

Т.Г. МАЩЕНКО, к.т.н., проф. НТУ «ХПИ»;
О.С. СОМХИЕВА, к.т.н., доц. НТУ «ХПИ»;
М.В. ДОВГАЛЬ, магистр НТУ «ХПИ»;

АВТОНОМНАЯ СИСТЕМА АНАЛИЗА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

В статье представлен прототип системы для анализа деятельности центральной нервной системы (ЦНС). Основным предназначением данной системы является сбор, интерпретация и представление конечному пользователю результатов обработки полученных при электроэнцефалографических исследования данных. С помощью данной системы можно исследовать биопотенциалы головного мозга, проводить диагностику различных заболеваний ЦНС. Также описывается за счет чего достигается минимизация затрат на себестоимость данной системы.

Ключевые слова: электроэнцефалография, диагностическая система, блок обработки информации, анализатор, модуль памяти, блок периферийных выводов.

Постановка проблемы. В настоящее время исследования ученых позволили значительно продвинуться в диагностике различных заболеваний, в том числе и заболеваний центральной нервной системы. Однако, несмотря на стремительно развивающиеся технологии, количество людей, страдающих от заболеваний ЦНС, растет. Особо остро стоит вопрос среди жителей удаленных населенных пунктов, бюджет которых не позволяет закупать дорогостоящее диагностическое оборудование и программное обеспечение, работающее в комплексе с приборами. Поэтому вопрос разработки бюджетной диагностической системы является актуальным.

Цель работы. Разработать портативный диагностический комплекс, имеющий низкую себестоимость, но в тоже время достаточную элементную и программную базу для полноценной обработки и анализа входных массивов данных, снимаемых при электроэнцефалографических исследованиях.

Введение. На сегодняшний день электроэнцефалография является одним из самых широко применяемых и доступных методов для диагностики изменений функционального состояния активности головного мозга.

Электроэнцефалография (ЭЭГ) – кривая, полученная при регистрации колебаний электрического потенциала головного мозга через покровы головы. Она отражает мозаику активности коры головного мозга, которая у здорового человека отличается определенной картиной, соответствующей гармонии протекания основных нервных процессов в мозге. При органической патологии мозга эта гармония процессов нарушается. На рисунке 1 изображен пример ЭЭГ, снятый во время эпилептического приступа.

ЭЭГ имеет возможность показать один из основных параметров работы нервной системы – ритмичность, которая отражает согласованность работы разных структур мозга.

© Т.Г. Машченко, О.С. Сомхиева., М.В. Довгаль 2015

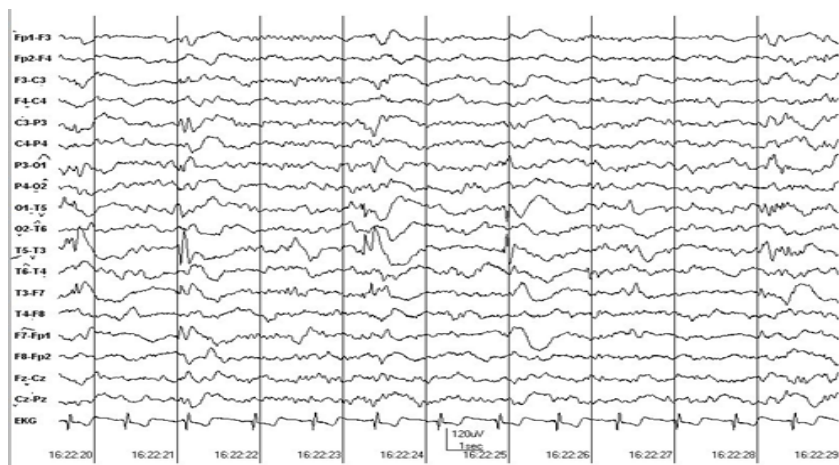


Рис. 1 – Пример ЭЭГ

Это означает, что при записи электроэнцефалограммы, имеется доступ к фактически механизмам обработки информации мозга. В свою очередь, это помогает обнаружить схему процессов, задействованных мозгом, показывая, как информация обработана мозгом. Именно эта возможность делает ЭЭГ уникальным методом диагностики.

Реализация. За основу диагностической системы возьмем анализатор биоэлектрических сигналов головного мозга, описанный в работе [2]. Общая функциональная схема системы представлена на рисунке 2.

Отличительной чертой данной системы от анализатора, предоставленного в работе [1], является наличие блока обработки информации – модуля системы, отвечающего непосредственно за интерпретацию, анализ полученных данных и представление конечному пользователю результата работы программы, а также хранение ранее полученных результатов.

Блок обработки информации – блок, разработанный по типу одноплатного компьютера – самодостаточного компьютера, реализованного на одной печатной плате, работающий под управлением какого-либо дистрибутива операционной системы Linux [2]. Он состоит из:

- центрального процессора;
- модуля оперативной памяти;
- модуля обработки и выдачи видеоизображения;
- модуля памяти;
- периферийных выводов.

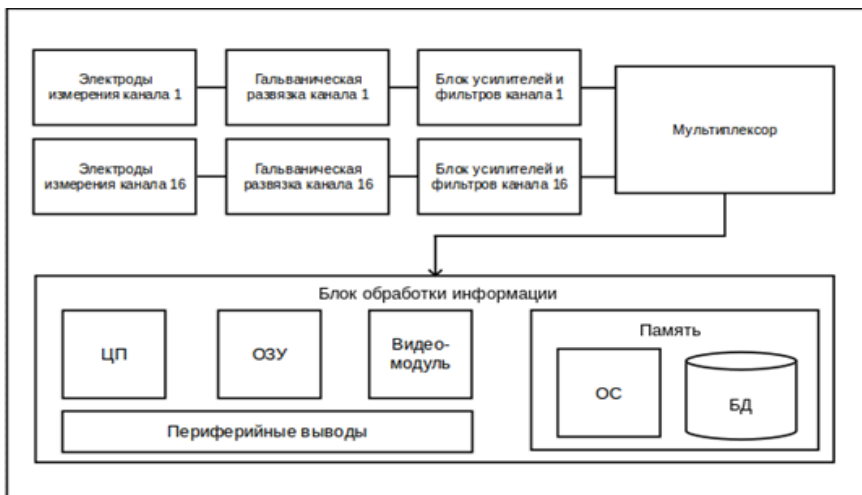


Рис. 2 – Функциональная схема системы

Центральный процессор – главная составляющая блока обработки информации. Для данной системы, учитывая цель сделать ее максимально доступной, подходят современные многоядерные процессоры, основанные на ARM архитектуре, со встроенным графическим чипом, позволяющие воспроизводить видеосигнал на уровне с мощными персональными компьютерами и ноутбуками.

В качестве модуля памяти, отдельно выделенного на функциональной схеме, выступает флеш-память, которая может быть реализована как карта памяти или как микросхема NAND.

Основным назначением модуля памяти является хранение файлов операционной системы, а также хранение базы данных, которая содержит в себе информацию о проведенных ЭЭГ исследованиях.

В блок периферийных выводов опционально выводятся необходимые последовательные/параллельные интерфейсы для подключения внешних модулей, монитора, клавиатуры, манипулятора “мышь”, lcd – дисплей, в случае, если нет возможности подключить полноценный монитор.

В качестве ПО для работы системы реализовано 2 основных программных модуля – пользовательский интерфейс и модуль, реализующий алгоритмы обработки полученных данных.

На рисунке 3 представлен пример пользовательского интерфейса программы WinEEG, которая на данный момент является одним из лидеров данного рынка программного обеспечения:



Рис. 3 – Программа WinEEG

При подаче питания на устройство, после загрузки операционной системы, автоматически запускается программа пользовательского интерфейса, через которую выбирается тип проводимого исследования, пациент, для которого проводится исследование, метод обработки полученной информации (например, спектральный или корреляционный [3]), время проводимого исследования, прочее.

После нажатия кнопки начала исследования, запускается задача, которая взаимодействует со встроенным в процессор АЦП и считывает с него данные. После получения данных, запускается модуль обработки, после чего результат сохраняется в базу данных и выводится в пользовательский интерфейс.

Для разгрузки пользовательского интерфейса, модуль обработки запускается в отдельном программном потоке.

В качестве системы управления базами данных может выступать как легковесные варианты для подобных встраиваемых систем (например, SQLite), так и полноценные СУБД, для управления которыми необходимо устанавливать специальное стороннее программное обеспечение (например, MySQL). Однако, так как данное программное обеспечение зачастую входит в состав готового Linux дистрибутива или доступно к свободному скачиванию из официальных источников, это не нарушает общую идею создания системы с низкой итоговой себестоимостью.

Для еще большего удешевления аппаратной части системы, вместо готового Linux дистрибутива возможно применение пакетов по типу Buildroot – набора файлов, который позволяют просто сгенерировать полноценную Linux систему, имеющую полный набор инструментальных средств и корневую файловую систему.

Минусом этого решения является то, что не все программные библиотеки поддерживаются такими системами, что либо увеличивает итоговое время разработки, либо делает использование некоторых готовых решений невозможным в принципе. Также подобное решение требует большей квалификации программиста, который будет разрабатывать и сопровождать программное обеспечение на всех его жизненных циклах.

Выводы. Рассмотренная система позволяет значительно расширить функционал ранее разработанного анализатора биоэлектрических сигналов головного мозга. Использование дистрибутива Linux в качестве операционной системы позволяет разработать более надежную и производительную автономную систему, а возможность передавать полученные в результате анализа данные на внешний сервер, позволяет упростить создание единого медицинского реестра страны.

Список литературы: 1. *Мащенко Т.Г., Тоноян Т.А.* Снятие и обработка биоэлектрических сигналов головного мозга /Мащенко Т.Г., Тоноян Т.А // Вісник НТУ «ХПІ». – Х. : НТУ «ХПІ», 2014. – № 15 (1058). – С. 105–110 - ISSN 2079-083x. 2. *Лав Р* – Linux, Системное программирование / Лав. Р // Санкт-Петербург: Изд-во «Питер», 2014. – 448 с. 3. *Сахаров В.Л., Андрееenko А.С.* Методики и алгоритмы цифровой обработки сигналов: учебн. пособие / *Сахаров В.Л., Андрееenko А.С.*// Таганрог: Изд-во «Антон», 2000 – 45 с.

Bibliography (transliterated): 1. Mashhenko T.G., Tonojan T.A. *Snjatje i obrabotka biojelektricheskih signalov golovnogo mozga* /Mashhenko T.G., Tonojan T.A // Visnik NTU «KhPI». – Kharkiv. : NTU «KhPI», 2014. – No 15 (1058). – p. 105–110. 2. Lav R *Linux, Sistemnoe programmirovanie* / Lav. R // Sankt-Peterburg: Izd-vo «Piter», 2014. – 448 p. 3. Saharov V.L., Andreenko A.S. *Metodiki i algoritmy cifrovoj obrabotki signalov: uchebn. posobie* / Saharov V.L., Andreenko A.S.// Taganrog: Izd-vo «Anton», 2000 – 45 p.

Поступила (received) 20.05.2015