

УДК 616.71, 681.2.08

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЭЛЕКТРОНЕЙРОМИОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ЧЕЛОВЕКА

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

Национальный Исследовательский Томский Политехнический Университет

Статья получена 29 марта 2014 г.

Аннотация. В статье рассмотрены методы электронеуромиографического исследования мышц. Произведён анализ существующих конфигураций приборов российского и зарубежного рынков электронеуромиографической диагностики. Рассмотрен прибор, разрабатываемый в Институте Неразрушающего Контроля Национального Исследовательского Томского Политехнического Университета, его функциональная схема и основные характеристики. В статье акцентируется внимание на применении более чувствительного оборудования для более глубокого изучения человеческого организма. Приведены результаты проведённых измерений с помощью разработанного прибора.

Ключевые слова: электронеуромиограф, электромиография, биопотенциал, электронеуромиография, медицинские приборы, применение хлорсеребряных наносенсоров.

Abstract. This article describes the methods of muscles electroneuromyographic research. The analysis of the existing electroneuromyographic diagnostics instruments configurations Russian and foreign markets is made. The instrument, developed in the National Research Tomsk Polytechnic University, its functional layout and main characteristics are considered. The article focuses on the use of more sensitive equipment to a better understanding of the human body. The results of the measurements using the developed device are presented.

Key words: Electroneuromyograph, electroneuromyography, electromyography, action potential, medical devices, the use of silver chloride nanosensors.

Психофизиологическое состояние человека влияет на любой результат его деятельности и продолжительность его жизни. По этой причине существует необходимость в разработке новых и усовершенствовании старых методик исследования организма и диагностики заболеваний.

Человеческий организм страдает от многих физиологических нарушений работы мышц. Причины таких нарушений могут быть связаны как с генетическими патологиями, отравлением различными веществами, вирусными заболеваниями, физическими травмами, психосоматическими синдромами. К таким заболеваниям можно отнести миастении, миопатии, миотонии. Для диагностики и лечения заболеваний необходимо внедрение и разработка специальных технических средств, позволяющих определить предрасположенность к заболеванию или диагностировать его на ранних стадиях.

Электромиография – сфера медицинской диагностики, направленная на исследование активности мышечной ткани посредством регистрации ее биоэлектрических потенциалов.

Необходимость объединения нескольких видов диагностик в медицине для более гармоничного исследования и совпадение принципов работы приборов для проведения этих исследований привели к синтезу новых методик, в результате такого синтеза возникла методика, объединяющая миографию и нейрографию – электронейромиография.

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, вот некоторые из них: скорость распространения возбуждения по моторному нерву; скорость распространения возбуждения по чувствительным волокнам; моторный ответ мышцы; поздние нейрографические феномены; мигательный рефлекс; надёжность нервно-мышечной передачи [1].

Приборы, осуществляющие диагностику мышечной активности, называются электромиографами, а применяемые в электронейромиографии электромиографами. В связи с тем, что возникает необходимость в более универсальных приборах с большим количеством функций, разработчики большее предпочтение отдают созданию электронейромиографов.

Простейший электронейромиограф включает следующие функциональные блоки: электроды, 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.

В существующих в настоящее время приборах имеются несколько комбинаций функциональных блоков следующей конфигурации: электронейромиограф без встроенного индикатора с интерфейсом связи с персональным компьютером (ноутбуком), прибор на базе персонального компьютера (ноутбука). К первой конфигурации можно отнести комплекс аппаратно-программный для оценки электрической активности мышц

МИОКОМ ОАО ОКБ «Ритм», ко второй группе можно отнести прибор KEYPOINT PORTABLE производства компании MEDTRONIC (USA). Первая конфигурация позволяет использовать прибор для исследования организма в динамике без использования дополнительных средств (велозгометров, тредмилов). Вторая – позволяет осуществлять мониторинг мышечной активности в реальном времени. Благодаря встроенному интерфейсу связи обе конфигурации позволяют проводить анализ полученных данных с помощью цифровых средств, тем самым облегчая работу персоналу и уменьшая вероятность возникновения ошибок.

Разрабатываемый прибор включает в себя следующие функциональные блоки (рис. 1): электроды, 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.

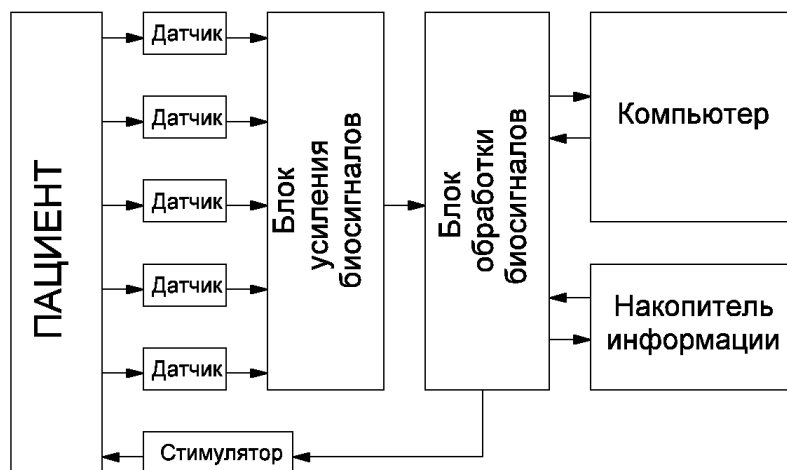


Рис. 1. Функциональная схема прибора

В качестве электродов используют наноэлектроды. 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 уровня (100-200) нВ в полосе частот от 0 до 100 Гц позволят более тонко понять механизм работы мышцы и связанной с ней нервной системы, 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.

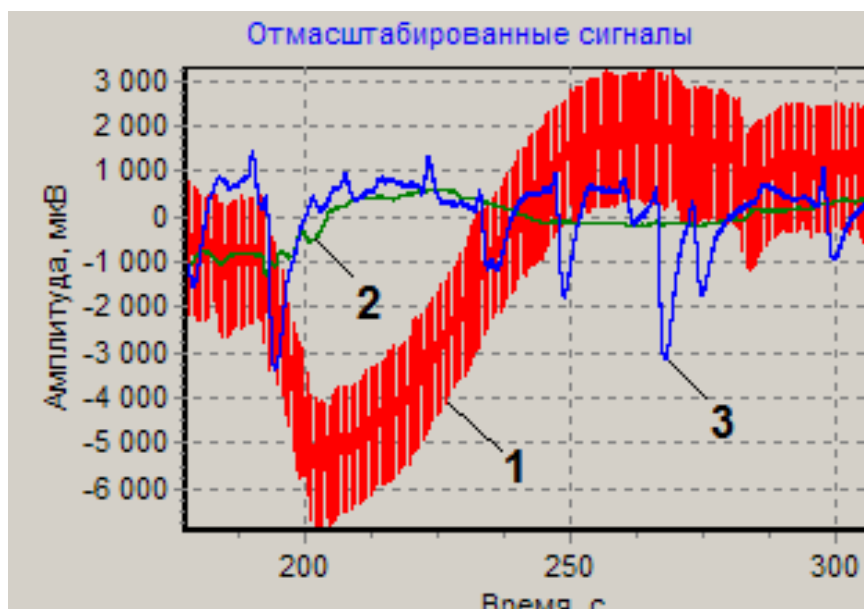


Рис. 2. Запись регистрации биопотенциалов: 1-ЭКГ, 2-ЭМГ, 3-КГР

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 (рис. 2, линия 2). Для более тщательного отслеживания реакции на стимуляцию дополнительно снимались электрокардиограмма (рис. 2, линия 1) и кожно-гальваническая реакции (рис. 2, линия 3). В процессе стимуляции амплитуда миограммы начинала нарастать из-за психологического напряжения, вызванного серией звуковых эффектов, и понижалась, при привыкании пациента к стимуляции, начиная с 250 секунды. 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-технической конференции. – Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2007. – с. 51-53.