

УДК 681.533

**О.Н. Пьявченко, А.Г. Федоров**

**СТРУКТУРА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО МИКРОПРОЦЕССОРНОГО МОДУЛЯ  
ЛАБОРАТОРНОГО УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО СТЕНДА**

В 2007-2008 гг. на кафедре МПС ТТИ ЮФУ разработан лабораторный учебно-исследовательский стенд (ЛУИС), основное функциональное назначение которого – обеспечить возможность практического изучения студентами принципов построения электронных узлов современных интеллектуальных датчиков, а также применяемых в них методов получения и обработки измерительной информации.

Основным узлом лабораторного учебно-исследовательского стенда (ЛУИС) является интеллектуальный микропроцессорный модуль (ИММ), который фактически выполняет функции интеллектуального управляющего и обрабатывающего ядра моделируемых датчиков и способен функционировать в различных режимах, что обеспечивается возможностью реконfigurирования программы его микроконтроллера. При этом открывается возможность моделирования датчиков различных типов, возможность изучения и взаимного сравнения их свойств, возможность практического освоения студентами методик отладки датчиков в процессе их производства.

Основой ИММ ЛУИС является микроконтроллер MSP430F1611 (Texas Instruments).

Количество типов датчиков, изучение которых возможно с использованием ЛУИС, первоначально ограничено интеллектуальными датчиками давления (ИДД) без термокомпенсации результатов измерений и ИДД с термокомпенсацией результатов измерений. Причем речь идет об интеллектуальных датчиках давления, использующих для оцифровки измерительных сигналов группы аналого-цифровых преобразований и выполняющих передачу результатов измерений к потребителю информации через однонаправленный цифровой канал связи. Тем не менее структура программы микроконтроллера ИММ позволяет в будущем расширить список доступных для изучения типов датчиков без коренной переработки всей программы.

Переход от моделирования работы датчика одного типа датчика к моделированию работы датчика другого типа осуществляется простой заменой конфигурирующего ППЗУ, подключаемого к внешнему разъему ИММ. Подготовка конфигурирующей информации и ее запись в ППЗУ выполняются на ПК заранее, с помощью специальной программы.

Структура программы микроконтроллера ИММ ЛУИС определяется задачами, решаемыми им в процессе работы. К таким задачам относятся (в порядке выполнения после запуска):

а) первичная инициализация аппаратных средств микроконтроллера и программных переменных, обеспечивающих считывание информации из внешнего сменного ППЗУ;

б) считывание из внешнего сменного ППЗУ конфигурирующих уставок, формирование и запись во Flash-память микроконтроллера соответствующих уставкам управляющих кодов;

в) считывание из внешнего сменного ППЗУ и размещение во Flash-памяти микроконтроллера констант – параметров алгоритма вычисления величины измеряемого давления с учетом влияния температуры, построенного на базе метода

мульти сегментной пространственной аппроксимации градуировочной характеристики моделируемого датчика нелинейными пространственными элементами [1];

г) считывание из внешнего сменного ППЗУ и размещение во Flash-памяти микроконтроллера массивов коэффициентов аппроксимации с одновременным формированием и записью во Flash-память микроконтроллера таблицы размещения этих массивов;

д) вторичная инициализация аппаратных средств микроконтроллера и программных переменных, обеспечивающих функционирование ИММ в режиме моделирования работы датчика давления с заданными параметрами;

е) реализация алгоритма работы моделируемого датчика, включая интерфейсные функции, в одном из следующих вариантов:

1) без термокомпенсации результатов измерений и без их пересчета в физические единицы измерений;

2) без термокомпенсации результатов измерений и с их пересчетом в физические единицы измерений;

3) с термокомпенсацией результатов измерений и с их пересчетом в физические единицы измерений.

По своей сути задачи д) и е) являются непосредственно задачами моделирования датчиков, т.е. задачами, обеспечивающими функционирование ИММ ЛУИС в соответствии с его предназначением. Данные задачи подробно рассмотрены в [1, 2].

Задачи а) – г) выполняют вспомогательные функции – функции предварительного конфигурирования и программирования задач д) и е), т.е. они позволяют выбирать тип и параметры моделируемых датчиков.

Конфигурирующая информация, считываемая ИММ ЛУИС из внешнего сменного ППЗУ, состоит из следующих блоков: блок управляющих кодов-переключателей алгоритма работы ИММ ЛУИС (задача б)), блок одиночных численных параметров (задача в)) и нескольких блоков массивов численных параметров (задача г)) программы микроконтроллера ИММ ЛУИС.

Блок управляющих кодов является обязательным блоком конфигурирующей информации. Дело в том, что рабочая программа микроконтроллера ИММ построена как последовательность программных модулей двух типов: простых (рис. 1,а) и управляемых (рис.1,б). Простые программные модули выполняются одинаково при моделировании работы датчика любого типа, а управляемые программные модули выполняются в одном из предусмотренных вариантов, в зависимости от значения управляющего модулем кода. Управляющие коды содержатся в блоке управляющих кодов, по одному байту на каждый управляемый модуль рабочей программы микроконтроллера ИММ. Порядок следования управляющих кодов в блоке строго соответствует порядку следования управляемых модулей в рабочей программе микроконтроллера ИММ.

Блок одиночных численных параметров содержит набор констант, необходимых для моделирования ИММ ЛУИС исследуемого датчика. Данный блок может отсутствовать в потоке считываемой из сменного ППЗУ информации. Порядок следования и количество одиночных численных параметров в блоке определяется, во-первых, порядком следования простых и управляемых модулей в рабочей программе микроконтроллера ИММ и, во-вторых, количеством численных параметров необходимых для нормального функционирования этих программных модулей в заданном режиме работы. Если для функционирования какого-либо модуля требуется более одного параметра, то порядок их следования фиксируется и однозначно оговаривается в описании соответствующего модуля.

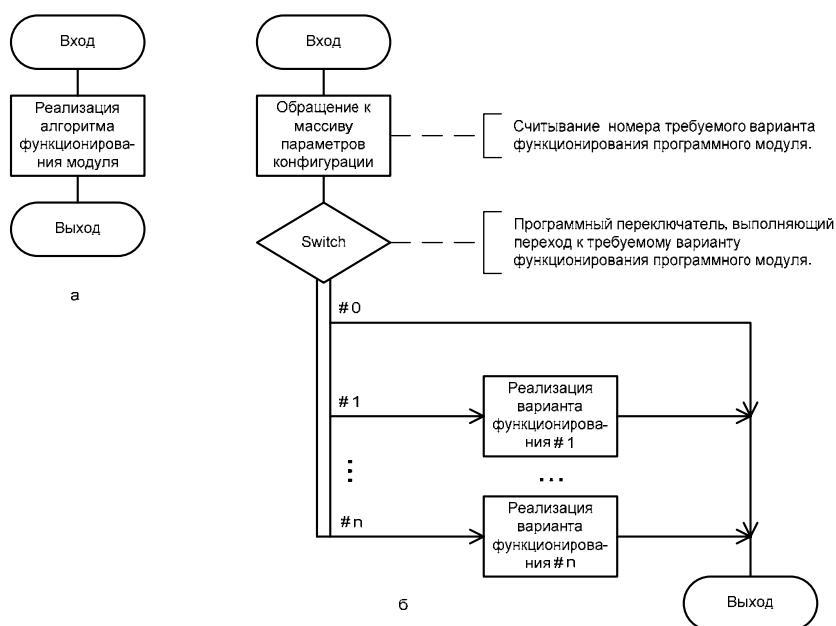


Рис. 1. Структура простого (а) и управляемого (б) модулей программы функционирования микроконтроллера ИММ

Блоки массивов численных параметров содержат массивы информации, необходимой для моделирования работы исследуемого датчика. Каждый блок содержит один массив численной информации. Порядок следования и количество блоков массивов определяется по тем же правилам, что и порядок следования, и количество одиночных численных параметров. Информация о размерности каждого массива параметров (число строк, число столбцов), при необходимости, помещается в соответствующие блоки одиночных численных параметров. Информация о месторасположении каждого массива помещается в соответствующие таблицы размещения.

Структура программы микроконтроллера ИММ ЛУИС показана на рис. 2.

После подачи на ИММ ЛУИС напряжения питания микроконтроллер проверяет наличие подключенного к ИММ сменного конфигурационного ППЗУ и, при его наличии, приступает к первичной инициализации аппаратных средств и программных переменных, обеспечивающих считывание информации из внешнего сменного ППЗУ 4, т.е. к выполнению задачи а). Этой задаче на рис. 2 соответствует блок номер 2 "Первичная инициализация". При отсутствии конфигурационного ППЗУ микроконтроллер сразу переходит к выполнению вторичной инициализации аппаратных средств и программных переменных после чего его дальнейшая работа происходит в соответствии с параметрами, установленными ранее, при последнем подключении конфигурационного ППЗУ.

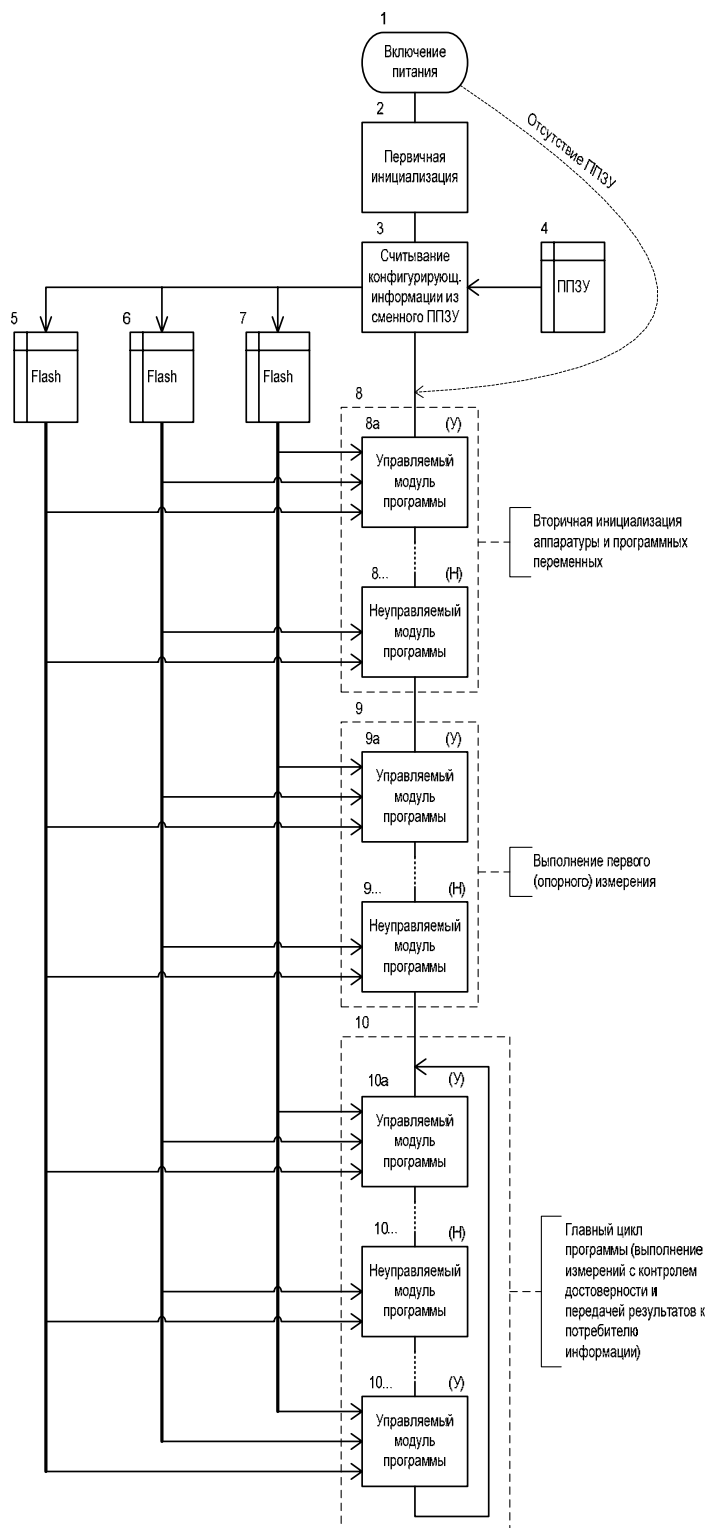


Рис. 2. Структура программы микроконтроллера ИММ ЛУИС

При наличии подключенного к ИММ конфигурационного ППЗУ микроконтроллер считывает содержащуюся в нем информацию и формирует во флэш-памяти блок управляющих программных кодов 7, блок констант-параметров алгоритма 6 и блок массивов коэффициентов аппроксимации 5. Таким образом, последовательно выполняются задачи б), в) и г).

Блок 8 – сложный, содержит в себе ряд управляемых и неуправляемых суб-блоков (8а, 8б и т.д.). Данный блок решает задачу д) – выполняет подготовку к непосредственной реализации алгоритма работы моделируемого датчика.

Сложные по своему составу блоки 9 и 10 предназначены для выполнения задачи е) в соответствии с заданным вариантом. Блок 9 выполняется однократно и служит для первоначального (опорного) измерения параметров рабочей среды. Результаты его измерений могут использоваться при работе блока 10 для выполнения первоначальной оценки достоверности результатов проводимых измерений. Блок 10 выполняется циклически и представляет собой собственно главный цикл программы функционирования микроконтроллера ИММ ЛУИС.

Рассмотренный метод построения программы микроконтроллера ИММ ЛУИС позволяет при необходимости легко изменять количество и состав его функций путем их соответствующего выбора из заранее подготовленного набора программных модулей. При этом расширение существующего набора функций моделируемых датчиков также не представляет особых трудностей, благодаря четкой организации структуры программы.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Пьявченко О.Н., Мокров Е.А., Панич А.Е., Клевцов С.И., Пьявченко А.О., Удод Е.В., Федоров А.Г.* Методы, модели, алгоритмы и архитектура прецизионных интеллектуальных датчиков давления /Под ред. д.т.н. профессора О.Н. Пьявченко. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2007. – 130 с.
2. *Пьявченко О.Н.* Проектирование локальных микрокомпьютерных систем. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2005. – 238 с.

УДК 519.6: 621.37

**А.Ф. Кононов**

#### **СИНТЕЗ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ С ХАОТИЧЕСКОЙ НЕСУЩЕЙ**

Использование хаотических колебаний в качестве носителей информации имеет как ряд достоинств, так и недостатков [1]. Известно несколько способов организации ввода информационного сигнала в хаотическую несущую. В самом простом случае информационный сигнал перемножается с хаотической несущей. Поскольку для хаотического сигнала отсутствует понятие амплитуды, то информационный сигнал на приемной стороне может быть восстановлен при условии существования идентичного синхронного хаотического генератора. Синхронизация генераторов на передающей и принимающей стороне может выполняться внешним сигналом, например, от системы GPS или ГЛОНАС.

При цифровой реализации периодических колебаний известен метод прямого цифрового синтеза (direct digital synthesizer – DDS), в котором фазе колебаний соответствует значение цифрового интегратора, а частоте – величина приращения интегратора за шаг. Изменение частоты колебаний выходной переменной состояния (ПС) достигается изменением величины приращения интегратора, а фазовый сдвиг выполняется с помощью однократного добавления некоторой постоянной к значе-