

УДК 621.317

А.М.Саволюк, канд.техн.наук (Ин-т электродинамики НАН Украины, Киев)

## ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ АЛГОРИТМОВ ГРАФИЧЕСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ УНИВЕРСАЛЬНОГО МОДУЛЯ НИЖНЕГО УРОВНЯ МНОГОПАРАМЕТРОВЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

*Рассмотрены особенности построения многопараметрических измерительных систем с применением графических жидкокристаллических индикаторов.*

*Розглянуто особливості побудови багатопараметричних вимірювальних систем із застосуванням графічних рідиннокристалічних індикаторів.*

**Введение.** Актуальной в последнее время является задача построения измерительных систем, организованных по сетевому принципу, которые позволяют эффективно решать ряд задач по сбору данных и управлению, строить недорогие функционально гибкие комплексы для контроля технологических процессов, мониторинга и диагностики в медицине и сложных технических объектах. Анализ взаимосвязанных динамических процессов представляется очень важным как в технической, так и в других, в частности, медицинской сферах. К таким задачам относятся, например, исследование сигналов активности сердца, головного мозга, пульсовых кривых артериального давления, ряда других динамических показателей состояния организма человека.

При большом количестве информации и для анализа быстропеременных процессов отдельные базовые измерительные терминалы снабжаются одним или несколькими вспомогательными измерительно-информационными модулями – модулями нижнего уровня, работающими под управлением контроллера базового модуля верхнего уровня [1– 4], в качестве которого может быть использован как центральный процессор, так и компьютер. Этот модуль, реализуя один измерительный канал с тем или иным типом датчика, включает в себя измерительные преобразователи и АЦП с необходимыми чувствительностью и быстродействием. Он содержит также собственный микроконтроллер и запоминающее устройство, позволяющие по команде основного контроллера выполнять процедуры измерения, накапливать массивы данных и передавать их для последующей обработки в основной контроллер. Если необходимо контролировать несколько параметров, то таких модулей нижнего уровня может быть несколько.

При разработке систем передачи данных многопараметровых информационно-измерительных систем важным является вопрос быстрого и визуально удобного представления отображаемой информации. В ряде случаев оператор должен быстро принимать решения в случае мгновенных изменений параметров сигналов. Для решения таких задач перспективным является применение графических жидкокристаллических индикаторов (ЖКИ). Однако даже широко распространенные приборы такие, как цифровые осциллографы [5], не совсем удобны для непрерывного наблюдения сигналов и регистрации редких артефактов, так как информация в них выводится в виде отдельных групп выборок, которые при быстрой смене утомляют зрение оператора при длительном времени наблюдения. Более предпочтительным во многих случаях является режим отображения сигналов в виде непрерывно ”движущейся” картинке, позволяющий гораздо легче их наблюдать и незаменимый в некоторых специфических областях (например, при диагностике кардосигналов). Для решения таких задач перспективным является применение ЖКИ. Поскольку такой режим работы недостаточно изучен, необходимо разрабатывать соответствующие алгоритмы для управления ЖКИ.

Модуль нижнего уровня по стандартному интерфейсу RS-232 связан с микропроцессорным блоком модуля верхнего уровня МВУ и состоит из входного согласующего устройства ВСУ, инструментального усилителя ИУ, микроконтроллера МК, запоминающего устройства ЗУ, аналого-цифрового преобразователя АЦП, графического ЖКИ (рис. 1). Выбор количества отсчетов и управление режимами записи или чтения осуществляются командами, вырабатываемыми в контроллере. В микроконтроллере также может осуще-

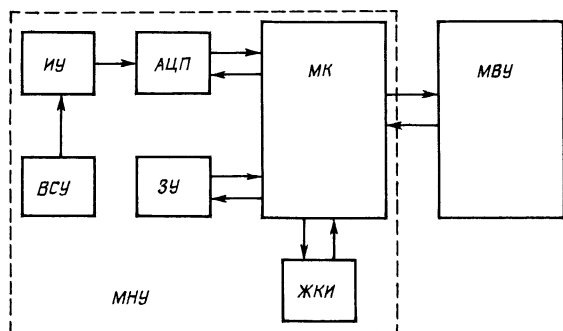


Рис. 1

При обнаружении стартового бита интерфейса RS-232 и подтверждения номера блока осуществляется переход на подпрограмму обработки принимаемого сообщения. Производится анализ информации и в соответствии с разработанным алгоритмом устанавливается требуемый режим работы блока. Затем программа переходит на основной рабочий цикл. Производится чтение данных из АЦП с помощью соответствующей подпрограммы обработки данных, идет передача данных по линии связи RS-232 на МВУ. После этого активизируется ЖКИ, на котором отображается передаваемая информация и установленный режим работы. Затем снова идет опрос АЦП и так по циклу. После посылки очередного запроса от МВУ программа уходит на прерывание и прием данных RS-232 (см. блок-схему) и затем возвращается на основной цикл работы.

Разработка алгоритмов и программного обеспечения для работы с графическими ЖКИ предполагает решение ряда задач, например, разработку алгоритма поиска экстремальных значений. Непрерывный поиск этих значений необходим не только для определения параметров сигнала, но и для автоматического выбора пределов измерений индикатора. Для поиска экстремумов каждое следующее значение отсчета АЦП последовательно сравнивается со значением регистров  $A_{max}$  и  $A_{min}$ . В случае превышения или уменьшения в регистры  $A_{max}$  и  $A_{min}$  заносятся новые значения до тех пор, пока не пройдет вся выборка, вплоть до максимального количества отсчетов  $S_{max}$ . Все текущие данные  $A_{max}$  и  $A_{min}$  непрерывно выводятся на индикатор в виде цифровых отсчетов.

На рис. 3 показана блок-схема программы, задающей различные режимы "развертки" индикатора. Вначале устанавливается режим работы выборочный или непрерывный. В первом случае происходит чтение данных АЦП, и для каждого нового номера отсчета информация записывается в соответствующий регистр памяти РП. После записи всей выборки (до  $S_{max}$ ) идет операция последовательного чтения данных из РП и последовательной их передачи на контроллер графического ЖКИ. Информация отображается на экране индикатора в виде графика. В случае непрерывного режима информация визуально отображается в виде непрерывно «движущегося» графика. Каждый последующий отсчет записывается в следующий по счету РП (а после сброса – по циклу). После отображения на табло всей последовательности, соответствующей  $S_{max}$ , с учетом того, что после каждого цикла индикации записывается одно или несколько новых значений  $A_c$ , информация на экране будет восприниматься как движущееся слева направо изображение. Направление

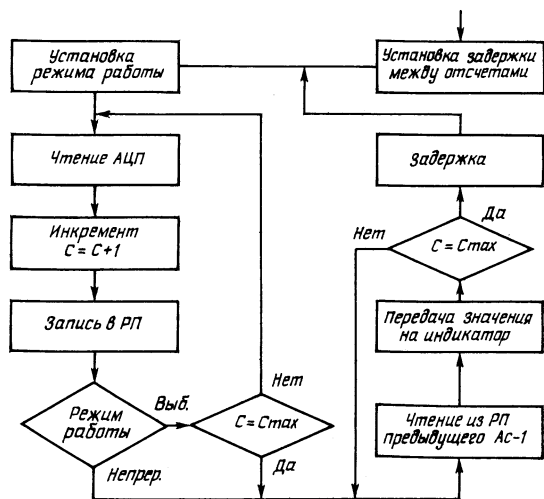


Рис. 3

ствляться некоторый предварительный анализ результатов отсчетов, например, вычисление среднего, максимального и минимального значений по блокам информации, а также самокалибровка и диагностика всего модуля.

На блок-схеме рис. 2 показан упрощенный алгоритм работы блока. После подачи напряжения питания происходит инициализация микроконтроллера и установка начального режима. При этом производится установка «нуля» АЦП при закороченных аналоговых входах. Значение скорректированного кода запоминается в соответствующих регистрах. После этого блок переходит в режим ожидания приема команды от МВУ.

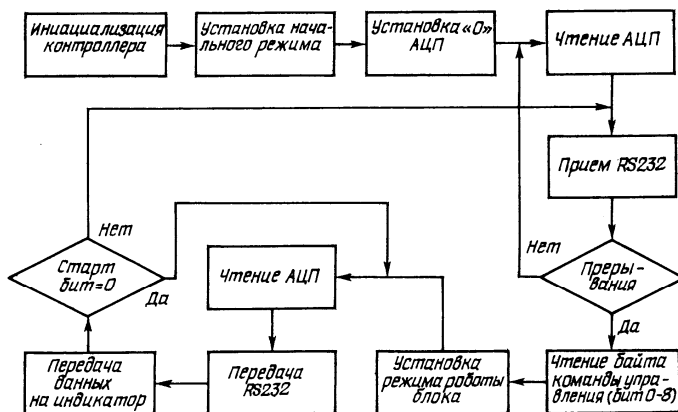


Рис. 2

движения будет зависеть от того, в какую, последующую или предыдущую, ячейку записывается каждое новое значение  $A_c$ . Возможен также режим «прокрутки изображения». При этом записывается в РП не  $2\text{Стах}$ , а, например,  $2\text{Стах}$  значений. В процессе инкрементирования счетчика изображение на экране будет иметь вид движущегося изображения. Это дает возможность наблюдать более длительные процессы, выходящие за пределы зон отображения графического ЖКИ.

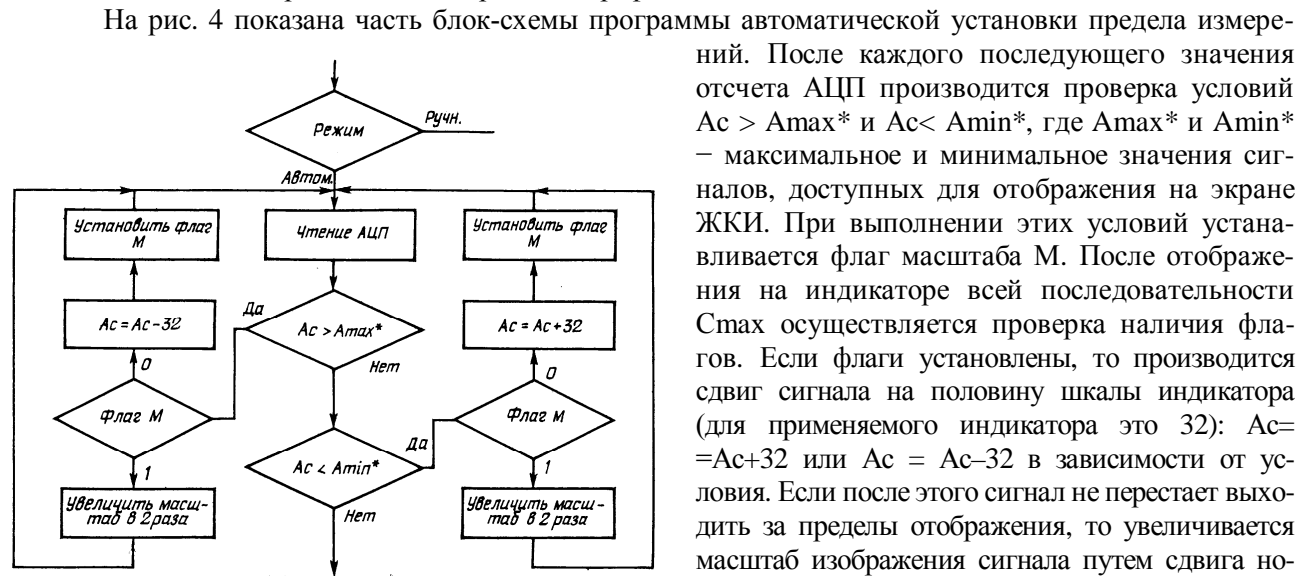


Рис. 4

ставляет сложностей, поскольку это заложено в программном алгоритме его работы. Для изменения масштаба изображения нужно только сдвинуть номера битов передаваемой информации.

Практическая реализация разработанных алгоритмов может быть различной. Новизна заключается не только в особенностях алгоритмов работы, но также в наличии дополнительных функций, позволяющих оперативно и визуально удобно наблюдать исследуемый сигнал. Визуальное графическое отображение сигнала в виде движущейся картинкой позволяет наблюдать получаемую информацию при скоростях до сотен отсчетов в секунду. Непрерывный поиск экстремальных значений сигнала позволяет оператору вовремя принимать нужные решения. Использование цифровой синхронизации и задержки позволяет удобно наблюдать передние фронты периодических сигналов, что важно при анализе кардиосигналов при диагностике различных заболеваний. Запоминание выбранного сигнала и отображение информации в виде движущейся картинкой позволяет наблюдать сигналы большой длительности, выходящей за пределы зон отображения ЖКИ. Одновременная цифровая и графическая индикация сигнала дает относительно полную информацию о сигнале. Возможно одновременное наблюдение нескольких сигналов. Вся информация может передаваться на компьютер, где могут решаться сложные задачи анализа сигналов (например, кардиодиагностика). Достигнутые результаты подтверждают необходимость дальнейшей разработки и использования графических ЖКИ в универсальных модулях нижнего уровня.

1. Василенко О.Д., Мельник В.Г. Про вибір принципів побудови мультиплексних контрольно-вимірювальних систем // Техн. електродинаміка. Тем. вип. "Проблеми сучасної електротехніки". – 2002. – Ч.2. – С. 108 – 112.
2. Василенко О.Д., Мельник В.Г., Карпов И.М. Информационно-измерительная система с двух-уровневыми измерительными терминалами для исследования быстропротекающих процессов. // Техн. електродинаміка. Тем. вип. "Проблеми сучасної електротехніки". – 2004. – Ч. 6. – С. 119–124.
3. Гриневич Ф.Б., Борщев П.И., Василенко А.Д., Мельник В.Г. Аппаратные и программные средства распределенных сетевых импедансометрических систем // Техн. електродинаміка. Тем. вип. "Проблеми сучасної електротехніки". – 2000. – Ч. 2. – С. 82–85.
4. Мельник В.Г., Могилевский В.М., Лысак А.В., Лукина И.В. Открытая сетевая информационно-измерительная система с реализацией обмена данными и управления по технологии "клиент-сервер". // Техн. електродинаміка. Тем. вип. "Проблеми сучасної електротехніки". – 2006. – Ч.3. – С. 113–118.
5. Яковлев В. Сравнительный анализ способностей осциллографов Tektronix и LeCroy достоверно представлять информацию о тестируемых сигналах. // CHIP NEWS Украина. Инженерная микроэлектроника. – 2005. – № 2. – С. 52–56.

Надійшла 16.07.09