

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОДОВ

Андреев С.А.

Ким В.Л.

Томский политехнический университет

saa1@tpu.ru

Введение

Разработка новых интеллектуальных модульных приборов с возможностью их последующей интеграции в единый аппаратно-программный комплекс, предназначенный для решения задач измерения биосигналов, на сегодняшний день является одной из актуальных задач. Возможности по развитию в данной области, прежде всего, связаны с появлением широкой номенклатуры высококачественных компонентов аналоговой и цифровой электроники. Перечислим характерные особенности аппаратно-программного комплекса (АПК) экспериментальных (научных) исследований в медицине:

- а) комплексы представляют собой совокупность аппаратных, программных и алгоритмических средств;
- б) основной задачей комплексов является получение максимума экспериментальной информации при заданных ограничениях;
- в) высокая надёжность комплекса;
- г) низкие затраты на эксплуатацию и использование унифицированных блоков.

Анализ научно-информационных источников, показывает, что разработка приборной базы для проверки медицинского оборудования на современном уровне предполагает применение передовых технологий проектирования интеллектуальных устройств сбора и обработки данных с высокочувствительных электродов, высокоскоростных интерфейсов и т.п.

Способы измерения параметров электродов

Рассмотрим некоторые существующие способы измерения отдельных параметров электродов. Анализ литературных и патентных источников показывает, что параметры и характеристики электродов определяются как поэлементно, так и комплексно. Наиболее полно требования к АПК и стендам для проверки и испытаний медицинских электродов описаны в ГОСТ 25995-83 [1]. В этом нормативном документе указывается, что у электродов необходимо измерять:

- разность электродных потенциалов;
- дрейф разности электродных потенциалов;
- напряжение шума;
- электромеханический шум;
- полное сопротивление электродов;
- напряжение поляризации.

Для измерения сопротивления электродов одновременно с полезным сигналом используют устройство для снижения шума и обнаружения ошибок электродов в медицинском оборудовании [2]. Суть метода заключается в измерении сопротивления путем добавления дополнительного электрода к телу человека, через который проходит сигнал с несущей частотой. Роль информационного сигнала исполняет считываемый биосигнал. Фильтр нижних частот отделяет сигнал несущей частоты от активного сигнала. Значение сопротивления для чувствительного электрода определяется на основе сигнала несущей части. Вычисленное значение сопротивления сравнивается с известным значением, для определения превышения допустимого значения сопротивления электрода.

Определение электрической непрерывности соединения между измерительным устройством и электродом производят с помощью системы для тестирования непрерывности соединения медицинских электродов. В данном подходе [3] определяется электрическая непрерывность соединения между измерительным устройством и электродом за счет «щипцов» специальной конструкции, которые подсоединяются к электроду. Идея состоит в том, что определяется замкнутость контура прохождения сигнала. Данное устройство соединено с устройством измерения, например, энцефалографом, на электрод подается напряжение. Через это соединение считывается сигнал, если он будет получен, то связь между энцефалографом и электродом есть, система работает нормально, если же его нет, то в цепи присутствует разрыв.

Существует система для измерения импеданса электродов одновременно с полезным сигналом. Патент описывает способ для определения сопротивления электродов в реальном времени на диапазонах частот, отличных от диапазона биологических частот [4]. Особенностью служит то, что ток, необходимый для измерения сопротивления, подается не мгновенно с полной амплитудой, а нарастает постепенно. Эта система является портативной, с автоматической калибровкой, автоматическим распознаванием качества входного сигнала, удалением артефактов.

Автоматизированная установка для проверки хлор-серебряных электродов УПЭ-2 предназначена для проверки электродов и позволяет измерять основные параметры

электродов, согласно ГОСТ 25995-83, перечисленные ранее.

Установка выполнена на основе персонального компьютера и измерительного модуля сбора данных. Собственные шумы УПЭ-2 составляют ± 5 мкВ амплитудного значения в диапазоне частот от 2 Гц до 10 кГц. Такой уровень шумов не позволяет измерять шумы современных электродов аппаратными средствами.

Из проведенного выше обзора видна тенденция измерения параметров электродов в реальном времени, т.е. во время измерений биосигналов. С другой стороны, при таком подходе нет возможности измерения всех требуемых параметров и характеристик электродов с требуемой точностью и надежностью. Кроме этого, медицинские электроды должны проходить проверку перед введением в эксплуатацию, а также периодическую проверку.

Проектирование системы для измерения параметров электродов

Для решения задачи создания современной серии высокопроизводительной, прецизионной электронной аппаратуры для испытаний медицинских изделий с улучшенными характеристиками необходимо проведение исследований по следующим направлениям:

а) Разработка архитектуры АПК на основе применения электронных компонент высокой степени интеграции: процессоров цифровой обработки сигналов, микроконтроллеров, ПЛИС.

б) Развитие интерфейсных средств для взаимодействия со смежными системами и удаленными устройствами управления, сбора данных и преобразования сигналов.

В целях обоснования выбора оптимального варианта структуры АПК сформулируем основные принципы его построения. Принципы определяются на том основании, чтобы охватить современные тенденции развития приборных систем, а также, чтобы учесть специальную направленность АПК на задачи измерения электрических характеристик медицинских электродов. Выделим следующие принципы:

а) Гибкость, востребованность, рыночная привлекательность, конкурентоспособность.

б) Исполнение и размещение модулей обработки данных и модулей преобразования и передачи сигналов в одном конструктиве.

в) Отсутствие жестких конструктивных ограничений на исполнение функциональных модулей с возможностью информационного подключения модулей, выполненных в свободном формате и распределенных в пространстве объекта, к друг другу на основе единых спецификаций.

г) Учет будущих потребностей разрабатываемых проектов в области

медицинских исследований, а также планов приборного производства.

Исходя из перечисленных принципов, АПК может базироваться на архитектуре построения комплекса в виде аналоговой и цифровой модульной системы (рис.), выполненной средствами аналоговой и цифровой схемотехники [5].

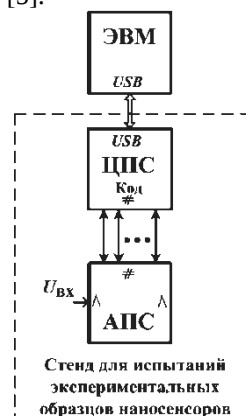


Рис. Структурная схема АПК

Аналоговая подсистема предназначена для усиления сигнала с электрода, фильтрации, формирования напряжений и токов, воздействующих на электрод при измерении его параметров. Цифровая подсистема оцифровывает аналоговые сигналы, полученные с аналоговой подсистемы, а также генерирует управляющие сигналы для нее. Обмен информацией с ЭВМ верхнего уровня производит по USB интерфейсу.

Заключение

Проведенный анализ методов и средств построения АПК для испытаний экспериментальных образцов электродов позволил определить возможные направления исследований по созданию АПК, а также выбрать оптимальный вариант структуры.

Список использованных источников

- ГОСТ 25995-83. Электроды для съема биоэлектрических потенциалов. Общие технические требования и методы испытаний. // Москва: Издательство стандартов. – 1987. – 25 с.
- Kaiser W., Weber H., Winter W. Method and apparatus for reducing noise and detecting electrode faults in medical equipment. – Dec 05, 2002. – 0183797 A1.
- Paterson, William G., Blaha, Derek M. Method and system for continuity testing of medical electrodes. – Aug 24, 2005. – 1566645 A2.
- Bibian S., Zikov T. Method and system for electrode impedance measurement. – Dec 01, 2011. – 0295096 A1.
- Kim V.L., Andreev S.A., Merkulov S.V. Installation for researching medical electrode // XV Russia-Korea Conference on Science and

XIV Международная научно-практическая конференция студентов аспирантов и молодых учёных
«Молодёжь и современные информационные технологии»

Technology: proceedings. Ekaterinburg. – July 4-5,
2014. – pp. 120-123.