

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СЕРДЕЧНОГО ПУЛЬСА ЧЕЛОВЕКА С ВОЗМОЖНОСТЬЮ АВТОНОМНОЙ РЕГИСТРАЦИИ

Смолянинов В.В., Кречетов С.П., Любимова Г.В., Ольшанский В.М.*

Институт машиноведения РАН, Москва, Россия, *Институт эволюционной морфологии РАН, Москва, Россия

Выполненные ранее работы показали, что эффективное проведение биомеханических исследований, ориентированных на одновременную регистрацию большого числа показателей в условиях функциональных нагрузок, требует создания автономной микропроцессорной системы сбора информации. Это должно позволить проводить измерения, не ограничивая движения обследуемого наличием проводов, связывающих между собой элементы программно-аппаратного комплекса, и даже осуществлять длительные наблюдения в условиях профессиональных и других внелабораторных нагрузок. Кроме того, проведенные эксперименты показали необходимость увеличения датчиков, регистрирующих прохождение пульсовой волны, для сравнения ее формы и скорости распространения в разных местах кровеносной системы. При этом представляет интерес использование датчиков давления для регистрации прохождения пульсовой волны в местах с удаленным расположением сосудов от поверхности тела по принципу сфигмографии. В силу аппаратных ограничений увеличение количества указанных датчиков возможно лишь за счет замены каких-либо других датчиков. Таковыми в разработанном ранее программно-аппаратном комплексе являются датчики температуры.

В разрабатываемой модификации прибора имеются 4 канала измерения давления, 4 канала измерения пульса, один электрокардиограф. Общий вид прибора представлен на рис. 1, а датчиков – на рис.2.

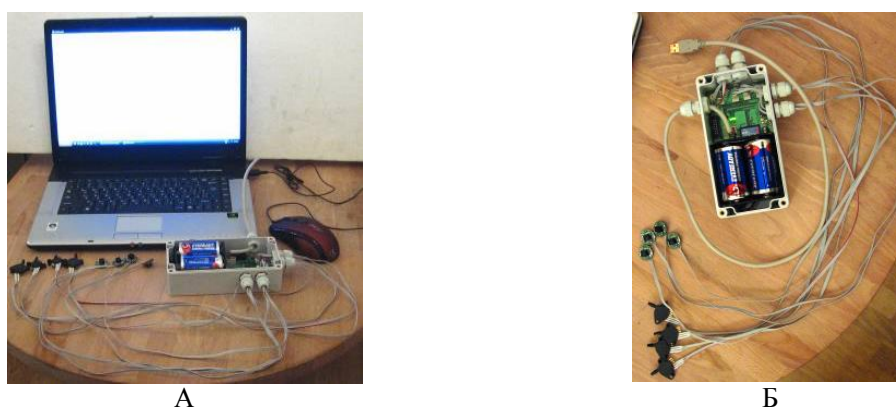


Рис. 1. Общий вид программно-аппаратного комплекса. А – комплекс с подключением к ПЭВМ. Б – аналогово-цифровой преобразователь с датчиками.

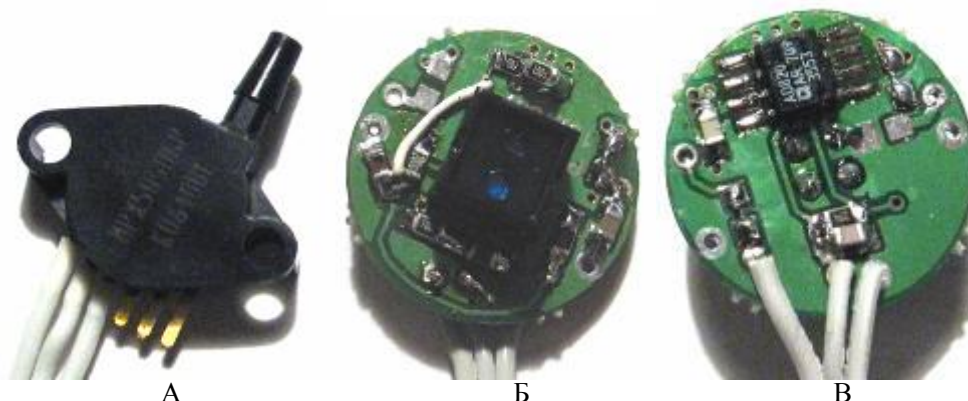


Рис. 2. Датчики программно-аппаратного комплекса. А - датчик давления MPX5050 фирмы Motorola, Б,В - оптический сенсор CNY70 фирмы Vishay с предварительным усилителем (вид с рабочей и тыльной стороны).

Разрядность оцифровки по каналам измерения давления и пульса – 16, частота оцифровки 100 Гц. Разрядность оцифровки по электрокардиографу – 12, частота оцифровки – 500 Гц. Запись на флэш-память (SD-card) объемом до 2 Гбайт. Объем оперативной памяти 5 кБайт. Питание от 2-х элементов типа 373 (D-size) по 1.5 В. Корпус пыле- и влагозащищенный. Передача данных на компьютер по USB. Скорость передачи – 115 кБд. Обеспечена возможность работы как в полностью автономном режиме, так и в режиме отображения собираемой информации на экране ПК в реальном времени.

Система обработки включает центральный процессор MSP430F1611 со встроенным 12-разрядным быстрым сэмплирующим АЦП и 4 периферийных процессора MSP430F2013 со встроенными 16-разрядными сигма-дельта АЦП. Внешний вид платы системы обработки информации представлен на рис. 3.

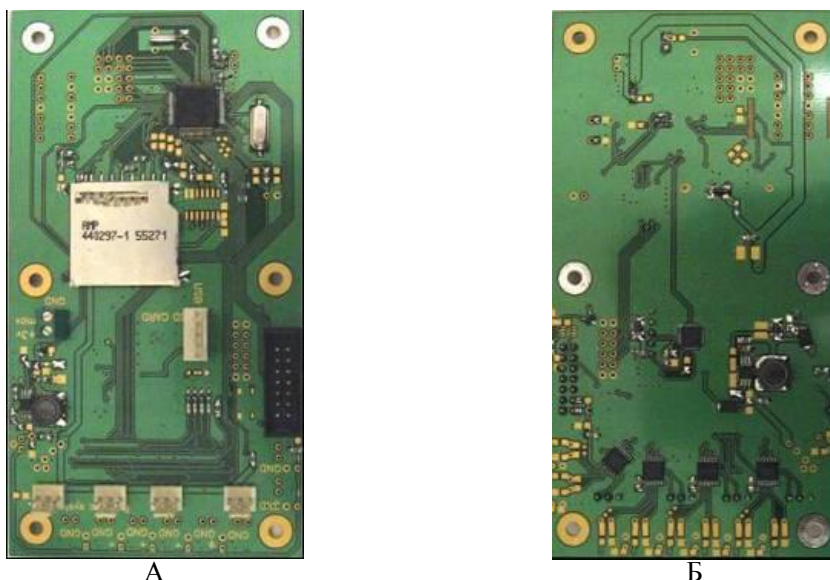


Рис. 3. Плата системы обработки информации программно-аппаратного комплекса.

А – вид платы со стороны процессора. Б – обратная сторона платы.

Периферийные процессоры осуществляют оцифровку и передачу на центральный процессор информации с датчиков пульса и датчиков давления. При этом датчики пульса оснащены интеграторами для усиления сигналов и фильтрации высокочастотных помех. Центральный процессор обеспечивает оцифровку и первичную обработку кардиографа, опрос периферийных процессоров, передачу результатов измерений на компьютер по USB, управление записью в флэш-карту, светодиодную индикацию работоспособности прибора. Аналоговая часть кардиографа выполнена на инструментальном усилителе AD622 и операционных усилителях с низкими шумами AD822.

Для управления работой программно-аппаратного комплекса, настройки датчиков и записи данных при обследовании пациента разработана специальная программа ПЭВМ, работающая в среде Windows XP/VISTA. Программа отражает на дисплее регистрируемые датчиками сигналы в виде функций от времени (рис. 4), автоматически корректируя масштаб и границы шкал для оптимального отображения сигнала. После установки датчиков в соответствии с задачами обследования и выхода их на рабочий режим может быть включена запись сигналов в файл на ПЭВМ или на флэш-карте внутри прибора. При записи на флэш-карту программно-аппаратный комплекс начинает работать в режиме, позволяющем отключить его от ПЭВМ. После завершения записи файлы преобразуются в текстовый формат, что позволяет легко импортировать их в любые программы обработки данных.

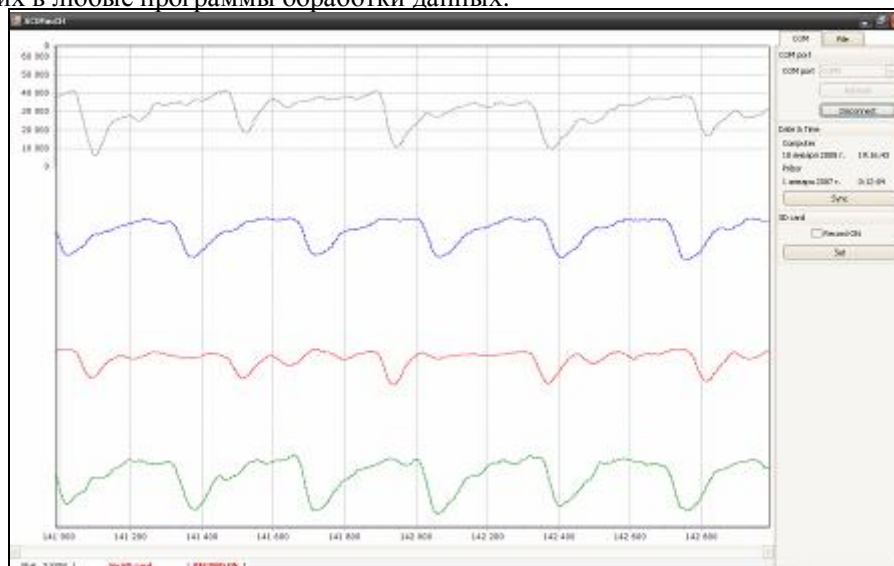


Рис. 4. Рабочее окно программы управления программно аппаратным комплексом с отображением сигналов датчиков пульса.

Проведенные тестовые измерения с использованием описанного программно-аппаратного комплекса показали совпадение регистрируемой используемыми датчиками формы пульсовой волны с описываемой в литературе. Это позволяет рассматривать его как перспективный инструмент для научно-прикладных исследований состояния сердечно-сосудистой системы в условиях, требующих уменьшения факторов, ограничивающих возможности перемещения испытуемого. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 07-01-00690).