

ОРГАНИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ В РЕАЛЬНОМ МАСШТАБЕ ВРЕМЕНИ В ОДНОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВАХ ПА НА БАЗЕ МНОГОЗАДАЧНЫХ ОПЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

А.Э. Петров, О.О. Сакаев, В.А. Чумаков
ЗАО «ИАЭС»

В настоящее время, при разработке программного обеспечения микропроцессорных устройств противоаварийной автоматики (ПА) существует несколько подходов к организации управления в реальном масштабе времени, в зависимости от используемых технических и программных средств. Поскольку противоаварийное управление с точки зрения программиста, по сути, представляет собой выдачу некоего сигнала управляющего воздействия в ответ на зафиксированное возмущение в течение заданного интервала времени (который, в зависимости от типа аварии, может быть как сравнительно большим, в случае, если речь идет, например, об автоматике предотвращения термической перегрузки автотрансформатора, так и очень малым), постольку все подходы стремятся к сокращению и, по крайней мере, детерминированным величинам возможных задержек при фиксации возмущения и выдаче управляющего воздействия.

Устройства ПА на базе микроконтроллеров

Как правило, микроконтроллеры (PLC) оснащаются однозадачной операционной системой (ОС). В этом случае программное обеспечение устройства представляет собой некий циклический процесс, длительность цикла которого может быть жестко задана на аппаратном или программном уровне. При программировании такого устройства, составляется последовательность операций по обработке входной информации, например, на языке релейной логики, которая транслируется в исполняемый код. Затем эта последовательность циклически выполняется на устройстве.

В этом случае, ввод-вывод информации возлагается на отдельный коммуникационный процессор. Операции ввода информации, как правило, выполняются однократно в начале цикла, а операции вывода информации - по факту окончания обработки. Таким образом, в устройствах на базе микроконтроллеров *четко детерминирован период фиксации входной информации.*

Устройства ПА на базе микропроцессорных устройств общего назначения в промышленном исполнении

Использование микропроцессорных устройств общего назначения в промышленном исполнении позволяет реализовывать более сложные и гибкие технологические алгоритмы, по сравнению с микроконтроллерами. Как правило, такие микропроцессорные устройства оснащаются многозадачными ОС реального времени. В данном случае, термин «реальное время» означает, что ОС гарантирует *детерминированное время реакции на прерывания*, т.е. события, порожденные аппаратно (оборудованием) или программно (собственно ОС). В многозадачной ОС существует также понятие *кванта процессорного времени*, который разделяется в соответствии с настройкой приоритетов между выполняемыми программными модулями.

Довольно часто, при разработке программного обеспечения устройств ПА

на базе многозадачных ОС используется тот же принцип, что и в устройствах на базе микроконтроллеров: технологический программный блок представляет собой циклический процесс, для которого задается определенная периодичность выполнения. Содержимое цикла, т.е. собственно технологический алгоритм, составляется, например, на языке релейной логики, а затем транслируется в текст на языке программирования. После этого программный блок, с готовыми процедурами ввода-вывода информации, компилируется в исполняемый модуль, который будет запущен при старте устройства. Таким образом, предполагается, что в устройстве ПА будет *четко детерминирован период фиксации входной информации и срабатывания устройства*.

Однако, в многозадачной ОС функционируют и другие программные модули, прежде всего, системные, такие как драйверы файловой системы, сетевого контроллера (в настоящее время его наличие уже является практически стандартным) и т.п. Кроме того, на устройстве ПА могут функционировать и другие технологические программные модули, например, если в устройстве сочетается несколько функций ПА (например, ФОЛ, АОПН, АУЛР). Следовательно, возможны ситуации, в которых технологический программный модуль с определенным циклом опроса входной информации на самом деле получит в свое распоряжение процессор через промежуток времени, *существенно превышающий заданную длительность цикла* - допустим, например, что при записи осциллограммы на встроенный накопитель драйвер файловой системы захватил весь квант процессорного времени. Разумеется, вероятность такого стечения обстоятельств мала, но все же в многозадачной ОС реального времени данный подход *не гарантирует, что заданный период фиксации входной информации и срабатывания устройства будет соблюдаться*. Поэтому, при использовании такого подхода, необходимо тщательно настраивать приоритеты выполнения программных модулей.

Чтобы решить проблему, стоит обратиться к еще одному свойству многозадачной ОС реального времени. Существуют так называемые обработчики прерываний - процедуры, вызываемые по факту возникновения аппаратного или программного прерывания. В том числе, *на каждом кванте процессорного времени гарантированно будет вызван обработчик прерывания системного таймера*. Таким образом, достаточно определить процедуру обработчика прерывания системного таймера, в которой необходимо описать обработку входной и выходной информации, и мы получим *четко детерминированное время срабатывания устройства*.

Однако, данный подход к разработке программного обеспечения устройств ПА накладывает на разработчика существенные ограничения:

- ограничение на количество библиотечных функций, которые могут быть использованы в обработчике прерывания;
- невозможность использования операций с плавающей точкой в обработчике прерывания.

В некоторых ОС, например, в QNX 6.3.2 последнее ограничение можно обойти при помощи специального механизма - по сигналу от обработчика прерывания из состояния ожидания выводится высокоприоритетный процесс, в который могут быть вынесены все операции с плавающей точкой. В общем случае, целесообразно в обработчик прерывания вынести все целочисленные операции по обработке входной и формированию выходной информации, как то:

- фиксация пусковых сигналов;

- формирование пусковых органов;
- топологический анализ схемы сети;
- выбор управляющих воздействий.

Таким образом, время срабатывания устройства ПА четко детерминировано и составляет один квант времени ОС плюс задержки, вносимые УСО. Это особенно важно при разработке устройств ПА, работающих по принципам ПОСЛЕ.

При разработке устройств ПА на базе КПА-М ЗАО «ИАЭС» были учтены вышеизложенные особенности данного подхода к реализации программного обеспечения, в связи с чем программные блоки КПА-М были разделены на подсистему обработки текущего режима подсистему детерминированного времени выполнения (рисунок 1).

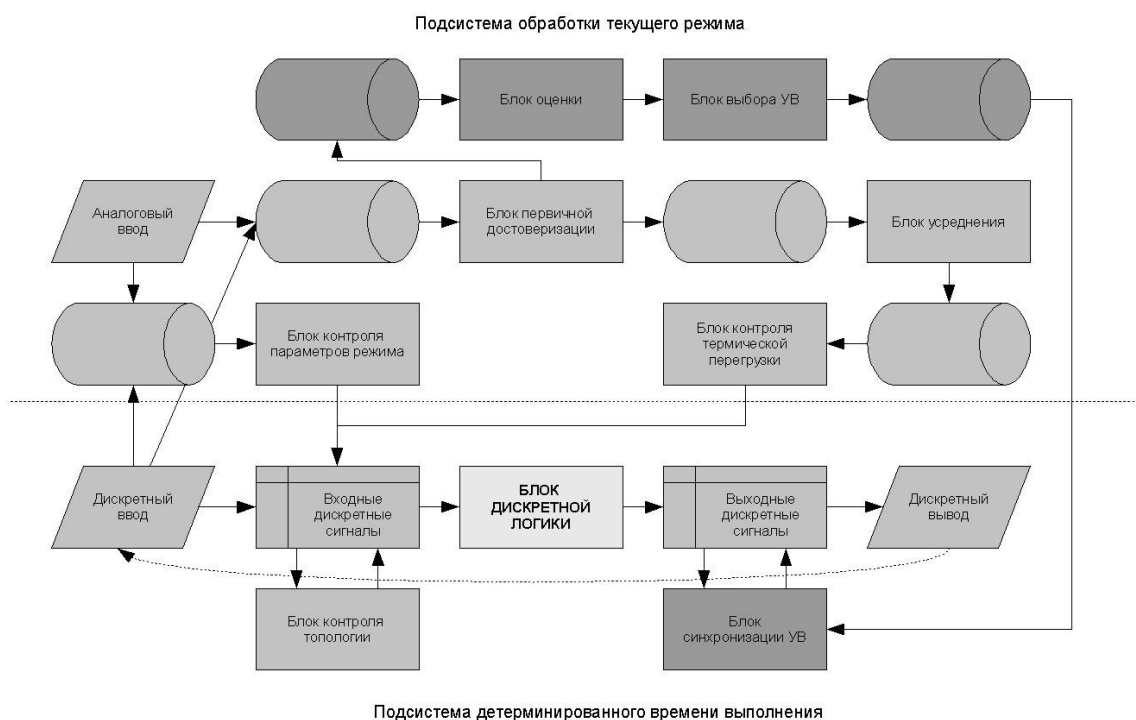


Рисунок 1 - Программное обеспечение КПА-М

При этом, обмен информацией между подсистемами осуществляется через общую оперативную память и, таким образом, не вносит никаких дополнительных задержек к величине времени срабатывания устройства ПА.

Петров Алексей Эдуардович –
ЗАО «Институт Автоматизации
Энергетических Систем», технический
директор. 630091, Новосибирск, ул.
Крылова, 2. Тел. (383)2680223; e-mail:
alexey@iaes.ru

Сакаев Оскар Олегович – ЗАО
«Институт Автоматизации
Энергетических Систем», главный
специалист. 630091, Новосибирск, ул.
Крылова, 2. Тел. (383)2680223; e-mail:
oscar@iaes.ru

Чумаков Вадим Анатольевич –
ЗАО «Институт Автоматизации
Энергетических Систем», старший
инженер. 630091, Новосибирск, ул.
Крылова, 2. Тел. (383)2680223; e-mail:
iaes@iaes.ru