

Разработка средства экспресс-диагностики сердечно-сосудистой системы спортсмена по данным осциллометрии

Шевцов В.В.¹, Шилько С.В.², канд. техн. наук, доцент
Кузьминский Ю.Г.²

*¹Белорусский университет транспорта, г.Гомель, Беларусь
²ГНУ Институт механики металлополимерных систем
им. В.А. Белого НАН Беларуси, г.Гомель, Беларусь*

При наличии большого ассортимента медицинских тонометров для регистрации основных параметров гемодинамики (артериального давления и частоты пульса) ощущается потребность в аппаратных средствах расширенной диагностики и мониторинга состояния сердечно-сосудистой системы спортсменов. Такие специализированные тонометры могут стать важным компонентом адаптивных тренажеров и средств индивидуальной реабилитации для спортивных клубов и национальных команд в различных видах спорта.

К настоящему времени в ИММС НАН Беларуси разработан оригинальный [1] метод биомеханической диагностики сердечно-сосудистой системы, реализованный в программном обеспечении «БИОДИС» [2]. Метод показал возможность быстрого определения ряда параметров гемодинамики состояния сердца и сосудов, в т.ч. обобщенных показателей (индексов), широко используемых при оценке физической подготовки и адаптационных возможностей спортсменов. Источником данных для расчета гемодинамических параметров является процедура осциллометрии.

Ниже рассматриваются аспекты разработки специализированного программно-аппаратного средства «СПАС», включающего вышеназванное программное обеспечение и функциональные блоки соответствующего электронного устройства (рисунок 1).

В блоке обработки первичного сигнала используется окклюзионная манжета, размещаемая на предплечье обследуемого. Регулирование давления в манжете производится микрокомпрессором, позволяющим точно задавать внешнее

воздействие на артерию, необходимое для реализации процедуры осциллометрии.

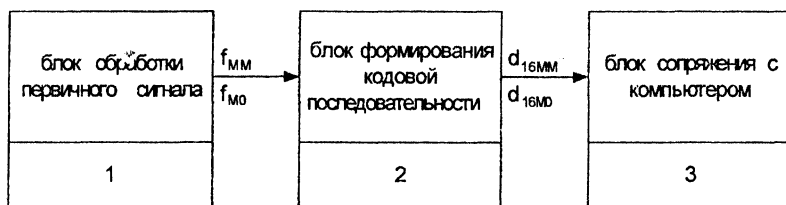


Рисунок 1 - Функциональные блоки аппаратной части «СПАС»

Для регистрации давления служит емкостный датчик, включенный в цепь генератора, формирующего последовательность сигналов для дальнейшего анализа. При изменении давления в манжете изменяется емкость конденсатора и, пропорционально, частота задающего генератора. Данный способ получения первичной информации применяется в большинстве приборов для измерения давления неинвазивным способом. К его достоинствам относится невысокая стоимость, возможность быстрого определения давления и высокая надежность. Недостатком является чувствительность к внешним помехам, что требует экранирования либо применения мостовых схем.

После аналого-цифрового преобразования сигнала формируется числовой массив. Алгоритмы обработки и анализа экспериментальных данных реализуются в программной части «СПАС».

Преобразование сигнала заключается в разбиении промежутка измерения $t_{\text{ИЗМ}}$ на отдельные временные интервалы (рисунок 2), длительность которых зависит от параметров генератора и датчика; в частности, в нашем случае оптимальная продолжительность, найденная в серии экспериментов, составила 2 мс. Для анализа изменения частоты производится разбиение всего промежутка измерения на отдельные участки фиксированной длительности (рисунок 2); частота определяется количеством импульсов на заданном участке исходя из соотношения $F_Y \sim N_{\text{И}}$.

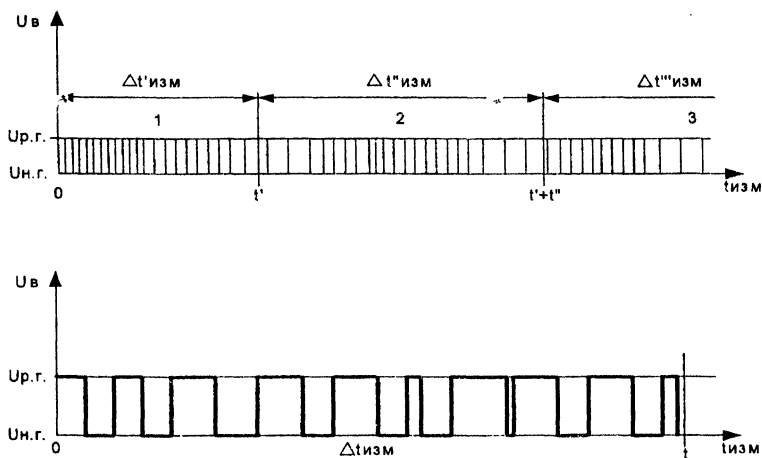


Рисунок 2 - Временная последовательность сигналов

Так как сигнал принимается с генератора с фиксированным диапазоном рабочих частот $f_{МО} \cdot f_{ММ}$, его преобразование осуществляется в блоке сопряжения с компьютером.

Точность измерений повышается с увеличением длительности измерения, но при этом теряется «результативность» (объем информации), которая пропорциональна числу измерений в единицу времени. При максимальной «результативности», соответствующей периоду измерений $1/f_{ГЕН}$, где $f_{ГЕН}$ – частота генератора, точность стремится к нулю (рисунок 3). Разрабатываемое средство предназначено для работы в режиме реального времени.

Основным компонентом блока сопряжения является микроконтроллер типа PIC16f8XX. В данном случае выбран PIC16f870i/sp, который выполняет основные функции по формированию числового массива для последовательного интерфейса. В качестве входной информации используются данные с входного генератора. Микроконтроллер с помощью внутренней программы производит математическую обработку изменяющихся частотных параметров для создания массива данных в формате,

необходимом для формирования пакетов передачи в модуле USART. При объединении расчетных промежутков формируется общая временная зависимость давления в манжете.

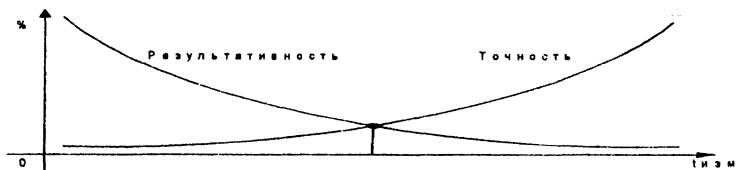


Рисунок 3 - Соотношение результативности и точности в зависимости от длительности измерений

Для частоты внешнего генератора $f_{\text{ММ}} = 1300$ кГц длительность периода, определяемая соотношением $T_{\text{к}} = 1/f_{\text{ГЕН}}$, равна 770 нс. Следовательно, при длине измерительного интервала 500 мс, число счетных импульсов на всем измерительном диапазоне составит 650000. Фактическая точность будет меньше в два раза. Для верхней и нижней границы давления экспериментально были найдены значения частоты 1 МГц и 1,3 МГц соответственно; таким образом, ширина частотного диапазона составляет 0,3 МГц.

Разрабатываемое специализированное программно-аппаратное средство «СПАС» призвано дополнить существующие инструментальные методы диагностики состояния сердечно-сосудистой системы, позволяя более полно оценить адаптационные возможности сердечно-сосудистой системы спортсменов и оптимизировать тренировочные режимы.

1. Яблучанский, Н.К. Основы практического применения неинвазивной технологии исследования регуляторных систем человека / Яблучанский Н.К, Мартыненко А.В., Исаева А.С. – Харьков, Основа, 2000. – 88 с.

2. Компьютерная программа БИОДИС V2.2 : свидетельство о регистрации №166 от 05.05.2010 / Ю.Г. Кузьминский, С.В. Шилько; заявка С20100043 от 23.04.2010 // Реестр зарег. комп. программ / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці.- Минск. – 2010.

3. Шилько, С.В. Программно-аппаратный комплекс для мониторинга сердечно-сосудистой системы на основе тонометрии / С.В. Шилько, В.В. Шевцов // Приборы и методы измерений.– 2011. – № 2(3). – С. 53–60.

УДК 615.8:617.7

Методические принципы функционирования стрелкового тренажера

Кедяров А.П., серебряный призер XXI летних Олимпийских игр, Сагайдак Д.И., канд. ф-м. наук, доцент
НМУ «Республиканский центр проблем человека» Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

Стрелковый тренажер предназначен для тренировки спортсменов и позволяет сопряженно формировать умения и навыки в таких действиях как: наведение оружия в зону прицеливания; действия по обработке спуска; управление параметрами дыхания и частоты сердечных сокращений.

Тренажер обеспечивает видеорегистрацию и визуализацию на экране монитора траектории и времени прицеливания; времени спуска и точности выстрела; амплитуды дыхательной экскурсии груди и живота; частоты и скважности пульса.

Результативность применения нового тренажера предопределяется специализированным алгоритмом предъявления спортсменам на экране и в наушниках последовательности базовых физических действий: зарядание оружия и визуализация предстоящих технических действий; управление дыханием; принятие исходного положения с переходом в изготовку для стрельбы; прицеливание (наведение оружия в район прицеливания); контроль пульса, обработка спуска; анализ пробойны (серии пробойн); восстановление ЧСС после выстрела (серии выстрелов). Синхронно с демонстрацией профессиональных действий предъявляются профессионально значимые компоненты психофизиологических состояний спортсмена: фронт дыхательной экскурсии; скважность и частота пульса и т.д.