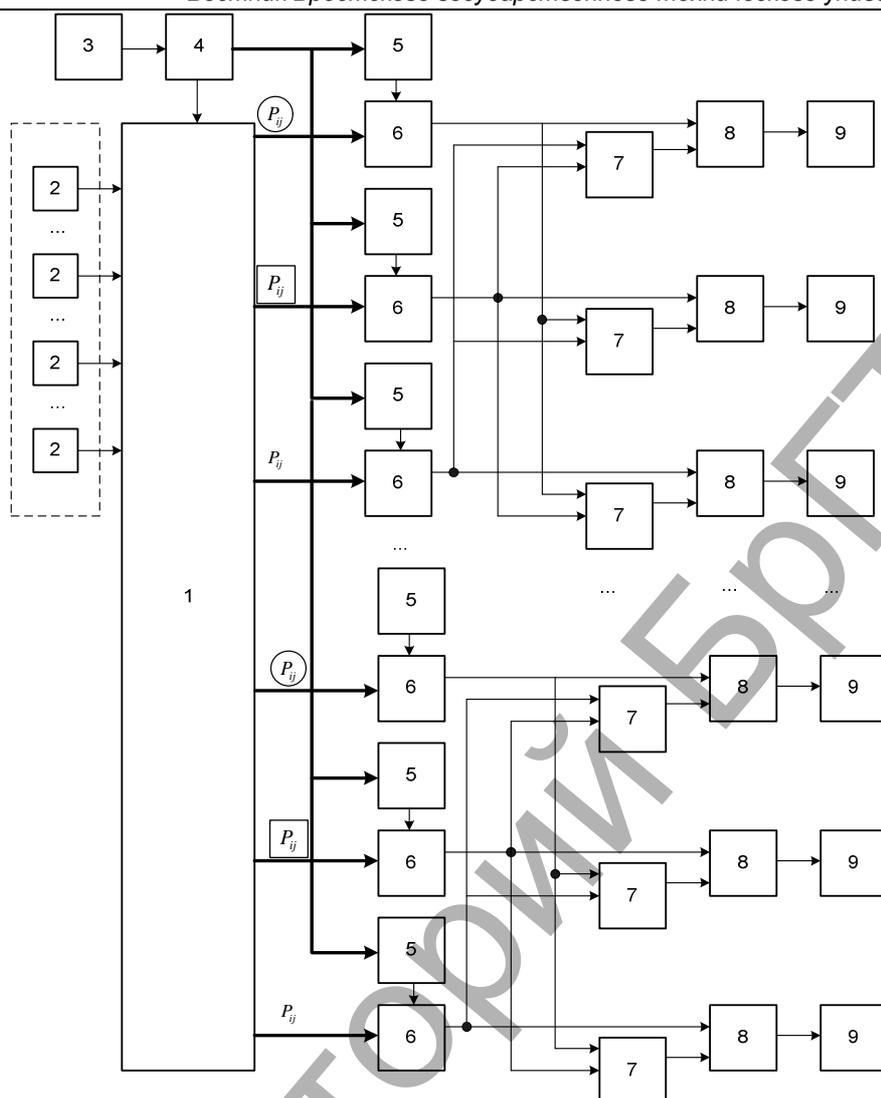


Рис. 3. Структурная схема спецпроцессора для контроля работы технологического объекта

Информационная технология построения кластерных моделей [12–14] квазистационарных ОУ базируется на теории построения производительных моделей представления знаний [1] многоканальных объектов, которые могут характеризоваться квазистационарными свойствами. При этом матрица  $P_{ij}$  вероятности перехода ОУ с  $i$ -го состояния в  $j$ -ый имеет вид:

$$\begin{pmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1j} & \dots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2j} & \dots & P_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{i1} & P_{i2} & \dots & P_{ij} & \dots & P_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{m1} & P_{m2} & \dots & P_{mj} & \dots & P_{mn} \end{pmatrix}, \quad (1)$$

где  $P_{ij}$  – вероятность перехода объекта из  $i$ -го состояния в  $j$ -ое.

На практике значения  $P_{ij}$  классифицируются на разрешенные и запрещенные, т.е.:

$$\begin{aligned} P_{ij} < \alpha & \text{ – "норма"} \\ P_{ij} \geq \alpha & \text{ – "ненорма"} \end{aligned}$$

Например, имеем следующую матрицу  $P_{ij}$  для  $n = 4$ ;  $\alpha = 0,7$ :

$$\begin{pmatrix} 0.8 & 0.4 & 0.2 & 0.7 \\ 0.1 & 0.9 & 0.6 & 0.4 \\ 1.0 & 0.3 & 0.7 & 0.1 \\ 0.8 & 0.2 & 0.9 & 0.5 \end{pmatrix}$$

где  $P_{ij}$  – соответствует регламентному переходу объекта из одного состояния в другое.

Кластеризованная матрица  $P_{ij}$  является основой для построения двух типов кластерных моделей:

- 1) табличная кластерная модель (рис. 2(а));
- 2) графовая кластерная модель (рис. 2(б)).

Автором предложен метод совершенствования и расширения функциональных возможностей систем диагностирования, основанный на теории логико-статистических и кластерных информационных моделей [1, 12–14]. Метод реализован в рамках многоканального устройства для контроля работы технологического объекта. При этом одновременно сравниваются коды реальной вероятности перехода объекта из  $i$ -го в  $j$ -ое состояние с эталонными кодами переходов состояний "норма", "прогноз аварии" и "авария" на основе блока оценки вероятностей подобного перехода и используется трехуровневая кластерная модель согласно матрице вероятностей (1) [11]

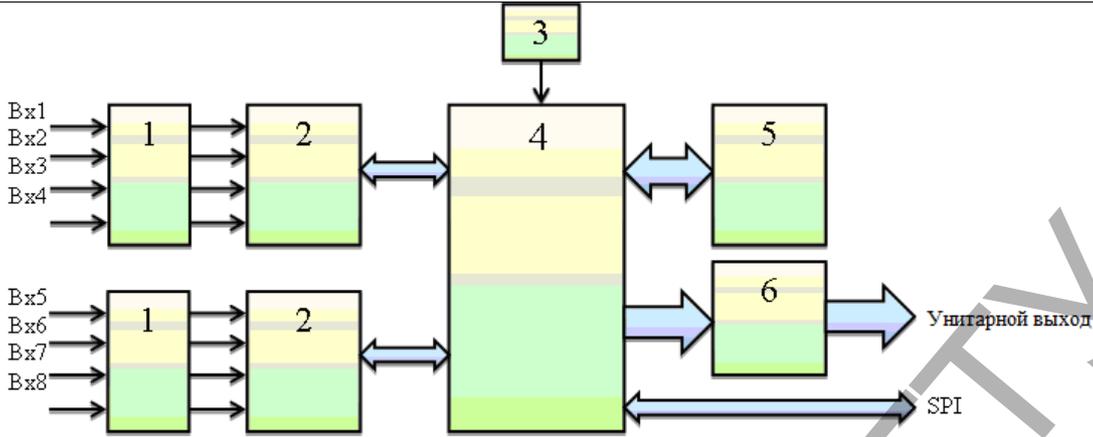


Рис. 4. Структурная схема процессора контроля работы технологического объекта

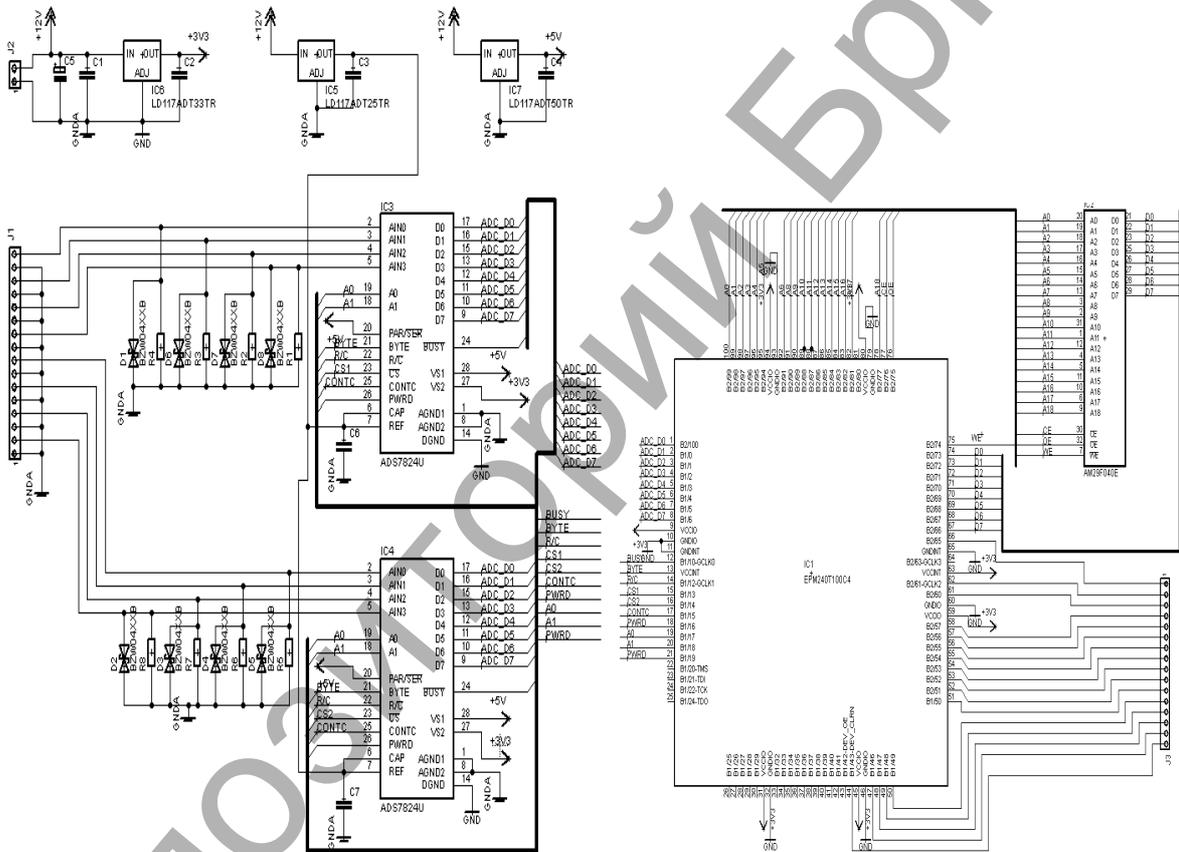
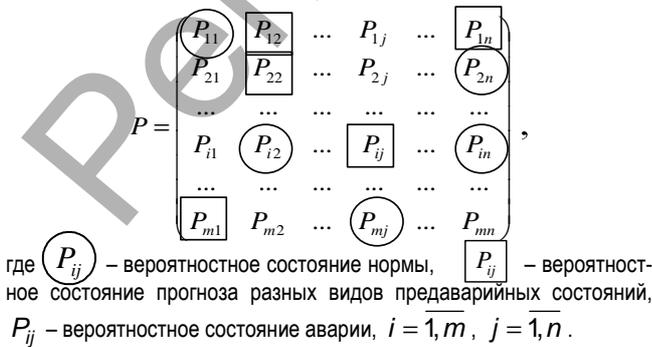


Рис. 5. Принципиальная схема процессора контроля работы технологического объекта.



В постоянном запоминающем устройстве 5 спецпроцессора для контроля работы технологического объекта (рис. 3) записываются соответствующие эталонные коды классифицированных вероятност-

стей перехода объекта из  $i$ -го в  $j$ -ое состояние, которые вычисляются с помощью формулы:

$$S_i \rightarrow S_j \Rightarrow P_{ij} = \frac{N(S_i \rightarrow S_j)}{N_0},$$

где  $S_j$  – число классифицированных реальных переходов объекта с  $i$ -го состояния в  $j$ -ое,  $N_0$  – общее возможное число на интервале времени наблюдений

Структурные компоненты спецпроцессора: 1 – блок оценки состояния объекта контроля, 2 – объект контроля (технологический параметр многоканального объекта), 3 – генератор импульсов, 4 – двоичный счетчик, 5 – постоянное запоминающее устройство, 6 – схема сравнения, 7 – логический элемент ИЛИ, 8 – RS триггер, 9 – индикатор состояния. Процессор работает следующим образом. Блок оценки состояния объекта контроля 1 в соответствии с про-

граммой технологического объекта выполняет идентификацию состояний объектов контроля 2. Результатом обработки поступающей информации является последовательности кодов наблюдаемых вероятных переходов объектов с  $i$ -го в  $j$ -ое состояние, поступающих на схемы сравнения 6. Цикл работы устройства определяется частотой генератора 3 и емкостью двоичного счетчика 4, первый выход которого синхронизирует временную периодичность работы блока оценки состояния объекта контроля 1, а вторые выходы циклически переадресовывают ячейки памяти постоянных запоминающих устройств 5, при этом в схемах сравнения 6 происходит сравнение эталонных кодов вероятностей переходов с  $i$ -ых состояний в  $j$ -ые диагностические состояния объекта контроля с реально наблюдаемыми. В результате на выходе одной из схем сравнения 6 формируется импульс идентификации  $P_{ij}$  перехода, который устанавливает соответствующий  $n$ -ый  $RS$ -триггер 8 в единичное состояние и одновременно сбрасывает в нулевое состояние все остальные триггеры 8 через логические элементы ИЛИ 7. Состояние соответствующего  $n$ -го  $RS$ -триггера 8 подается на соответствующий индикатор 9.

**3. Техническая реализация разработанного спецпроцессора для контроля работы технологического объекта.** При проектировании процессора на модулях ПЛИС задаются необходимые характеристики: количество входных каналов – 8; разрядность каналов – 8 бит; количество выходных каналов  $8 * 3$ ; частота дискретизации (по каждому каналу) – 100 кГц.

Учитывая, что каждое полученное значение необходимо обрабатывать с учетом предыдущего, скорость обработки данных должна составлять  $12,8 \cdot 10^6$  бит/с. Это подтверждает целесообразность реализации данного устройства с использованием ПЛИС (рис. 4).

На данной схеме (см. рис. 4) обозначены: 3 – генератор тактовых импульсов; 6 – блок индикаторов. Блок согласования входных сигналов (1) преобразует значения входных сигналов сенсоров (ток 0-20мА) в значения, необходимые для АЦП (2) (напряжение 0-2,5В), а также защищает входы АЦП (2). В качестве АЦП (2) используется два 4-х канальные 12-ти разрядные АЦП фирмы Texas Instruments типа ADS7824U с производительностью 1000000 выборок в секунду и параллельным интерфейсом, а качестве ПЛИС (4) – ПЛИС фирмы Altera семейства Max II типа EPM240T100C5N, содержащая 240 логических блоков. В качестве ПЗУ (5) используется флеш память с параллельным интерфейсом емкостью 1Мб фирмы AMD типа AM29F040E с максимальным временем доступа 90нс. Для информирования о состоянии работы системы предусмотрены световые индикаторы (6), выходы в унитарном коде и SPI выход.

На рис. 5 изображена принципиальная схема процессора, а на рис. 6 – внешний вид модуля ПЛИС спецпроцессора диагностирования предаварийных и аварийных состояний.



Рис. 6. Модуль ПЛИС спецпроцессора диагностирования предаварийных и аварийных состояний

Оценены характеристики расширенных функциональных возможностей предложенного спецпроцессора диагностирования предаварийных и аварийных состояний квазистационарных объектов по сравнению с существующими средствами на основе критерия

$$K_e = \frac{k_1 + k_2 + k_3 + k_4 + k_5}{t_{cc} \cdot t_a}$$

где  $k_1$  – наличие операции контроля отклонения от нормы по амплитуде,  $k_2$  – наличие операции использования корреляционных функций в предыдущих состояниях,  $k_3$  – наличие операции учета квазистационарности,  $k_4$  – дифференциация кластерной модели, идентифицирует предаварийные и аварийные состояния,  $k_5$  – коэффициент уменьшения объемов идентификации данных в кодах Галуа,  $t_{cp}$  – время, при обнаружении аварии спецпроцессоров,  $t_{cc}$  – время, при обнаружении аварии системным сервером.

Для оценки и расчета эффективности предложенного спецпроцессора диагностирования предаварийных и аварийных состояний квазистационарных ОУ используется аддитивно относительный критерий на основе экспертных оценок:

$$\eta_e = \frac{K_e^*}{K_e}, K_e^* = \frac{\sum_{i=1}^n k_i}{t_{cp}}, K_e = \frac{k_1}{t_{cc}}$$

где  $K_e$ ,  $K_e^*$ ,  $\eta_e$  – экспертные коэффициенты, соответственно, существующей, предложенной и относительной информативности методов диагностики квазистационарных ОУ.

В таблице 1 приведены характеристики экспертных оценок критерия эффективности.

Расчет времени обнаружения аварии системным сервером осуществляется в соответствии с выражениями:

$$t_{cc} = t_{АЦП} + t_{СПД} + t_{ЛСИМ-1} + t_{\Gamma} + t_{\kappa};$$

$$t_{cp} = t_{АЦП} + t_{\kappa\Phi} + t_{\kappa\kappa},$$

где  $t_{АЦП}$  – время преобразования в АЦП,  $t_{СПД}$  – задержка сигналов в СПД,  $t_{ЛСИМ-1}$  – время программной реализации в ЛСИМ-1,  $t_{\Gamma}$  – время прерывания,  $t_{\kappa}$  – время передачи на контроллере,  $t_{\kappa\kappa}$  – расчете спецпроцессором коэффициента взаимокорреляции.

Стандартные интерфейсы на низовых уровнях компьютерных систем характеризуются следующими значениями: расстояние от контроллера низового сети системного сервера 1 км, скорость передачи информации 1 Мбит/с, разрядность АЦП 12 бит, время задержки 10 мс, программное время выполнения операции сравнения  $t_{ЛСИМ-1} = 2$  мс и  $t_{\Gamma} = t_{\kappa} = 10$  мс. С учетом этого суммарное время обнаружения и идентификации аварийного состояния объекта, соответственно, составит:

$$t_{cc} = 10\text{мс} + 10\text{мс} + 2\text{мс} + 10\text{мс} + 10\text{мс} = 42\text{мс};$$

$$t_{cp} = 10\text{мс} + 10\text{мс} + 2\text{мс} = 22\text{мс}.$$

**Заключение.** Таким образом, разработан спецпроцессор для контроля работы технологического процесса на основе предложенных кластерных моделей, который позволяет идентифицировать аварийные и предаварийные состояния, и повышает быстродействие диагностирования объекта. При этом быстродействие обнаружения и идентификации предаварийного или аварийного состояния объекта управления возрастет в 1,9 раза. При использовании других средств передачи данных со скоростью 10 Мбит/с быстродействие реакции компьютеризированной системы, оснащенной спецпроцессором диагностирования аварийных состояний квазистационарных объектов, соответственно возрастает в 1,5 раза.

Кроме того, расширены функциональные возможности устройства для контроля работы технологического объекта, с учетом его квазистационарных характеристик и индикацией состояний "норма", "предавараия" и "авария".

Таблица 1. Экспертные оценки

№п/п	Тип коэффициента эффективности	Содержание коэффициента	Аналитическое выражение
1	$k_1$	ЛСИМ-1	$L_1 = \begin{cases} 0, & X_i \in \varepsilon_1 \\ 1, & X_i \notin \varepsilon_1 \end{cases}$
2	$k_2$	Скользкие статистические характеристики	$M_j = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i+j} x_{i+j}, Cxx(j) = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i+j} (x_i - x_{i-j})^2$
3	$k_3$	Коэффициент служебных данных в кодах Галуа	$g_n G_{is} g_n G_{is} \dots \bar{g}_n G_{is} \bar{g}_n G_{is} \dots g_n \bar{G}_{is} S_0 g_n G_{is} g_n G_{is} \dots$
4	$k_4$	Коэффициент кластерной модели	$P = \begin{pmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1j} & \dots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2j} & \dots & P_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{i1} & P_{i2} & \dots & P_{ij} & \dots & P_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{m1} & P_{m2} & \dots & P_{mj} & \dots & P_{mn} \end{pmatrix}$
5	$k_5$	Коэффициент уменьшения избыточности	$S_0 \rightarrow \bar{g}_n G_{ks} \bar{g}_n G_{ks} \dots \bar{g}_n \bar{G}_{ks} S_0$ $g_n G_{is} g_n G_{is} \dots \rightarrow S_1 \rightarrow \bar{g}_n G_{is} \bar{g}_n G_{is} \dots g_n G_{is} S_0$ $g_n G_{is} \dots$

Разработанный спецпроцессор целесообразно использовать для диагностики состояний объектов нефтегазовой промышленности, характеризующихся квазистационарными характеристиками, например, промышленные установки бурения, товарно-сырьевые резервуарные парки нефти и нефтепродуктов, газокomppressorные станции и др.

тельная и вычислительная техника в технологических процессах. – Хмельницкий. – 2013. – №1(42). – С. 155-159.

**СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Николайчук, Я.М. Проектирование специализированных компьютерных систем: учебное пособие / Я.М. Николайчук, Н.Я. Возна, И.Р. Питух. – Тернополь: ООО «Терно-граф», 2010. – 392 с.
2. Локазюк, В.М. Контроль и диагностирование вычислительных устройств и систем: учебное пособие для вузов. – Хмельницкий: ТУП, 2001. – 242 с.
3. Замиховский, Л.М. Основы теории надежности и технической диагностики систем: учебное пособие / Л.М. Замиховский, В.П. Калявин. – Ивано-Франковск: Полумя, 2004. – 360 с.
4. Замиховский, Л.М. Проектирование систем диагностирования: учебное пособие / Л.М. Замиховский, В.П. Калявин. – Ивано-Франковск: Полумя, 2004. – 248 с.
5. Карпаш, О.М. Техническая диагностика бурового и нефтегазового оборудования: учебное пособие. – Ивано-Франковск: ИФНТУНГ, 2007. – 272 с.
6. Режим доступа: <http://www.diaprom.com> – официальный сайт компании Диапром.
7. Ширмовская, Н.Г. Компьютеризированная система диагностирования квазистационарных объектов на основе кластерных моделей // Н.Г. Ширмовская, Г.И. Левицкая, М.И. Гучий // Измери-

8. Режим доступа: <http://www.abb.com/> – официальный сайт компании ABB.
9. Режим доступа: <http://www.motorola.com/> – официальный сайт компании Motorola.
10. Николайчук, Я.М. Формализация процедуры ввода в ЭВМ суточного рапорта бурового мастера / Я.М. Николайчук, Б.В. Клим // Автоматизация и телемеханизация нефтяной промышленности. – №11. – 1981.
11. Пат. Украины №68874, МПК G06F 15/00, G05B 23/02. Устройство контроля работы технологического объекта / Я.М. Николайчук, Н.Г. Ширмовская, В.М. Гладюк; Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа. опубл. 10.04.2012, Бюл. №7.
12. Олдендерфер, М.С. Кластерный анализ / М.С. Олдендерфер, Р.К. Блэшфилд // Факторный, дискриминантный и кластерный анализ; пер. с англ.; под. ред. И.С. Енюкова. – М.: Финансы и статистика, 1989 – 215 с.
13. Fred, A. Combining multiple clusterings using evidence accumulation / A. Fred, A.K. Jain // IEEE Tran. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2005. – V. 27. – P. 835–850.
14. Hong, Y. To combine steady-state genetic algorithm and ensemble learning for data clustering / Y. Hong, S. Kwong // Pattern Recognition Letters, 2008. – V. 29 (9). – P. 1416–1423.

Материал поступил в редакцию 29.01.15

**SHYRMOVSKA N.G. Specialprocessor means of diagnostics of precritical and critical conditions of object of management**

Analysis of existing technologies and methods of diagnostics was made and they were classified by diagnostic identifiers and classes. Species and types of the diagnosis and diagnosis of multiprocessor systems were systemized. Method of improving and extending the functionality of diagnostic systems was proposed, based on the theory of logical and statistical information and cluster models. Structure and functions of designed special processor of controlling the technological process are described. Additive relative criterion based on expert assessments was computed. It's shown the performance of detection and identification of pre-emergency or emergency state of control object is increased in 1.9 times.