

не оправдывает себя и эффективнее использовать  $G$  прямых параллельных соединений «точка-точка» между источниками сообщений и абонентами. При произвольной адресации и условии  $G=Q$  КМ будет являться простым коммутатором одиночных сообщений.

Также, с учётом того, что компоновщик сообщений производит операции последовательно, организация параллельных входных и выходных каналов особенно оправданна, так как позволяет сократить время, затрачиваемое на обмен сообщениями, которое более существенно, чем время компоновки и коммутации.

Кроме того, следует отметить, что использование беспроводных каналов связи не приводит к принципиальным изменениям в архитектуре и организации функционирования коммуникационных модулей с точки зрения реализации их целевой функции, а лишь влияет на общую производительность.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Пьявченко О.Н.* Структурные особенности организации сбора и обработки информации датчиков в распределенных информационных микрокомпьютерных системах реального времени // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2012. – № 5 (130). – С. 12-20 с.
2. *Пьявченко О.Н.* Высокопроизводительные распределенные интеллектуальные микрокомпьютерные системы мониторинга сложных динамических объектов // Материалы 2-й Международной науч.-техн. конф. "Моделирование и компьютерная графика – 2007". Донецк, 10–12 октября 2007 г. – С. 127-135.
3. *Пьявченко О.Н.* Организация синхронно-асинхронного решения задач сбора и обработки информации датчиков в интеллектуальных микропроцессорных модулях // Проблемы разработки перспективных микро- и наноэлектронных систем – 2012. Сборник трудов / Под общ. редакцией академика РАН А.Л. Стемпковского. – М.: ИПИМ РАН, 2012. – С. 680-683.
4. *Пьявченко О.Н.* Коммуникационные модули высокопроизводительных распределенных информационных микрокомпьютерных систем // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2013. – № 5 (142). – С. 8-13.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор А.М. Белевцев.

**Петров Назар Сергеевич** – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет»; e-mail: kafmps@tppark.ru; 347900, г. Таганрог, ул. Петровская, 81; тел.: 88634328058; кафедра микропроцессорных систем; аспирант.

**Petrov Nazar Sergeevich** – Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”; e-mail: kafmps@tppark.ru; 81, Petrovskaya street, Taganrog, 347900, Russia; phone: +78634328058; the department of microprocessor system; postgraduate student.

УДК 621.05.1

**О.Н. Пьявченко, Д.Е. Трегубов**

#### **МИКРОКОНТРОЛЛЕРНЫЙ КОММУНИКАЦИОННЫЙ МОДУЛЬ В РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЕ СБОРА И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ДАТЧИКОВ НА ОСНОВЕ ГИБРИДНЫХ ТОПОЛОГИЙ**

*Рассматриваются особенности построения и функционирования версий микроконтроллерного коммуникационного модуля, обеспечивающего прием сообщений по параллельным каналам сбора и предварительной обработки информации датчиков, формирования интегрального сообщения и передачи абонентам для последующей обработки. Перспективные конкурентоспособные микрокомпьютерные распределенные сети сбора и обра-*

*ботки информации датчиков (РС СОИД) создаются на основе гибридных топологий, среди которых можно выделить объединения звезд общей шиной, деревьев общей шиной и др. Для таких объединений характерны: информационная изолированность на границах соединений различных топологий; наличие специальных порталов для обмена информацией между компонентами РС с различными топологиями. Для создания порталов применяются различные коммуникационные устройства, обеспечивающие прием информационных потоков, их компоновку и передачу результатов в соседнюю топологическую зону.*

*Коммуникационный модуль; портал; гибридная топология.*

**O.N. Pyavchenko, D.E. Tregubov**

### **MICROCONTROLLER COMMUNICATION MODULE IN THE DISTIRBUTED INFORMATION SYSTEM FOR COLLECTING AND PROCESSING SENSOR DATA**

*This article shows the main features of developing and running of microcontroller communicating module, which performs receiving of the messages through parallel collecting and preprocessing sensor data channels and forming and sending an integral message to subscribers for further processing. Modern competitive distributed microcomputer systems are based on hybrid net topologies. Such topologies as trees connected into bus, stars into bus, etc. These topologies have common features: the information isolation on the boundaries between parts of net, that have different net topologies, special portals for information exchange between the components of distributed system. Portals are designed using different communication devices capable of receiving, packing and transferring information, to the next topological area.*

*Communicating module; portal; hybrid net topologies.*

Благодаря созданию новых композиционных материалов и достижениям микро- и нанотехнологий при автоматизации не только метровых, но и дециметровых, и сантиметровых сложных динамических объектов, находят все более широкое применение микроконтроллерные распределенные системы сбора и обработки информации датчиков (РС СОИД). Такие системы, как правило, строятся на основе общепринятых однородных сетевых топологий (общая шина/звезда/дерево и др.), выбор которых непосредственно влияет на основные технико-экономические характеристики изделий (производительность, габариты, живучесть, энергопотребление, стоимость и др.).

Рассмотрим особенности организации процессов сбора  $G$  сообщений и компоновки выходных сообщений в коммуникационном устройстве, формирующем интегральное выходное сообщение. Интегральное сообщение является пакетом  $G$  входных сообщений, расположение которых задается командами.

В простейшем случае  $Q$  поступивших параллельных входных сообщений компонуются в интегральное сообщение по порядку нумерации каналов, с которых они поступают.

Упрощенная структура микроконтроллерного коммуникационного модуля (МКМ) компоновки интегрального сообщения представлена на рис. 1. В микроконтроллерном коммуникационном модуле выделены три блока:

- ◆ блок секционированной памяти, основными компонентами которого являются  $G$  секций памяти, обеспечивающие прием, сохранение и выдачу на компоновку поступающих на входы  $V_{xg}$  сообщений  $C_g$  ( $g = \overline{1, G}$ );
- ◆ блок компоновки сообщений  $C_g$  ( $g = \overline{1, G}$ ) в интегрированное сообщение ИС с сохранением его в интегрированной памяти ИП;
- ◆ блок передатчика интегрального сообщения ИС на верхний уровень распределенной сети.

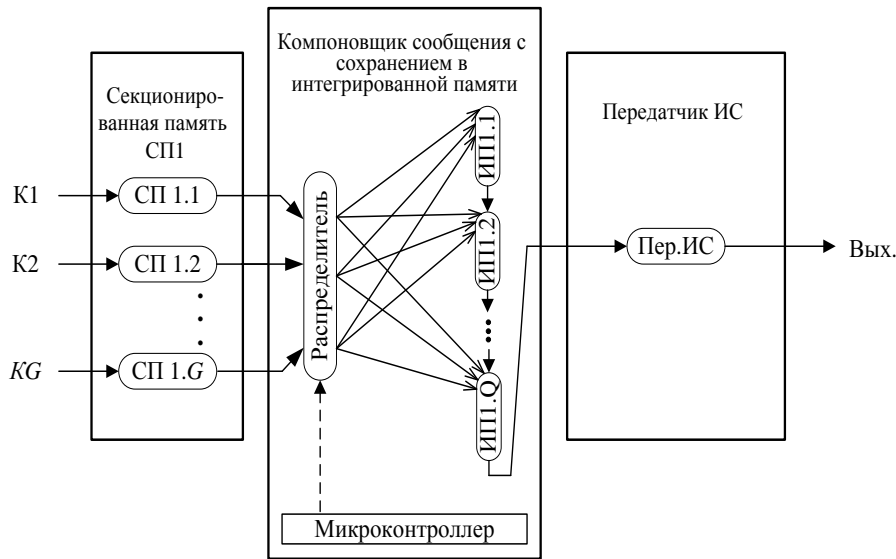


Рис. 1. Микроконтроллерный коммуникационный модуль компоновки и пересылки интегральных сообщений

На рисунке приведены:

СПС1.g ( $g = 1, 2, \dots, G$ ) – секции памяти для сохранения сообщений, поступающих с выходов каналов  $Kg$  ( $g = 1, 2, \dots, G$ );

ИПП.q ( $q = 1, 2, \dots, Q$ ) – интегрированная память сохранения интегрального сообщения;

Пер.ИС – передатчик интегрального сообщения.

Распределитель сообщений, управляющий командами программы микроконтроллера перезаписью сообщений С1.g из секций памяти СП1.g ( $g = 1, 2, \dots, G$ ) в секции интегральной памяти ИПП.q ( $q = 1, 2, \dots, Q$ ). Микроконтроллер сохраняет программу и формирует команды и сигналы управления компонентами МКМ.

При синтезе архитектуры были приняты решения, допускающие альтернативные схемотехнические решения. Например, интегрированная память ИП может быть размещена в блоке передатчика, а передатчик может тиражировать ИС  $Q > 1$  абонентам, также возможно обеспечение гибридной топологии звезда-шина за счет передачи интегрированного сообщения на шину. Однако такие модификации кардинально не влияют на функциональные характеристики модуля.

С выходов каналов  $K1, K2, \dots, KG$  сообщения  $C1, C2, \dots, CG$  независимо друг от друга поступают на входы микроконтроллерного коммуникационного модуля, где сохраняются в памяти СП1.g ( $g = 1, 2, \dots, G$ ), разделенной на  $G$  секций.

Момент завершения поступления и сохранения сообщений определяется по правилу конъюнкции:

$$F_e = e_1 \& e_2 \& e_3 \& \dots \& e_G,$$

где признаки наличия входных сообщений  $C1, C2, C3, \dots, CG$  в буферных регистрах:

$$e_g = \begin{cases} 1, & \text{когда } g \text{ сообщение имеется,} \\ 0, & \text{когда } g \text{ сообщение отсутствует.} \end{cases}$$

После окончания приема сообщений начинается формирование интегрального сообщения ИС. При этом из первой секции входной памяти выбирается сообщение  $C1$  и размещается в первой ячейке памяти интегрального сообщения. Затем выбирается сообщение  $C2$  и размещается во второй ячейке памяти. Действия про-

должаются до тех пор, пока не будет выбрано и размещено последнее сообщение СГ. После этого по реализованному коммуникационным модулем правилу интегральное сообщение выдается абоненту для дальнейшей обработки.

Алгоритм работы МКМ, формирующего и передающего интегральные сообщения имеет вид, представленный на рис. 2.

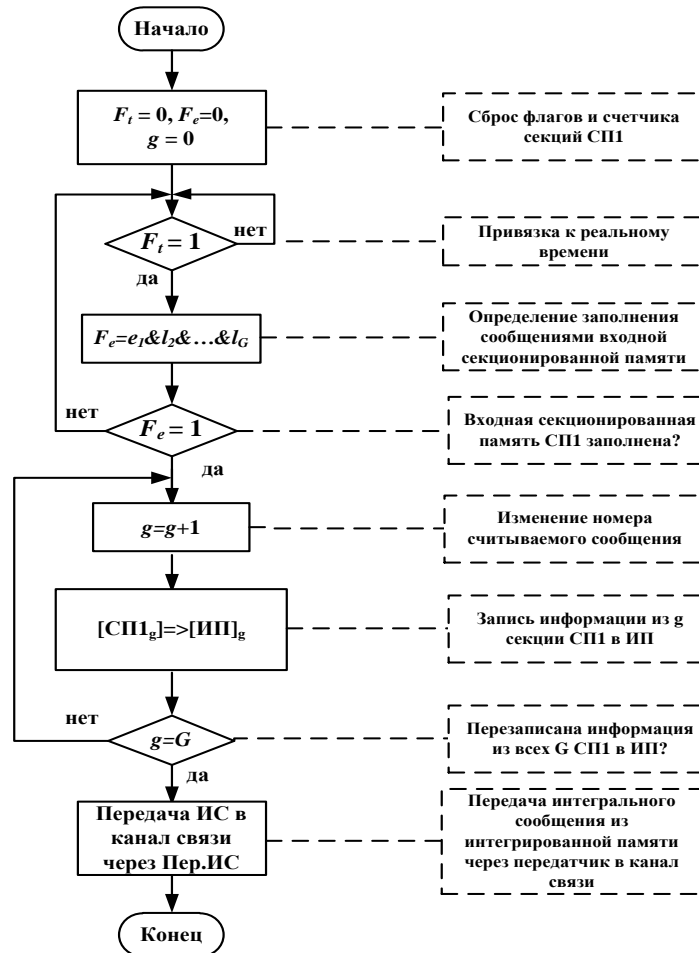


Рис. 2. Алгоритм работы ИМКМ компоновшего и передающего интегральное сообщение

В начале каждого шага работы сбрасываются в «0» флаг реального времени  $F_t$ , флаг признака заполнения всех буферных регистров  $F_e$  и счетчик номеров сообщений  $g$ . Затем функционирование МКМ привязывается к реальному времени  $t$ , отсчитываемому в службе времени в требуемых единицах.

Сообщения поступают в секции памяти СП1. $g$  ( $g = \overline{1, G}$ ) независимо друг от друга. При поступлении на временное сохранение всех сообщений устанавливается флаг  $F_e = 1$  и МКМ приступает к компоновке интегрального сообщения ИС.

В счетчике номеров сообщений устанавливается «1». В первый сектор ИП заносится сообщение из СП1.1. Содержимое счетчика  $g$  проверяется на равенство  $G$ , так как  $g \neq G$  содержимое счетчика  $g$  наращивается на единицу ( $g=1+1=2$ ).

По этому адресу сообщение СП1.2 переносится во второй сектор ИП. Затем вновь проверяется условие  $g = G$ . При невыполнении его осуществляется наращивание адреса  $g=g+1$  и перезапись информации из секции СП1.3 памяти СП1 в 3 сектор интегрированной памяти ИП и т.д.

Процесс продолжается до тех пор, пока все сообщения из секционированной памяти не будут собраны в интегрированную память ИП. При установлении равенства  $g = G$  процесс формирования интегрального сообщения прекращается. Интегральное сообщение готово к передаче в сеть через передатчик (интерфейс) Пер.ИС. Сетевой обмен производится по правилам, установленным на этапе разработки архитектуры РС СОИД.

При правильном порядке компоновки интегрального сообщения, выдаваемым программой микроконтроллера, усложняется схема распределителя (рис. 1) и алгоритм работы МКМ. Однако затраты времени на прием поступающих по  $G$  каналам сообщений, формирование интегрального сообщения и передачу его на выход МКМ остаются практически неизменными и составляют:

$$T = (1 + \alpha)T_c + 2GT_c \approx (1 + 2G)T_c,$$

где  $\alpha$  – коэффициент, учитывающий разброс во времени приема и поступающий по каналам сообщений,  $T_c$  – время записи/считывания сообщения в секцию памяти.

В заключении отметим, что представленная архитектура является одной из версий, представляющих практический интерес. Возможны разработки модификаций, отличающихся производительностью и аппаратурной сложностью.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Пьявченко О.Н.* Распределенные системы сбора и обработки информации датчиков динамических объектов // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2011. – № 5 (118). – С. 9-15.
2. *Пьявченко О.Н.* Структурные особенности организации сбора и обработки информации датчиков в распределенных информационных микроконтроллерных системах реального времени // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2012. – № 5 (130). – С. 12-20.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор А.М. Белевцев.

**Пьявченко Олег Николаевич** – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет»; e-mail: kafmps@ttpark.ru; 347900, г. Таганрог, ул. Петровская, 81; тел.: 88634328052; кафедра микропроцессорных систем; зав. кафедрой; д.т.н.; профессор.

**Трегубов Дмитрий Евгеньевич** – e-mail: dmitry.tregubow@yandex.ru; тел.: 89286269490; кафедра микропроцессорных систем; магистрант.

**Pyavchenko Oleg Nikolaevich** – Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”; e-mail: kafmps@ttpark.ru; 81, Petrovskaya street, Taganrog, 347900, Russia; phone: +78634328052; the department of microprocessor systems; head of department; dr. of eng. sc.; professor.

**Tregubow Dmitry Evgenevich** – e-mail: dmitry.tregubow@yandex.ru; phone: +79286269490; the department of microprocessor systems; graduate student.