УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЭЛЕКТРОНЕЙРОМИОГРАФИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ЧЕЛОВЕКА

Григорьев М. Г., Турушев Н. В., Авдеева Д. К

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Электронейромиография (стимуляционная миография) – набор методов диагностики системы человека мышцы-нервы. Благодаря этой сфере медицинской диагностики можно подробно изучать взаимодействие нервной системы человека с его мышцами, а так же нервную и мышечную активности как отдельные явления. Отличительной особенностью электронейрографии является стимуляция исследуемых областей организма внешними факторами (электрическая стимуляция, магнитная стимуляция, оптическая стимуляция, акустическая стимуляция, механическая стимуляция).

Стимуляционная миография имеет огромный спектр применения и позволяет определить большой перечень параметров нейромышечной активности: скорость распространения возбуждения по моторному нерву, по чувствительным волокнам; моторный ответ мышцы; поздние нейрографические феномены; мигательный рефлекс; надёжность нервно-мышечной передачи [1].

Электронейромиограф включает следующие блоки: наносенсоры, блок стимуляции, блок усиления биосигналов, блок фильтрации биосигналов, блок обработки биосигналов, устройство отображения информации, накопитель измерительной информации.

Электроды обеспечивают снятие биопотенциалов с диагностируемого органа, блок усиления усиливает получаемые сигналы до уровней, удобных для обработки их в блоке обработки. Блок фильтрации очищает сигнал от шумов. Блок обработки обычно содержит в себе АЦП высокого разрешения и высокочастотный микроконтроллер, который обеспечивает обработку информации и управляющий интерфейс. Блок индикации отображает результат измерения, в качестве индикатора может выступать как встраиваемый в устройство дисплей с драйвером, внешний дисплей, либо персональный компьютер. Блок стимуляции используется как дополнительная опция для проведения стимуляционной миографии.

Разрабатываемый прибор включает в себя следующие функциональные блоки: наносенсоры, блок усиления сигналов, блок обработки сигналов, накопитель информации, стимулятор. Отличительной особенностью прибора является отсутствие в нём фильтрующих блоков, данное решение позволяет проводить более подробный анализ активности мышцы с минимальной потерей информации, которая в случае фильтрации теряется.

Сигнал с наносенсоров поступает в блок усиления сигналов. Блок усиления сигналов производит масштабное увеличение сигнала до размеров, удобных для обработки сигнала. В блоке обработки сигналов происходит: преобразование аналоговых сигналов в цифровую и последующая его обработка и запись в накопитель информации, управление стимулятором, осуществление связи прибора с персональным компьютером и передача информации из встроенного накопителя.

При создании прибора поставлена задача – разработать прибор более высокого разрешения с нановольтовой шкалой измерений и с возможностью измерения постоянного биопотенциала для исследования мышечной ткани и выявления новых особенностей измеряемых биопотенциалов. Исследования в области биопотенциалов мышечной ткани уровнем (100-200) нВ в полосе частот от 0 до 100 Гц позволят более тонко понять механизм работы мышцы и связанной с ней нервной системой, что, возможно, в будущем приведёт к диагностике заболеваний и патологий на самых ранних стадиях их развития [2].

Разрабатываемый прибор обладает следующими характеристиками:

- диапазон измерения – от ⁺⁄₋ 0.2 мкВ до ⁺⁄₋ 100 мВ;
- частота дискретизации – 2000 Гц;
- минимальная ступень квантования – 20 нВ;
- регулировка коэффициента усиления – 1, 2, 4, 8, 16, 32.

Тестовые измерения, проведённые на приборе для бицепса пациента с выраженной мышечной дистрофией с применением акустической стимуляции нервной системы человека, показали, что прибор обеспечивает диагностику малых величин напряжений мышцы. Для более тщательного отслеживания реакции на стимуляцию дополнительно снимались электрокардиограмма и кожно-гальваническая реакции. В процессе стимуляции амплитуда миограммы начинала нарастать из-за психологического напряжения, вызванного серией звуковых эффектов, и понижалась, при привыкании пациента к стимуляции. В дальнейшем планируется повышение автоматизации прибора, его тестирование и накопление результатов миографических исследований.

Литература:

1. Николаев С.Г. Практикум по клинической электромиографии. – Иваново: 2008. – 264 с.
2. Авдеева Д.К., Лежнина И.А., Южаков М.М. Перспективы улучшения качества снимаемых электродами физиологических параметров человека// Теория, методы и средства измерений, контроля и диагностики: Материалы VIII Международной научно-техн