

УДК 612.741.1

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АНАЛИЗА И ОБРАБОТКИ ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЧЕСКОГО СИГНАЛА

Е. А. Кудинова, К. А. Мороз

Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Аннотация. В статье представлен разработанный авторами алгоритм математического моделирования электромиографического (ЭМГ) сигнала. Выявлена шумовая помеха, характерная для большинства электрофизиологических сигналов. Рассмотрена обработка исходного электромиографического сигнала с целью удаления значений, не превышающих шумовой порог. Ситуация смоделирована в среде MatLab. Сформулированы итоги работы, определены дальнейшие направления исследования.

Ключевые слова: электромиограмма, сигнал, статистический анализ, шум, система, моделирование.

SIMULATION OF THE SYSTEM FOR EMG SIGNAL ANALYSIS AND PROCESSING

Elena A. Kudinova, Kaleriya A. Moroz

Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

Abstract. The article presents an algorithm developed by the authors for mathematical modeling of an electromyographic (EMG) signal. The noise interference characteristic of the majority of electrophysiological signals is revealed. The processing of the initial electromyographic signal in order to remove values not exceeding the noise threshold is considered. The situation is modeled in the MatLab environment. The results of the work are formulated, further directions of research are determined.

Keywords: electromyogram, signal, statistical analysis, noise, system, modeling.

Введение. Биомедицинский сигнал электромиограммы обусловлен током, возникающим при мышечных сокращениях. Сигнал электромиограммы — это временная функция, как и другие электрофизиологические сигналы. Его параметры: частота, фаза и амплитуда. Этот сложный сигнал обусловлен анатомо-физиологическими свойствами мышц и контролируется нервной системой [1]. Информацию об ЭМГ-сигнале можно использовать для анализа различных процессов. В данной работе строится математическая модель ЭМГ-сигнала с шумовой помехой. Полученные данные фильтруются для статистического анализа электромиограммы.

Основная часть. При регистрации электромиограммы необходимо учитывать, что на электроды попадает не чистый сигнал, а суммарная информация от нескольких двигательных единиц. Кроме того, возможно наложение шумов и помех, как и при других электрофизиологических методах диагностики. Для биомедицинского приборостроения важно находить новые методы, позволяющие четко обнаружить сигнал ЭМГ и решить проблему наложения шума. От этого зависит точность клинической диагностики заболеваний, характеризующихся изменением ЭМГ-сигналов.

Разработка алгоритма анализа и обработки ЭМГ-сигнала. В современной диагностике электрофизиологических сигналов различной природы актуальна разработка новых алгоритмов выявления характеристики сигналов. В рамках данной работы важно получить точную информацию об ЭМГ-сигналах. Для этого рассчитаем среднюю амплитуду, площадь исследуемого сигнала и интерпретируем результат [2]. Авторский алгоритм анализа и обработки ЭМГ-сигнала представлен на рис. 1.

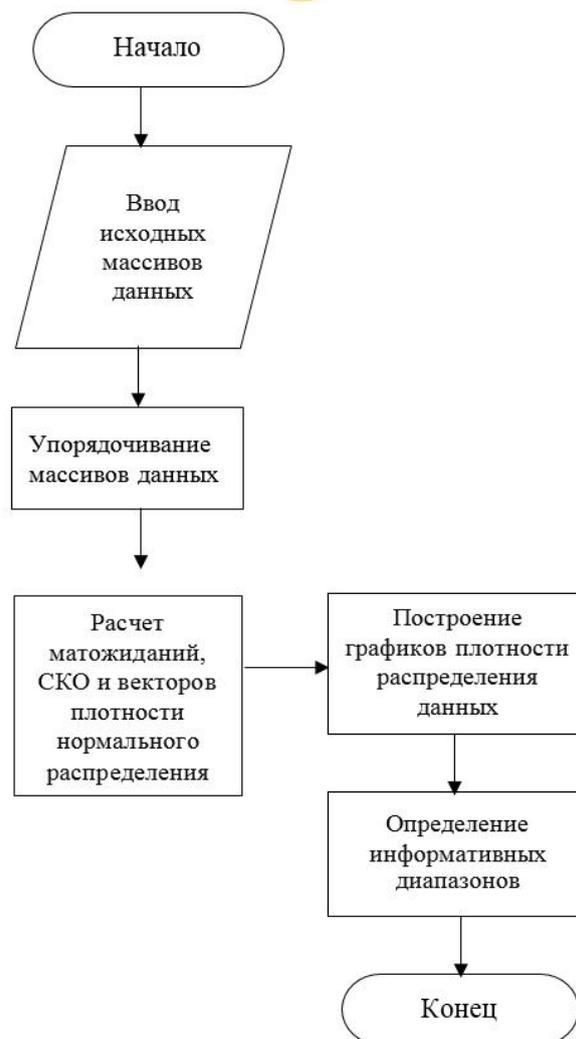


Рис. 1. Алгоритм статистической обработки ЭМГ-сигнала

Развитие электромиографии требует разработки программных алгоритмов и средств для анализа ЭМГ-сигнала. На рис. 2 и 3 представлен пример решения данной задачи.

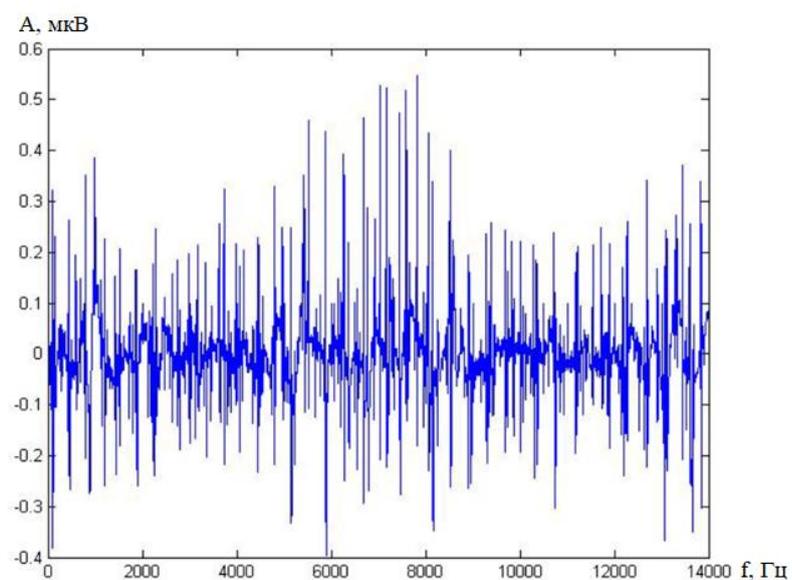


Рис. 2. Исходный ЭМГ-сигнал

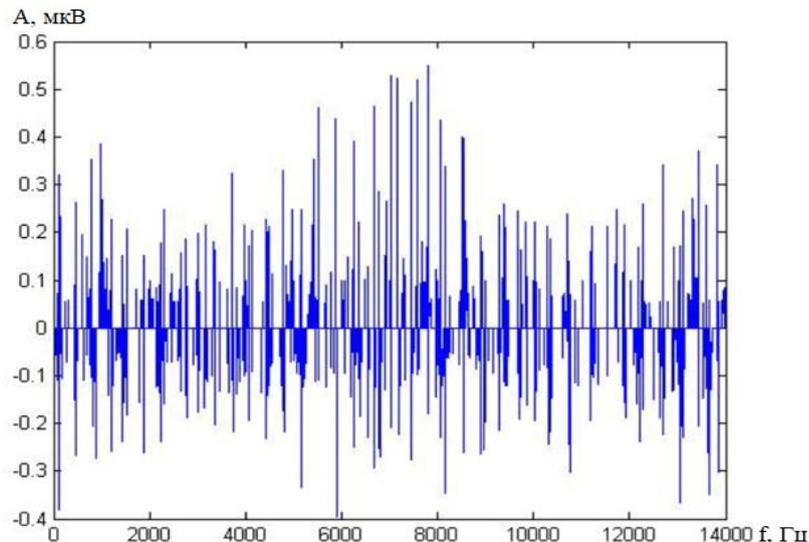


Рис. 3. ЭМГ-сигнал после удаления амплитуд, не превышающих шумовой порог

По описанному выше алгоритму выполняется расчет двух показателей ЭМГ-сигнала: средняя амплитуда и площадь. Алгоритм реализован в пакете прикладных программ MatLab. После расчета и получения модели сигнала авторы планируют разработать:

- систему статистического анализа ЭМГ-сигнала,
- самостоятельный графический интерфейс для исполняемого файла.

Для моделирования ЭМГ-сигнала (рис. 2) стартовыми показателями были амплитуда 0,5 мВ и частота 12,5 Гц. Программирование цикла позволило получить модель, содержащую шумовой компонент. На рис. 3 представлен ЭМГ-сигнал после удаления амплитуд, не превышающих шумовой порог. Полученные модели могут быть использованы для диагностики нервно-мышечных расстройств, так как в этом случае значимыми показателями являются частота генерации и форма потенциалов действия двигательных единиц.

Заключение. Полученные модели ЭМГ-сигнала применимы для диагностики нервно-мышечных заболеваний человека и аппаратной реализации управления протезом руки. Анализ полученной модели можно задействовать при разработке законов управления протезом для генерации процессов взаимодействия человека и протеза.

Библиографический список

1. Санадзе, А. Г. Клиническая электромиография для практических неврологов / А. Г. Санадзе, Л. Ф. Касаткина. — Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. — 64 с.
2. Reaz, M. B. I. Techniques of EMG signal analysis: detection, processing, classification and applications / M. B. I. Reaz, M. S. Hussain, F. Mohd-Yasin // Biological Procedures Online. — 2006. — № 8 (1). — P. 11–35.

Об авторах:

Кудинова Елена Андреевна, магистрант кафедры «Приборостроение и биомедицинская инженерия» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), lena.kudinova.1999@mail.ru.



Мороз Калерия Александровна, заведующая кафедрой «Приборостроение и биомедицинская инженерия» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), leramoroz@mail.ru.

About the Authors:

Elena A. Kudinova, Master's degree student of the Instrument Making and Biomedical Engineering Department, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), lena.kudinova.1999@mail.ru

Kaleriya A. Moroz, head of the Instrument Making and Biomedical Engineering Department, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), leramoroz@mail.ru