

УДК 615.471.03:616.12-073.96:681.31

В.П.Секацкий (5 курс, каф. ИСУ), А.В.Белов, к.т.н., доц.

### СОПРЯЖЕНИЕ ВЫДЕЛИТЕЛЯ R-ЗУБЦА ЭЛЕКТРОКАРДИОСИГНАЛА ТИПА ПКС-03 С IBM PC СОВМЕСТИМЫМ КОМПЬЮТЕРОМ

Разработана программа сопряжения выделителя R-зубца электрокардиосигнала (ЭКС) типа ПКС-03 с компьютером IBM PC. Программа обеспечивает измерение временных интервалов между единичными импульсами, подаваемыми ПКС-03 (в момент регистрации им очередного R-зубца), с точностью не менее одной миллисекунды, отображает их на экране в реальном времени, а также записывает в файл для возможности последующего исследования. Данные в файле предваряются дополнительной текстовой информацией.

В процессе работы была исследована технология точного измерения временных интервалов с помощью персонального компьютера IBM PC.

Микропроцессорные системы и микроЭВМ нашли широкое использование в медицинском мониторинге. В настоящее время на рынке медицинской техники присутствует широкий спектр программно-аппаратных комплексов регистрации и анализа с помощью ЭВМ длительности R-R интервалов. Эти компьютерные кардиографические системы предоставляют медицинскому персоналу большие возможности анализа кардиоинтервалограммы с целью выявления аритмий, контроля действия физических нагрузок, лекарственных препаратов, физиопроцедур и других исследований в клинической и амбулаторной медицинской практике. Поэтому актуальна проблема разработки канала связи электрокардиограф – персональный компьютер (ПК).

Сопряжение медицинской техники с компьютером перспективно потому, что любой IBM совместимый компьютер можно превратить в мощный измерительно-вычислительный комплекс, так называемый “виртуальный измерительный прибор”. Экран любого монитора даёт гораздо больше возможностей для индикации, чем экран традиционного осциллографа. Клавиатура и особенно мышь удобнее в работе, чем кнопки, а принтер — даже простейший — предоставляет широкие возможности для печати и документирования. Дисковый накопитель очень удобен для хранения больших объёмов данных с целью их последующей обработки и архивирования. Кроме того, любой ПК, пусть даже морально устаревший, обладает большой вычислительной мощностью, которую можно использовать для применения различных видов обработки результатов измерений: нормирование шкалы, линеаризацию, временную привязку, вычисление статистических показателей и т.д.

Помимо выполнения программ сбора данных, пользователь виртуального измерительного прибора может экспортировать результаты измерений в более развитые приложения, например, электронные таблицы, программы построения диаграмм. Эти офисные приложения делают понятными самые абстрактные записи или массивы данных, выделяя в них заметные на первый взгляд тенденции или взаимные связи. Файлы цифровых данных, полученные при записи измеряемых физических параметров, могут передаваться по линиям связи с использованием модема, в частности по электронной почте и через Internet.

Основными характеристиками виртуальных приборов являются точность и быстродей-

ствие. Точность виртуального прибора определяется не только количеством цифр после запятой, которое выводится на экран управляющей программой. Эти цифры могут быть ошибочными, если не приняты некоторые меры метрологического и вычислительного характера. Именно достижение необходимой точности измерений является одной из самых важных и сложных задач при создании виртуального прибора. Что касается быстродействия, то оно определяется в первую очередь затратами времени, необходимыми для программной обработки результатов. Этот параметр очень важен при необходимости обработки результатов измерения по мере их поступления, то есть при необходимости работы виртуального прибора в реальном времени.

Рассмотрим принципы работы программы сопряжения электронного выделителя R-зубца ЭКС типа ПКС-03 с компьютером, а также проблемы, возникающие при её создании.

Программа написана на языке программирования C++ с использованием классических принципов процедурного программирования. В ней группы действий, выполняющие некоторую задачу, объединяются в функции, а функции группируются в программу, то есть выполняется повторное использование участков кода программы.

При регистрации каждого R-зубца, ПКС-03 выдаёт единичный импульс, поступающий на последовательный порт ПК. Необходимо измерить временной интервал между единичными импульсами. Для этого следует постоянно отслеживать состояние последовательного порта. Для кардиомониторов требуемая точность измерения временных интервалов между R-зубцами составляет одну миллисекунду. Исходя из этого условия, отслеживать состояние последовательного порта можно двумя способами, которые обеспечивают требуемую точность. Можно использовать программу обработки прерываний от внешнего устройства, то есть от последовательного порта. Или же следует применять программный цикл, который опрашивает состояние порта не реже чем тысячу раз в секунду. Второй способ является более простым в реализации, поэтому используется программный цикл.

Выбор операционной системы был сделан в пользу DOS. Поскольку при использовании операционной системы WINDOWS её преимущества, как многозадачной операционной системы, либо снижают точность измерений до неприемлемых значений либо, при попытке уменьшить влияние системных процессов или других пользовательских программ на точность работы данной программы, — теряются. Кроме того, учитывалась ориентация данной программы на низкопроизводительные, а как следствие недорогие персональные компьютеры.

Операционная система DOS позволяет измерять временные интервалы между событиями с точностью 55 мс, поскольку внутренние часы DOS управляются системным таймером и обновляются 18,2 раз в секунду. Такая точность измерения временных интервалов не удовлетворяет требованиям к работе системы. Поэтому, было принято решение изменить частоту системного таймера, программируя его на уровне портов. При этом учитывалось, что системный таймер используется операционной системой DOS для различных целей (в частности, как средство определения реального времени). Поэтому потребовалось скомпенсировать в программе последствия перепрограммирования системного таймера для операционной системы.

Так как наиболее важным параметром данной программы является точность измерения, было принято решение не использовать ресурсоёмкий графический интерфейс в данной программе, из-за увеличения времени отклика системы на событие прихода единичного импульса от ПКС-03. А также необходимо было осуществить блокировку реакций операционной

системы на “внешние события” (таких как прерывания от внешних устройств) во время работы программы, поскольку они могут повлиять на точность измерения временных интервалов.

Тестирование созданной программы было проведено с привлечением аналогичной программы Cardio-BFB, созданной в НИИ Экспериментальной Медицины, и показало, что разработанная программа превосходит её по своим техническим возможностям.

Программа, после некоторой доработки, может быть использована как основа для программ сопряжения медицинской аппаратуры, не имеющей схем аппаратной обработки и кодирования регистрируемых временных интервалов, с персональным компьютером.