

*В. О. Черешнев**

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ И АНАЛИЗА ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Одна из наиболее сложных проблем современной неврологии – анализ физиологического и вегетативного состояния. Решение данной проблемы кроется в области функциональной диагностики и ведет к необходимости создания устройства для регистрации двигательной активности, имеющего небольшие габариты и вес, не создающего неудобства, имеющего простую и недорогую конструкцию.

По данным статистики Минздрава России на 2017 год, каждый год регистрируется более 2 млн. новых пациентов с неврологическими заболеваниями. На данный момент наиболее эффективным средством диагностики заболеваний нервной системы является аппарат магнитно-резонансной томографии, позволяющий с помощью явления ядерного магнитного резонанса получать томографические срезы внутренних органов и тканей. Однако ввиду чрезвычайно сложной конструкции и требованиям к эксплуатации, доступность исследования мала. Также на практике повсеместно применяется аппарат электроэнцефалографии, исследующий биоэлектрическую активность головного мозга. Прибор позволяет выявить воспалительные заболевания, опухоли головного мозга и приступы эпилепсии. Недостатками метода электроэнцефалографии является невозможность определения точной нозологии, диагностики заболеваний вегетативной нервной системы и очень низкое пространственное разрешение.

Разработка портативного автоматического медицинского акселерометра предоставит современной неврологии доступную диагностику и контроль здоровья пациента.

Портативный автоматический медицинский акселерометр представляет собой браслет, содержащий интегральный акселерометр, карту памяти и батарейку, выполненный на основе платы ArduinoNano. Настоящий прибор являет собой инновационный метод регистрации двигательной активности человека – акселерометрию. Во время использования прибора данные о двигательной активности сохраняются на карту памяти, после чего обрабатываются в специальном программном обеспечении, использующем методы прикладной статистики и данные нормативной базы клинических исследований.

* Работа выполнена под руководством д-ра мед. наук, проф. ФГБОУ ВО «ПГТУ» А. В. Горбунова.

Такой подход к диагностике позволяет регистрировать гипокинезию, гиперкинезию, различные виды тремора, приступы эпилепсии, проводить круглосуточный мониторинг состояния пациента, оценивать динамику физического, физиологического и вегетативного состояния, а также определять эффективность приема лекарственных средств.

В рамках разработки проекта поставлены следующие задачи:

- реализация аппаратной части продукта;
- разработка и отладка программной части изделия;
- разработка сервиса для связи между пациентом и лечащим врачом;
- проведение клинических испытаний для формирования нормативной базы;
- разработка, отладка и внедрение алгоритмов обработки данных двигательной активности.

В качестве решения предложено использовать портативный автоматический медицинский акселерометр для регистрации двигательной активности конечности человека. Полученные данные отправляются на сервер пациентом посредством клиентского приложения. Сервер проводит анализ входящего пакета данных с помощью методов прикладной статистики, принимая за эквивалент нормативную базу клинических испытаний. После обработки информации лечащий врач получает выходные данные, свидетельствующие о наличии неврологических заболеваний и эффективности приема лекарственных средств.

Предлагаемое устройство для реализации способа является измерительной системой, представляющей собой измерительно-вычислительный комплекс. Входная информация (двигательная активность конечностей пациента) вызывает изменение состояний информационного сигнала на выходах измерительного компонента ИВК, закрепленного на запястье пациента, измерительным компонентом которого является трехосный акселерометрический датчик с аналоговым или дискретным выходным сигналом, который поступает на соответствующие входы микроконтроллера, являющегося комплексным и вычислительным компонентом ИВК. Результаты измерений и вычислений по проводникам передаются и сохраняются в виде файлов на внешнем запоминающем устройстве (например, microSD-карта). Для функционирования ИВК предусмотрена программа, скомпилированный модуль которой загружен в постоянную память микроконтроллера и которая позволяет проводить несколько десятков синхронизированных по времени измерений и регистраций в секунду по трем

координатным пространственным осям, что является не предельным количеством для данного устройства, но достаточным количеством для данного исследования. Электропитание ИВК осуществляется от гальванического источника напряжением 5...9 V и рабочим током 30...35 mA (зависит от типа карты памяти) и емкостью, достаточной для проведения измерений в течение не менее 10 часов.

Таким образом, тип электропитания и принципиальная конструкция компонентов ИВК, которая не предполагает электрического контакта с телом пациента, позволяют конструктивно выполнить ИВК в виде малогабаритного унитарного устройства, компоненты которого смонтированы на текстильной ленте-застежке типа «липучка», что позволяет легко адаптировать ИВК к пациентам с различными анатомическими данными и доставлять им минимум неудобств при использовании устройства.

Прототипом настоящего устройства является актиграф. Прибор представляет собой инклинометр, измеряющий проекцию суммы всех сил, приложенных к его корпусу. Применяется для оценки продолжительности и характера сна в качестве относительно простого и удобного метода. Недостатком прибора является проблема интерпретации данных ввиду отсутствия серьезных исследований.

Также аналогом акселерометра является фитнес-трекер – компактный носимый гаджет, предназначенный для точного контроля физической активности человека. Он специально разработан для надежного мобильного контроля здоровья. Фитнес-трекер изобретен не очень давно, но его удобство и информативность уже сделали его популярным. Однако данный прибор не может войти в современную клиническую практику, так как отсутствуют клинические исследования, подтверждающие его эффективность.

Аналогом данной модели является «Мобильное диагностическое устройство» (патент на полезную модель № 128469), содержащее корпус, датчики контроля сердечно-сосудистой системы, температуры тела, датчики анализа гидрофильности тканей водного баланса организма, датчики двигательной активности и основной модуль. Недостатками данного устройства является избыточная информативность и чрезвычайно сложная конструкция, а также то, что эксплуатация данного устройства требует специальных знаний и навыков в области медицины и информационных технологий. Также важно отметить высокую стоимость данного диагностического устройства в отношении представленного акселерометра.

Важно отметить, что у всех ближайших аналогов отсутствуют клинические испытания, подтверждающие эффективность приборов, а, следовательно, они не имеют эквивалентов и адекватных алгоритмов обработки информации.

Таким образом, портативный автоматический медицинский акселерометр представляет собой программно-аппаратный комплекс для регистрации двигательной активности, позволяющий оценивать динамику физического, физиологического и вегетативного состояния, а именно регистрировать гипокинезию, гиперкинезию, различные виды тремора, приступы эпилепсии, а также определять эффективность приема лекарственных средств.

Список литературы

1. Левин, О. С. Диагностика и лечение экстрапирамидных расстройств / О. С. Левин. – М., 2018. – 328 с.
2. Иллариошкин, С. Н. Руководство по диагностике и лечению болезни Паркинсона / С. Н. Иллариошкин, О. С. Левин. – М. : МЕДпресс-инфо, 2017. – 360 с.
3. Иллариошкин, С. Н. Дрожательные гиперкинезы / С. Н. Иллариошкин, И. А. Иванова-Смоленская. – М. : Издательский холдинг «Атмосфера», 2011. – 360 с.

Кафедра «Биомедицинская техника» ФГБОУ ВО «ТГТУ»