

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОНТРОЛЬ УСТАЛОСТИ МЫШЦ КОНЕЧНОСТЕЙ СПОРТСМЕНОВ

доц., к.т.н. Носова Т.В., доц., к.т.н. Жемчужкина Т.В.,
проф. д.т.н. Семенец В.В.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

Метод электромиографии дает возможность определить латентное время напряжения (ЛВН) и латентное время расслабления (ЛВР), то есть время, от начала действия раздражителя до ответной реакции мышцы. При улучшении функционального состояния нервно-мышечной системы у спортсменов показатели ЛВН и ЛВР уменьшаются и сближаются[1-2].

Спектральный анализ проводят не для всего периода измерения, а разбивая запись последовательно на короткие интервалы времени – 0,5–2 с. Если показатели медиан каждого отрезка расположить на плоскости координат, получим облако величин, отражающих динамику сокращения.

Аппроксимация с помощью прямой дает линию, называемую линией регрессии медиан частот (ЛРМЧ) (рис.1). Точка пересечения линии регрессии с осью ординат характеризует исходное состояние напряжения и называется стартовой медианой частоты (СМЧ), соответственно конечная точка характеризует конечную медиану частоты (КМЧ)[3].

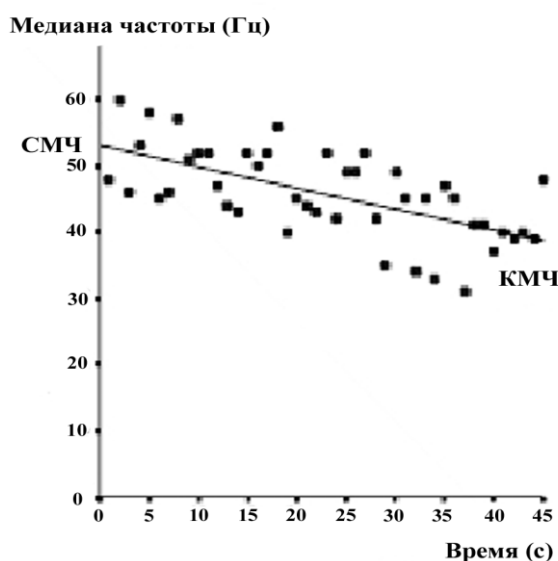


Рисунок 1 – Типичный пример динамики медианы частоты в течение 45 с мышечного напряжения

На рис.1 облако точек соответствует показателям медианы частоты спектра, рассчитанной для каждого фрагмента записи. Прямая – линия регрессии медианы частоты. СМЧ – стартовая медиана частоты, КМЧ – конечная медиана частоты. Наклон линии регрессии равен $-0,32$ Гц.

Степень наклона ЛРМЧ используют как меру утомления мышцы. Использование МЧС связано с тем, что этот показатель оказался менее

зависимым от шумов, всегда присутствующих в записи, и более чувствительным к электрическим процессам, происходящим в мышце во время напряжения. При экстраполяции результатов на клинический уровень необходимо помнить о том, что активность мышечных волокон не является периодической в математическом смысле, т.к. интервалы между отдельными импульсами всегда варьируют. В ряде работ показано, что ЛРМЧ демонстрирует сдвиг плотности мощности спектра в сторону низких частот, что связано с метаболическими факторами утомления. Физиологически более утомляемые и сильные волокна II типа вовлекаются при значительном мышечном усилии, что приводит к накоплению ионов водорода в мышечной мембране и расширению зоны деполяризации[3].

Таким образом, спектральные показатели электромиографического сигнала свидетельствуют о наличии усталости в мышце. Поэтому, предложен алгоритм и программная реализация (рис.2) для возможности контроля усталости мышц конечностей спортсменов в реальном масштабе времени [4-5].

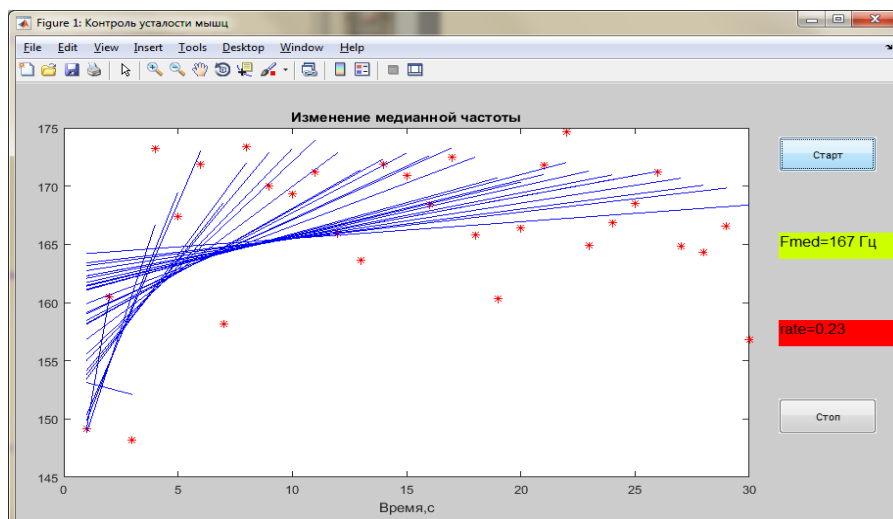


Рисунок 2 – Результаты анализа ЭМГ-сигнала на 30-й секунде

Разработан интерфейс с наглядной визуализацией результатов анализа: строятся графики в реальном масштабе времени, линейный регрессионный анализ осуществляется в реальном масштабе времени, цвет фона количественных показателей, отображаемых на экране, меняется в зависимости от степени изменения этих показателей для быстрого и удобного восприятия результатов анализа.

Литература:

1. Миллер Л.Л. Спортивная медицина: учебное пособие. – М.: Человек, 2015. – 184 с.
2. Жемчужкина Т. В. Статистический анализ спектральных характеристик эмг-сигнала с целью дифференцирования поясничных болей /

Т. В. Жемчужкина, Т. В. Носова, Я. В. Носова и др. // Бионика интеллекта. – 2015. – №2 (85). – С. 105-108.

3. Скиданов А.Г. Спектральный анализ электромиограмм мышц спины при дегенеративных заболеваниях позвоночника (обзор литературы) / А.Г. Скиданов, Д.Р. Дуплий, В.А. Колесниченко, В.А. Радченко // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2015. – № 1 – С. 98-105.

4. Аврунин О.Г. Принципы компьютерного планирования функциональных оперативных вмешательств // Технічна електродинаміка.— 2011.—Ч 2.- С. 293-298.

5. The role of paranasal sinuses in the aerodynamics of the nasal cavities / HF Ismail, EA Osman, AK AL-Omari, OG Avrunin // International Journal of Life Science and Medical Research.-2013.- 2 (3).- P. 52-55