

ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ МИКРОКОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СЛОЖНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

О.Н.Пьявченко

Технологический институт федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге, кафедра микропроцессорных систем

В работе предлагается при создании перспективных распределенных интеллектуальных микрокомпьютерных систем мониторинга разнесенных в пространстве быстродействующих сложных динамических объектов (процессов) выбирать наиболее подходящее среди возможных разнообразных архитектурных решений.

В техногенном обществе по мере развития информационно-технологической революции возрастает роль микрокомпьютерных систем мониторинга, обеспечивающих управление и безопасность функционирования различных сложных динамических объектов во всех сферах человеческой деятельности. При этом при наличии прогресса в области нанотехнологий открываются, действительно, безграничные возможности для создания и применения систем мониторинга с различными архитектурой и техническими характеристиками.

Цель настоящей работы – обратить внимание на возможность использования многообразных архитектурных решений при создании перспективных распределенных интеллектуальных микрокомпьютерных систем (РИМКС) мониторинга разнесенных в пространстве быстродействующих сложных динамических объектов (процессов).

РИМКС мониторинга представляет собой построенную на основе микропроцессоров и микроконтроллеров совокупность программно-аппаратных компьютерных средств, целевой функцией которой является представление пользователю и/или в информационную систему более высокого уровня информации о состоянии наблюдаемого (контролируемого) объекта, полученной в результате сбора и интеллектуальной обработки сигналов датчиков [1,2,3].

При этом **РИМКС мониторинга** принимает информацию от датчиков объекта (процесса), представляет ее в форме удобной для хра-

нения и обработки, обрабатывает по заданным алгоритмам, оценивает состояние объекта, выдает результаты на устройства отображения и посылает их в коммуникационные каналы.

Информация о состоянии наблюдаемого объекта формируется в виде информационного объекта. В состав информационного объекта могут включаться:

- 1) массивы цифровых значений переменных и параметров;
- 2) описания состояний контролируемых переменных и параметров;
- 3) граничные условия изменения переменных состояния;
- 4) заложенные при проектировании формы отображения состояний объекта и его переменных;
- 5) звуковые, световые и др. сигналы, которые должны формироваться при переходе состояния объекта или его переменной в соответствующую область;
- 6) рекомендации оператору, регламентирующие его действия и т.д.

В зависимости от габаритов и расположения в пространстве различают распределенные и локальные объекты наблюдения.

Распределенный в пространстве объект наблюдения состоит из локальных объектов (ЛО). Состояния распределенного объекта характеризуются информационными объектами ЛО, которые формируются локальными информационными микрокомпьютерными системами (*ЛИМКС*) [4].

Функциональные особенности *РИМКС мониторинга*:

- 1) наличие большого числа удаленных на различные расстояния (от дециметров до километров) от центра обработки информации источников неоднородных аналоговых, цифровых и частотных сигналов;
- 2) решение совокупности взаимосвязанных задач первичной и вторичной обработки сигналов;
- 3) необходимость сбора и обработки значительных объемов информации в высоком темпе (в режиме "жесткого") реального времени;
- 4) обеспечение высокой достоверности и надежности собранных и обработанных данных;
- 5) оценки состояний как непосредственно измеряемых, так и вычисляемых переменных.

Соответственно в основу построения архитектуры *РИМКС мониторинга* могут быть положены следующие принципы:

- 1) распределение средств обработки информации в соответствии с особенностями топологии и функционирования объекта наблюдения;
- 2) приближение обработки информации к местам считывания сигналов с объекта;
- 3) цифровая обработка данных и сетевой обмен результатами обработки;
- 4) способность воспринимать множество различных сигналов;
- 5) разнородность средств обработки информации;
- 6) иерархическая структура организации средств обработки данных;
- 7) синхронное пошаговое считывание и обработка показаний датчиков.

Очевидно, что на базе этих принципов можно синтезировать множество архитектурных решений.

В качестве примера рассмотрим техническую (технологическую) распределенную интеллектуальную микрокомпьютерную систему мониторинга реализованную в виде трехуровневой иерархии компьютерных средств (рис.1), которые объединяются в систему благодаря специализированному программному обеспечению, цифровым промышленным сетям (ЦПС) и локальным сетям (ЛС) [2,5,6].

Распределенные вычисления и интеллектуальная обработка информации реализуются на всех уровнях системы. На каждом уровне компьютерные средства работают параллельно.

На нижнем уровне рядом с объектом располагаются локальные информационные микрокомпьютерные системы (ЛИМКС), которые содержат интеллектуальные микропроцессорные модули ИММ [7], обеспеченные аналоговыми и цифровыми интерфейсами (АЦИ) для связи с датчиками (Д) локального объекта (ЛО). В ИММ сигналы датчиков после аналоговой обработки оцифровываются и преобразуются в значения локальных переменных, характер изменения которых оценивается и прогнозируется.

Информация о текущих и прогнозируемых значениях и состояниях переменных через ЦПС передается на средний уровень **РИМКС мониторинга**. На среднем уровне эта информация используется в промышленных функциональных компьютерах (ПФК) для оценок и прогнозов состояний локальных объектов. Наряду с этим ПФК синхронизируют работу ЛИМКС и управляют сбором информации с них.



Рис. 1. Обобщенная архитектура технической (технологической) распределенной интеллектуальной микрокомпьютерной системы мониторинга

На верхнем уровне **РИМКС мониторинга** располагаются АРМ операторов, которые строятся на основе персональных компьютеров (ПК) общего и промышленного назначения. На АРМ операторов реа-

лизуются интеллектуальные алгоритмы оценки состояния распределенного объекта и его системы компонентов (групп сильно связанных локальных объектов). При этом результаты анализа представляются в удобной для восприятия и хранения форме, используя банки данных, знаний и специальное программное обеспечение. АРМ соединяются между собой и с промышленными функциональными компьютерами локальной сетью, например сетью Ethernet [8].

Кроме того, при помощи АРМ оператором задаются и управляются общесистемные режимы работы *РИМКС мониторинга*.

В *РИМКС мониторинга* логические потоки данных представляются 5-ю направлениями:

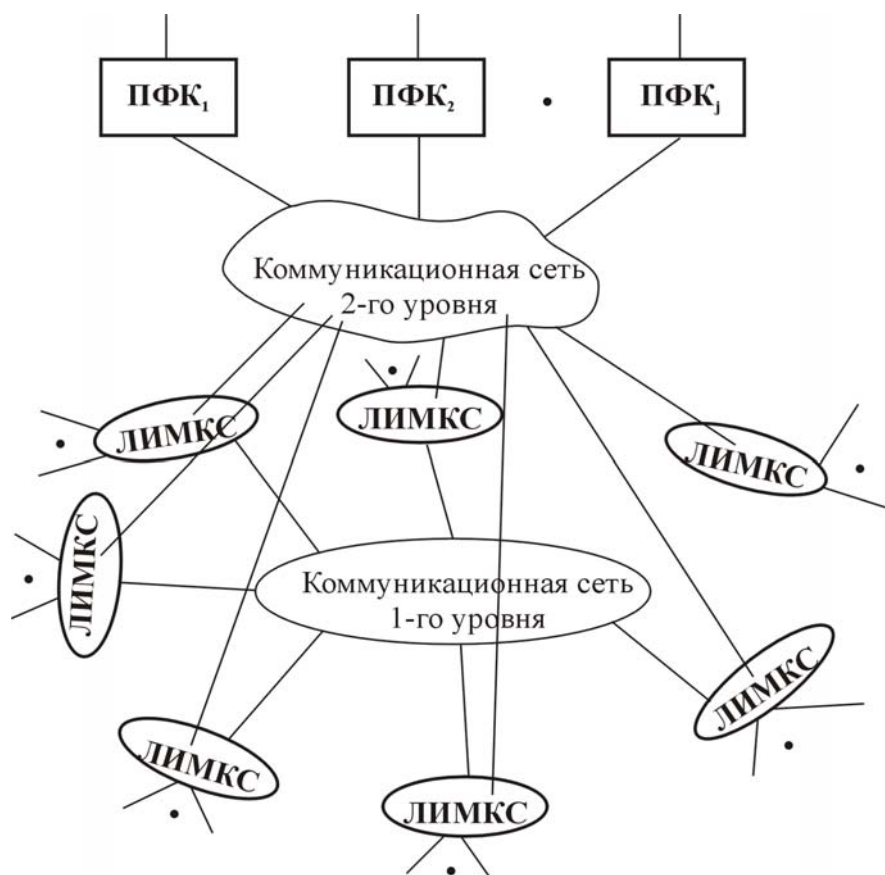
- потоки ввода и обработки сигналов датчиков (первичных преобразователей), которые осуществляются ЛИМКС;
- потоки сбора ПФК данных, полученных в ЛИМКС;
- поток сетевого обмена между ПФК и АРМ;
- поток команд управления от АРМ к ПФК;
- поток команд управления от ПФК к ЛИМКС.

На верхнем уровне оценивается состояние всего объекта (процесса). Оценка выполняется с учетом заданных и/или формируемых ограничений и прогноза состояния объекта (процесса), полученного на основе оценок состояний системных компонентов, а также оценок локальных переменных состояния и параметров.

Для хранения и представления в удобной форме оценок состояния объекта (процесса), системных компонентов, локальных переменных и параметров реализуется подсистема отображения и архивирования. В случае необходимости подобные подсистемы размещаются и на более низких уровнях иерархии.

Технические характеристики и, прежде всего, производительность *РИМКС мониторинга* зависят от соответствующих параметров узловых вычислительных средств, так и от структурных особенностей системы и организации в ней процессов сбора и обработки информации сетевого обмена данными и управления в темпе реального времени.

В случае, когда в процессе сбора и обработки информации реализуется обмен данными каждой ЛИМКС с каждой и результаты обработки данных концентрируются в ПФК, в *РИМКС мониторинга* реализуется иерархическая распределенная интеллектуальная микрокомпьютерная система сбора и обработки информации (*РИМКС СОИ*) (рис.2).



ПФК – промышленный функциональный компьютер;
 ЛИМКС – локальные интеллектуальные микроконтроллерные системы

Рис. 2. Распределенная интеллектуальная микрокомпьютерная система сбора и обработки информации

В **РИМКС СОИ** выделяются минимум две коммуникационные сети:

- коммуникационная сеть 1-го уровня, обеспечивающая обмен данными между ЛИМКС;
- коммуникационная сеть 2-го уровня (КС2), при помощи которой сформированные ЛИМКС данные собираются в ПФК.

Коммуникационная сеть 1-го уровня (КС1) должна удовлетворять следующим требованиям:

- 1) реализовать соединения (обмен информацией) каждой ЛМКС с каждой;
- 2) иметь жестко ограниченное время обмена

$$T_{КС1} < T,$$

где T – длительность шага считывания и обработки данных в РИМКС;

3) обеспечивать возможность синхронного, асинхронного и смешанного обмена данными между ЛИМКС;

4) допускать организацию совмещения межсистемного обмена информацией со сбором и обработкой сигналов в ЛИМКС

$$T_{КС1} (1 - \eta_{КС1}) \geq \min T_{СБj},$$

где $\min T_{СБj}$ – минимальные затраты времени сбора и обработки данных в ЛИМКС, а $\eta_{КС1}$ – коэффициент совмещения процессов;

5) минимальные затраты оборудования и высокая надежность при обеспечении необходимой производительности.

В основу построения КС1 могут быть положены различные конфигурации отличающиеся топологиями соединений между ЛИМКС, количеством и типом сетевых каналов в них [2, 5, 6, 9]:

1) цепи;

2) звезды;

3) общие шины;

4) кольца;

5) соединения по полному графу;

6) распределенные коммутаторы, реализованные в мини-ВС МИНИМАКС, мини-ВС СУММА, мини-ВС семейства МИКРОС;

7) соединения по схемам Гиперграфов.

Выбранный вид конфигурации КС1 должен удовлетворять приведенным выше требованиям.

Требования к коммуникационной сети 2-го уровня:

1) реализовать соединения ЛИМКС с ПФК; по заданной схеме;

2) иметь жесткое ограничение время концентрации данных

$$T > T_{КС2} \approx T_{КС1};$$

3) обеспечивать возможность синхронного, асинхронного и смешанного обмена данными между ЛИМКС;

4) допускать (по возможности по максимуму) совмещение работы с работой КС1

$$T_{КС2} \geq (1 - \eta_{КС2}) T_{КС1},$$

где $\eta_{КС2}$ – коэффициент совмещения.

Перечисленные требования отличаются от требований к КС1 пунктами 1, 4.

Конфигурации коммуникационной сети 2 целесообразно строить по схеме древовидных топологий [2,5,6], используя коммутирующие интеллектуальные микроконтроллерные модули (КИММ) для формирования пакетов результаты обработки данных в ЛИМКС. КИММ реализует следующие функции:

1. Асинхронный контролируемый прием данных по n ($n > 1$) каналам.

2. Выделение данных, на которые "есть подписка".
 3. Отслеживание поступления всех подписанных данных.
 4. Компоновка данных в сообщение для передачи на верхний уровень.
 5. Фиксация завершения подготовки сообщения.
 6. Отправка сообщения наверх без запроса либо после запроса.
- Пример простейшей древовидной конфигурации приведен на рис. 3.

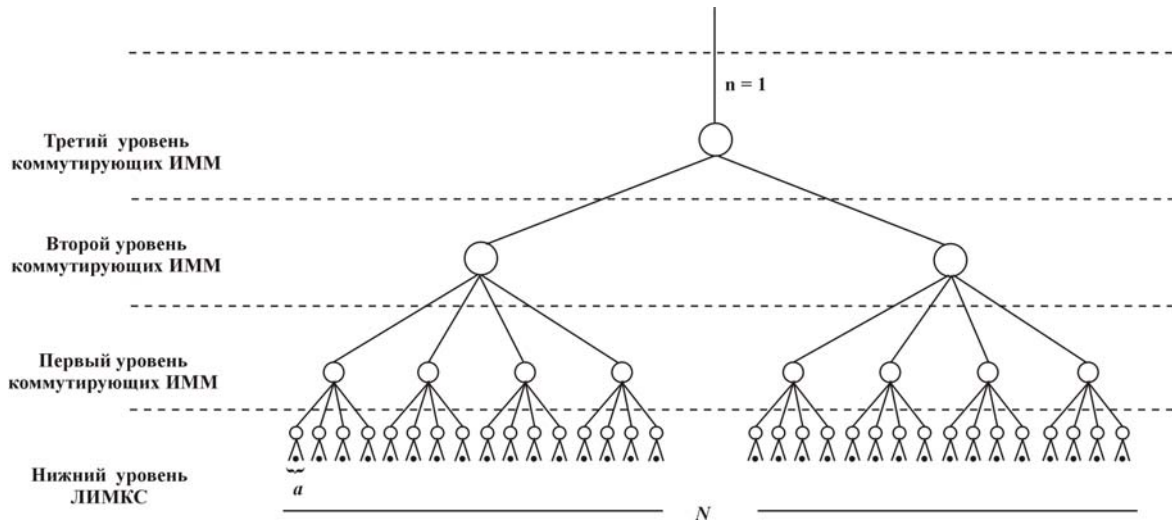


Рис.3. Распределенная интеллектуальная микроконтроллерная система сбора и обработки информации

Количество уровней электронного распределенного коммутатора

$$\alpha = \left[\frac{\lg_2 N - \lg_2 n}{\lg_2 a} \right],$$

где N – количество входных переменных РИМС;

n – количество выходных переменных коммутатора;

a – число входов как ЛИМКС, так и КИММ.

Количество уровней электронного распределенного коммутатора при $n = 1$

$$\alpha = \left[\frac{\lg_2 N}{\lg_2 a} \right],$$

где $[E]$ означает округление с избытком неправильной дроби E до целого числа.

В заключение заметим, что из-за ограниченного объема в настоящей работе основной акцент сделан на иллюстрацию возможности построения различных конфигураций *РИМКС мониторинга* и не

рассматривались особенности организации и синхронизации сбора и обработки информации и т.д. Однако и в этом случае видны перспективы получения многообразных архитектурных решений при разработках высокопроизводительных *РИМКС мониторинга* технических (технологических) быстродействующих сложных динамических объектов.

Литература

1. Пьявченко О.Н., Педошенко А.М, Пцарева М.М. Распределенные интеллектуальные микрокомпьютерные системы: Учеб пособие./ Под ред. О.Н.Пьявченко. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2004. – 118 с.
2. Кругляк К. Промышленные сети: цели и средства/ СТА 4/2002. – С.6-17.
3. <http://www.energoprj.ru>.
4. Пьявченко О.Н. Проектирование локальных микрокомпьютерных систем. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2005. – 238 с.
5. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. - СПб: Издательство "Питер", 2000. – 672 с.: ил.
6. Марков Г. Современные коммуникационные сети. Технологии и интерфейсы./ Электронные компоненты, № 4, 2007. – С. 63-69.
7. Пьявченко О.Н. Концептуальное представление о прецизионных интеллектуальных микропроцессорных модулях ввода, измерений и обработки аналоговых сигналов./ Известия ТРТУ – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2007, №3 (75) – С,3-13
8. Севбо В., Орлов А., Лошаков А. Многоканальная распределенная системы синхронного сбора данных "жестко" реального времени, построенная на основе Ethernet-технологий: СТА 3/2007. – С.40-45.
9. Хорошевский В.Г. Архитектура вычислительных систем: Учеб. пособие для вузов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 512 с.

Получено 01.06.07