

## АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ОЦЕНКИ УТОМЛЯЕМОСТИ МЫШЦ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ЧАСТОТНО-ВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

*А.Н. Осипов, Д.Ф. Кузнецов, М.В. Давыдов, М.М. Меженная, Г.В. Атрашкова*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,  
ул. П. Бровки, 6, БГУИР, 22013, Минск, Беларусь, тел. +375 17 2932341  
E-mail: uvrn@bsuir.by*

Abstract. The methodology and results of the study of time-frequency parameters of electromyographic signals during fatigue of skeletal muscle during exercise. A new method of assessment of skeletal muscle fatigue.

Важными условиями эффективной физической подготовки спортсменов являются контроль физиологического состояния, прогнозирование возможностей организма и планирование объема нагрузки. Без сбалансированного контроля функциональной подготовки достичь высоких результатов без издержек для здоровья не представляется возможным. При занятиях оздоровительным спортом перед выполнением упражнений необходимо проводить тестирование функционального состояния организма для определения оптимального объема нагрузки, после – проверять, как эта нагрузка была перенесена. Эти задачи эффективно решаются с использованием автоматизированных физиологических методик [1].

В спортивной практике различают несколько наиболее общих направлений диагностики и изучения показателей, которые сопровождают и сигнализируют об утомлении: увеличение числа ошибок «как результат расстройств координации движений»; неспособность к созданию и усвоению новых полезных навыков, расстройство старых ранее приобретённых навыков; увеличение энергетических, прежде всего углеводных, трат на единицу произведённой работы и т.д. [2].

С целью разработки методики на основе анализа предложенных показателей утомляемости скелетных мышц разработано аппаратно-программное обеспечение для анализа частотно-временных параметров сигналов электромиограмм (рисунок 1).

С инструментального усилителя сигнал поступает на фильтр высоких частот с частотой среза 0,1 Гц для вычитания постоянной составляющей в спектре суммарной электромиограммы, затем подвергается усилению и преобразованию из аналоговой в цифровую форму. В качестве аналого-цифрового преобразователя использован внешний модуль «SB Live! 24-bit» (разрядность 24 бита, частота дискретизации 48 кГц), подключенный к персональному компьютеру по интерфейсу USB (universal serial bus). Аппаратно-программный комплекс обеспечивает измерение напряжения от единиц микровольт до 2 мВ в частотном диапазоне 10 Гц – 40 кГц.

Оцифрованный ЭМГ-сигнал подвергается частотно-временной обработке (блок быстрого оконного преобразования Фурье), результатом которой является спектрограмма. В устройстве управления предусмотрена функция хранения спектрограмм. Суммарная электромиограмма и соответствующая спектрограмма выводятся на устройство отображения информации в реальном режиме времени.

Далее на заданном пользователем интервале зарегистрированного ЭМГ-сигнала рассчитываются параметры частотно-временного представления (блок расчета амплитудно-частотных параметров ЭМГ-сигнала). Результаты вычислений в виде средней амплитуды, нижней граничной частоты, медианной частоты, верхней граничной частоты, эффективной ширины спектра, коэффициента вариации огибающей суммарной электромиограммы и амплитудно-частотного коэффициента посредством устройства управления выводятся на устройство отображения информации. Полученные количественные показатели суммарной электромиограммы поступают в блок расчета динамики амплитудно-частотных

параметров ЭМГ-сигнала для хранения и последующего использования. Внешний вид разработанного аппаратно-программного комплекса представлен на рисунке 2.

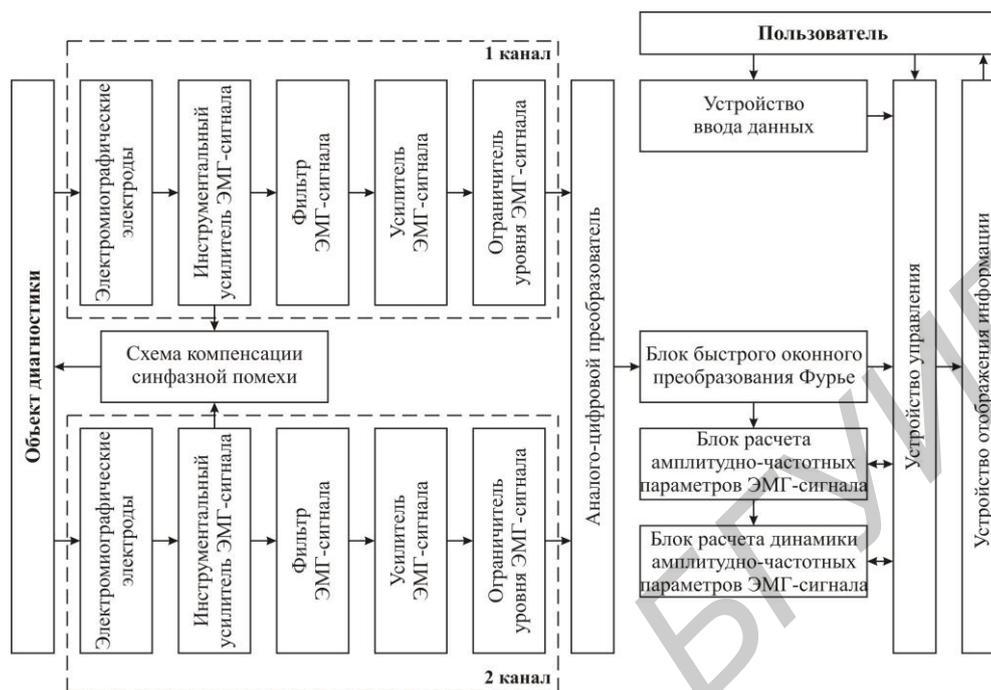


Рисунок 1 – Аппаратно-программный комплекс для регистрации и анализа ЭМГ

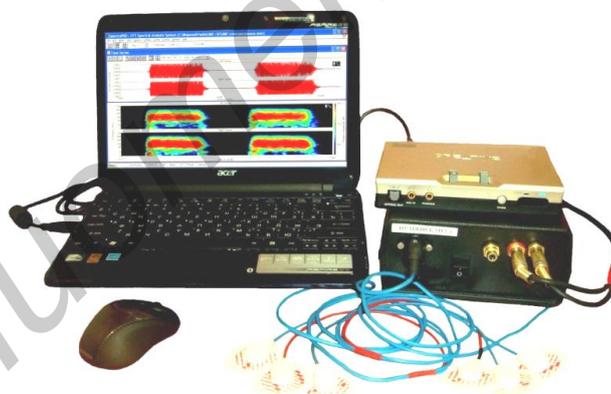


Рисунок 2 – Аппаратно-программный комплекс для регистрации и анализа ЭМГ

Предложенные аппаратно-программные средства для частотно-временного анализа суммарной электромиограммы могут быть использованы для разработки эффективной и безболезненной методики контроля утомляемости мышц, а также для усовершенствования программной модели электромиографического сигнала мышцы.

#### Литература

1. Капилевич Л.В. Физиологические методы контроля в спорте / Л.В.Капилевич, К.В.Давлетьярова, Е.В.Кошельская, Ю.П.Бредихина, В.И.Андреев – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 172 с.

2. Меженная, М.М. Метод и техническое обеспечение адаптивной электромиостимуляции на основе суммарной электромиографии нервно-мышечного аппарата человека / М.М. Меженная, А.Н. Осипов, М.В. Давыдов, Н.С. Давыдова // Доклады БГУИР. – 2012. – № 2 (64). – С. 46–52.