

ПРИМЕНЕНИЕ АКСЕЛЕРОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА ДЛЯ РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Применение акселерометрического метода для ранней диагностики заболеваний центральной нервной системы, сопровождающихся тремором.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы с увеличением численности пожилого населения в развитых странах отмечается неуклонный рост нейродегенеративных заболеваний (например, болезнь Паркинсона), а также наблюдается тенденция к преждевременному старению мозга у представителей более молодого возраста в связи с постоянными переутомлением и стрессами, неправильным питанием и вредными привычками.

Диагностика заболеваний центральной нервной системы (ЦНС) на ранних стадиях важна в связи с возможностью начала своевременного лечения, приостановки развития заболевания и дегенеративных процессов, происходящих в центральной нервной системе.

1. АКСЕЛЕРОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ДИАГНОСТИКИ

При дрожательно-ригидной и дрожательной формах болезни Паркинсона одним из характерных проявлений заболевания является тремор. В настоящее время основным способом оценки тремора при болезни Паркинсона и его динамики является клинический метод, основанный на описании клинической картины и оценки степени выраженности тремора в баллах по шкале UPDRS [1].

Для инструментальной диагностики тремора чаще всего используются следующие методы:

- электромиография (регистрируются электрические потенциалы, генерируемые мышечными волокнами в процессе сокращения);
- акселерометрия (измеряет ускорение движения конечностей);
- гироскопия (измеряются угловые скорости движения конечностей);
- тензометрия (регистрируется непосредственный тактильный контакт с тензометрическим датчиком);
- видеорегистрация и другие.

Акселерометрический метод относится к кинематическим методам, основной чертой которых является непосредственная регистрация колебательных движений с помощью миниатюрных сенсоров (датчиков) изготовленных по МЭМС-технологии. Суть метода заключается в измерении ускорения (проекции ускорения)

вдоль осей чувствительности X, Y и Z датчика. Акселерометрические датчики по типу конструкции подразделяют на: пьезоэлектрические, пьезорезистивные (силиконовые, пленочные) и емкостные.

Конструкция емкостного МЭМС акселерометра основана на измерительной ячейке, внутри которой размещена консоль с подвешенной инертной массой. На внутренние поверхности корпуса и поверхности массы нанесены электроды, что превращает конструкцию в систему из двух конденсаторов (рис. 1).

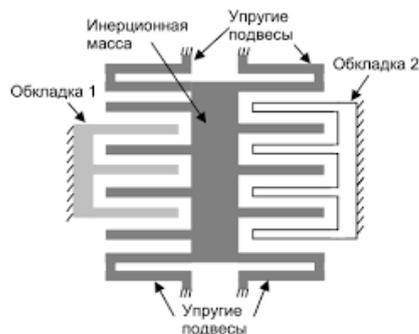


Рис. 1 – Конструкция емкостного акселерометрического датчика

Под действием ускорения инертная масса колеблется на упругих подвесах, что приводит к изменению расстояния между обкладками обоих конденсаторов и изменению их емкости. Изменение емкости конденсаторов вызывает изменение потенциалов на их обкладках, которое образует сигнал пропорциональный приложенному ускорению.

Акселерометрический метод используется для дифференциальной диагностики различных видов тремора, выявления характерных паттернов дрожательных гиперкинезов и может применяться в сочетании с электромиографией, электроэнцефаллографией и другими инструментальными методами.

Электронейрографические (ЭНГ) и электромиографические (ЭМГ) методы не обеспечивают получение полной информации о характере тремора и требуют дополнения клиническими тестами. В свою очередь акселерометрический метод позволяет исследование ведущих характеристик тремора - амплитуды, спектра частот и мощности тремора в определенной точке (рис. 2).

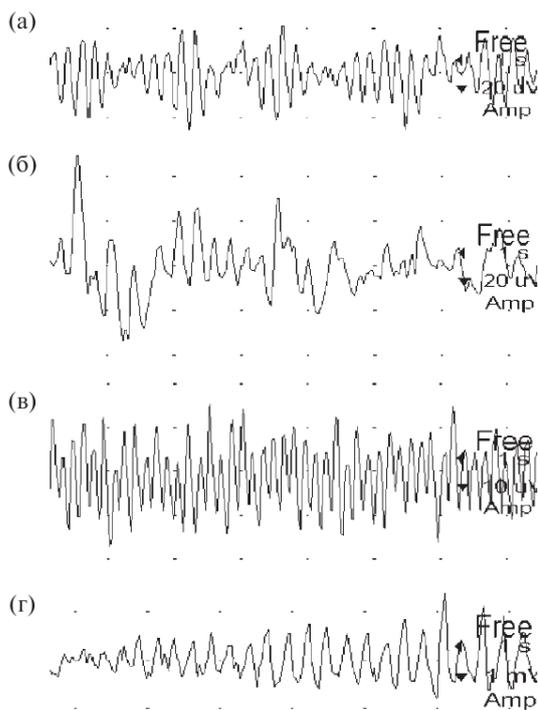


Рис. 2 – Результаты регистрация тремора акселерометрическим методом [2] (а – Паркинсональный тремор покоя; б – дистонический тремор покоя; в – эссенциальный тремор; г – постуральный тремор при гепатолентикулярной дегенерации)

II. АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ ЦНС НА ОСНОВЕ АКСЕЛЕРОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА

На схеме (рис.3) представлен аппаратно-программный комплекс для исследования параметров тремора, включающий в себя портативное устройство, реализованное на основе микроконтроллера и 3-х осевого акселерометрического датчика.

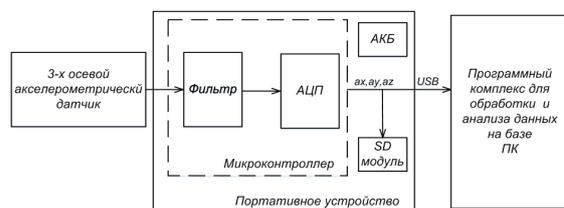


Рис. 3 – Схема аппаратно-программного комплекса для регистрации тремора

Данные с датчика (значения проекций ускорения по трем осям a_x , a_y и a_z) в виде уже уси-

Боброва Татьяна Сергеевна, аспирант кафедры теоретических основ электротехники БГУИР, t.bobrova@bsuir.by

Ярмолик Валерий Иванович, ассистент кафедры информационных технологий автоматизированных систем БГУИР, v.jarmolik@bsuir.by

Научный руководитель: Давыдов Максим Викторович, первый проректор БГУИР, кандидат технических наук, доцент, davydov-mv@bsuir.by

ленного аналогового сигнала считываются портативным устройством. Портативное устройство включает в себя фильтр низких частот, так как полезный сигнал является низкочастотным (чаще всего 3-12 Гц в зависимости от вида тремора), и важно убрать шумы и наводки, а также аналогово-цифровой преобразователь для преобразования аналогового сигнала в цифровой.

Портативное устройство имеет SD модуль для сохранения данных на карту памяти, в случае автономной работы или невозможности передавать данные для обработки в реальном времени. В качестве элемента питания используется аккумуляторная батарея.

С портативного устройства данные через USB-порт передаются на базовое устройство для дальнейшей обработки и анализа сигнала. В роли этого устройства могут выступать персональный компьютер, ноутбук, планшет или смартфон с установленным на него программным обеспечением, с помощью которого проводится частотный спектральный анализ сигнала тремора, вычисляется его амплитуда и мощность.

Наличие автономного режима работы у портативного устройства позволяет проводить мониторинг движения конечностей при ведении пациентом обычного образа жизни, что является важным для диагностики заболеваний центральной нервной системы на ранних стадиях, когда тремор слабовыражен и появляется время от времени. Такой режим позволит выявить и эссенциальный тремор, который появляется при движении конечностей.

III. Выводы

Таким образом, предлагаемое устройство реализует акселерометрический метод и может использоваться для ранней диагностики заболеваний центральной нервной системы, сопровождающихся различными видами тремора, так как позволяет проводить мониторинг движения конечностей в течение длительного времени.

Список литературы

1. Fahn, S. Unified Parkinson's Disease rating scale / S. Fahn, R. Elton, M. Goldstein // Recent Developments in Parkinson's Disease. – N-Y.: Macmillan Healthcare Information, 1987. – Vol.10. – P.153–163.
2. Иванова-Смоленская, И. А. Современные инструментальные методы регистрации тремора / И. А. Иванова-Смоленская, А. В. Карабанов, А. В. Червяков // Новые технологии. – 2011. – № 2. – С. 17–23.