

УДК 004.383.3

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ СИСТЕМА СБОРА И ОБРАБОТКИ БИМЕДИЦИНСКИХ СИГНАЛОВ ГОЛОВНОГО МОЗГА

*Гайдаржи Г. М., Кравченко С. О.,
д. т. н., проф. Ситников В. С.*

*ГВУЗ «Одесский национальный политехнический университет»,
г. Одесса*

Электроэнцефалография является методом изучения функциональных возможностей головного мозга человека и широко применяется в медицине и физиологии, в частности, как метод диагностики либо инструмент для научных исследований.

Основой метода является электрическая активность отдельных нейронных узлов. График электроэнцефалограммы представляет собой запись изменений электрических потенциалов во времени, который регистрируется на поверхности черепной коробки. В данном случае, потенциал является интегральным результатом электрической активности большого числа нейронов.

В настоящее время используется широкий спектр методов анализа электроэнцефалограмм (ЭЭГ), основными из которых являются спектральный анализ и визуальная диагностика[1].

Однако данные методы обладают одним существенным недостатком – они ориентированы на исследование работы головного мозга в целом, не касаясь практически локальных активностей в среде специализированных нейронных узлов.

Наиболее существенной проблемой развития методов и алгоритмов обработки и анализа [2, 3], описывающих динамику нелинейных систем на микроуровне, является требование к относительно большому вычислительным ресурсам.

Поэтому актуальной задачей является построение эффективного алгоритма, который способен наилучшим образом использовать доступные аппаратные средства с целью получения фундаментальных и практических представлений о динамике межнейронных взаимодействий в автоматическом режиме.

Таким образом, на первом этапе целью данной работы является разработка специализированной компьютерной системы сбора и

обработки сигналов головного мозга для выделения и локализации отдельных участков головного мозга, отвечающих за моторно-двигательную активность человека.

Структурная схема специализированной компьютерной системы сбора и обработки биомедицинских сигналов головного мозга показана на рис. 1. Следует отметить, что наиболее сложной частью является модуль обработки и анализа данных.

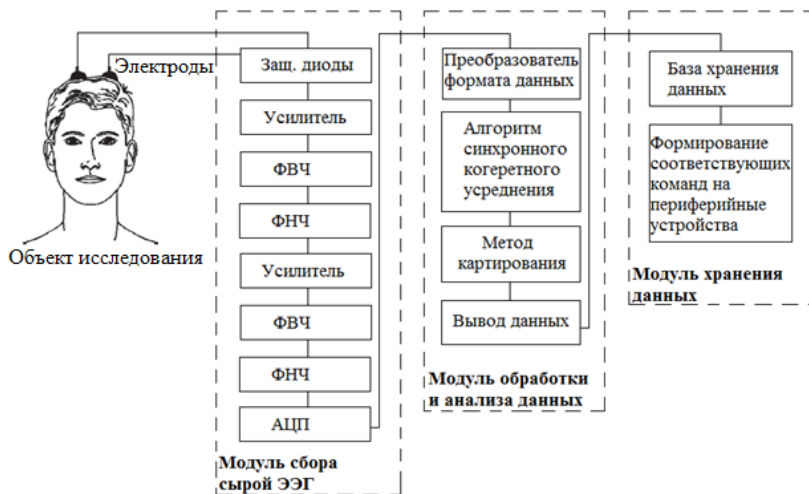


Рис. 1. Структурная схема системы

Располагая относительно небольшими вычислительными ресурсами и проведя анализ существующих методов обработки ЭЭГ [1-2], можно выделить два метода для предварительной обработки – это метод синхронного когерентного усреднения и метод абсолютного картирования.

Метод синхронного когерентного усреднения позволяет выделить вызванные потенциалы (ВП), как ответную реакцию мозга на какие-либо внешние или «мнимые» раздражители. Чтобы определить точку локализации электрической активности нейронов связанной с ВП воспользуемся методом абсолютного картирования.

Такая цепочка обработки позволяет увидеть конкретные узлы, где наблюдается пиковая активность по соответствующему раздражителю. Данная последовательность обработки сигналов ЭЭГ реализована на языке программирования Java.

Выделение связанных с событиями потенциалов (ССП) основывается на таких допущениях:

а) при многократном повторении события результатом регистрации сигнала ЭЭГ является сумма ($SUM_i(t)$) спонтанной ЭЭГ $S_i(t)$ и потенциала, связанного с событием $P_i(t)$;

б) компонент $S_i(t)$ является случайно распределенной величиной в ряде последовательных повторений события;

в) компонент $P_i(t)$ является константой для каждого повторения, т. е. сигнал при i -м повторении события в момент t представляет сумму:

$$SUM_i(t) = S_i(t) + P_i(t)$$

Суммирование N сигналов, которые последовательно регистрируются при каждом повторении события, приводит к устойчивости компонента $P_i(t)$, в то время как, $S_i(t)$, являясь ошибкой среднего значения, изменяется пропорционально величине $1/N$. Это говорит о том, что, например, при исходном соотношении сигнал/шум – 1:1, вследствие суммирования 25 реализаций ЭЭГ полученный ССП будет сопровождаться отношением сигнал/шум 1:5, а при 100 реализациях – 1:10.

Пример результатов метода синхронного когерентного усреднения представлен на рисунке 2.

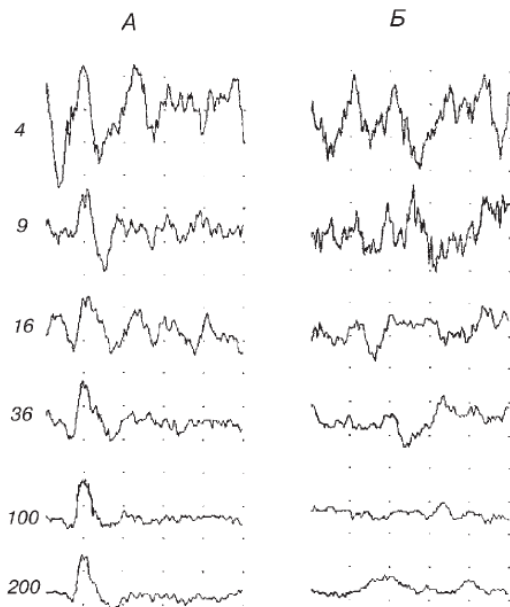


Рис. 2. Принцип выделения ВП методом синхронного когерентного усреднения

Реакция на стимулирующее воздействие в результате обработки показано на рис. 2А. Улучшение отношения сигнала ВП к шуму в процессе его выделения методом синхронного усреднения: показано при 4, 9, 16, 36, 100 и 200 усреднениях. Результат обработки при 4 усреднениях еще не виден, однако он начинает выделяться при 9 усреднениях, а надежно выделяется при 36 и отчетливо виден при 100 и 200 усреднениях.

При отсутствии стимулирующего воздействия метод синхронного когерентного усреднения позволяет уменьшить величину шума от 30 мкВ до 4 мкВ, рис. 2Б.

Метод абсолютного картирования заключается в представлении абсолютного значения амплитуды сигнала, при котором за максимум берется 100-150 мкВ, показания выше которых относят к грубым патологиям. Амплитуду выше изобразим белым цветом, а распределение остальных значений проведем согласно основной цветовой шкале относительно указанного максимума. Пример построения карты в режиме абсолютного картирования с подачей на вход результатов метода синхронного когерентного усреднения представлен на рис. 3, согласно схеме расположения датчиков, изображенной на рис. 3.

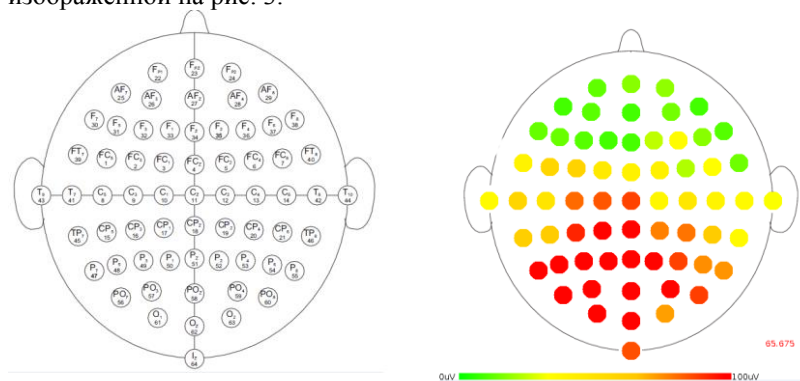


Рис. 3. Схема расположения датчиков и локализация ВП при сжатии правой руки

Комбинация методов, представленная в данной работе, позволяет значительно сократить время вычислений, а механизмы её

автоматической работы исключают вмешательство оператора в процесс обработки исходного сигнала.

Полученные результаты при обработке на специализированной компьютерной системе совпадают с данными исследований в данной области, которые были получены альтернативными методами анализа [2].

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Мухортых С.А., Семечкин Р.А. «Спектральные методы анализа магнитных электроэнцефалограмм», 2008 г. Электронный ресурс: <http://www.isa.ru/proceedings/images/documents/2008-33/236-250.pdf>
2. Сахаров В.Л., Андреевко А.С. Методы математической обработки электроэнцефалограмм. Таганрог: Антон, 2000. – 44с.
3. Гусельников В.И. Электрофизиология головного мозга локализация ВП при сжатии правой руки. М.: Наука, 1976. – 423с.
4. Меклер А.А. Обработка ЭЭГ методами фрактального анализа. // Рос.физиол. журн. им. И.М. Сеченова. – Т. 90, 2004. – №8 – С. 77.
5. Розенблатт Ф. Принципы нейродинамики. Перцептроны и теория механизмов мозга. М.: Мир, 1965. – 480 с.
6. Сергиенко А.Б. «Цифровая обработка сигналов». СПб: ПИТЕР, 2002 г. – 605 с.