

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Самарский государственный медицинский  
университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Документация, содержащая описание функциональных характеристик  
экземпляра программного обеспечения  
**«Программное обеспечение работы аппаратно-программных решений  
бионических роботизированных экзо-устройств МЮ на основе  
поверхностной электромиографии (sEMG)»**,  
предоставленного для проведения экспертной проверки

Листов 5

Самара, 2025

## Содержание

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ .....	3
1.1. Обозначение и наименование программы .....	3
1.2. Используемые технологии и СУБД.....	3
2. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ .....	4
2.1. Структура и классификация данных .....	4
2.2. Функции управления и обработки сигналов .....	4
2.3. Поддержка работы с экзо-устройствами.....	5

## 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

### 1.1. Обозначение и наименование программы

Наименование: «Программное обеспечение работы аппаратно-программных решений бионических роботизированных экзо-устройств МЮ на основе поверхностной электромиографии (sEMG)».

### 1.2. Используемые технологии и СУБД

Основные технологии:

Язык программирования: Python 3.8+ (основной), JavaScript (для критичных по времени задач).

- Библиотеки для анализа сигналов: NumPy, SciPy, TensorFlow/PyTorch.
- Фреймворк для реального времени: ROS 2 (Robot Operating System) или собственный фреймворк на основе сокетов.
- Графический интерфейс: Qt или веб-интерфейс на основе HTML/JavaScript.

Форматы данных:

- Сигналы sEMG: .mat (MATLAB), .csv, .edf.
- Модели машинного обучения: .h5 (Keras), .pth (PyTorch).
- Конфигурационные файлы: JSON, YAML.

Система управления базами данных (опционально): PostgreSQL 12+ для хранения сессий записей, результатов калибровки и обученных моделей.

## 2. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Программное обеспечение работы аппаратно-программных решений бионических роботизированных экзо-устройств МЮ на основе поверхностной электромиографии (sEMG) – это комплексный программный продукт, предназначенный для управления бионическими роботизированными экзо-устройствами (такими как умная одежда и портативный миограф) на основе анализа сигналов поверхностной электромиографии (sEMG). Оно обеспечивает сбор, обработку и интерпретацию sEMG-сигналов в реальном времени для управления движениями экзо-устройств, что находит применение в медицинской реабилитации, исследовательских проектах и вспомогательных технологиях.

### 2.1. Структура и классификация данных

Программное обеспечение оперирует следующими основными типами данных:

- Сигналы sEMG: сырые и обработанные сигналы с датчиков, включая временные ряды, спектральные характеристики и извлеченные признаки.
- Метаданные сессий: информация о пользователе, дата и время сеанса, настройки оборудования, параметры калибровки.
- Модели машинного обучения: натренированные модели для классификации движений, регрессии для управления и т.д., включая их архитектуру и веса.
- Конфигурации устройств: параметры подключения и настройки экзо-устройств (протоколы, адреса, порты).
- Результаты работы: журналы движений, точность классификации, данные обратной связи.

Данные структурированы и классифицируются по:

- Типу сеанса (калибровка, тренировка, рабочее использование).
- Типу движения (сгибание, разгибание, захват и т.д.).
- Пользователю (с возможностью анонимизации для исследований).

### 2.2 Функции управления и обработки сигналов

Программное обеспечение предоставляет следующий ключевой функционал:

- Сбор сигналов в реальном времени: прием данных с sEMG-датчиков по различным интерфейсам (Bluetooth, Wi-Fi) с настраиваемой частотой дискретизации.

- Предварительная обработка сигналов: фильтрация (низкочастотная, высокочастотная), удаление артефактов, нормализация.
- Извлечение признаков: расчет признаков во временной (интеграл по модулю, нулевые пересечения) и частотной (медианная частота) областях.
- Классификация движений: использование алгоритмов машинного обучения для распознавания намерений пользователя на основе sEMG-сигналов.
- Управление экзо-устройством: отправка команд на экзо-устройство в соответствии с распознанным движением (например, угол сгибания).
- Калибровка и персонализация: проведение сеансов калибровки для настройки модели под конкретного пользователя, сохранение и загрузка профилей.
- Визуализация данных: отображение сигналов sEMG в реальном времени, спектрограмм, результатов классификации и состояния устройства.
- Ведение журнала: запись всех данных сеанса для последующего анализа и отладки.

### **2.3. Поддержка работы с экзо-устройствами**

Функциональные характеристики программного обеспечения напрямую обеспечивают взаимодействие с аппаратными экзо-устройствами, предоставляя возможности для:

- Подключения и настройки устройств: поддержка различных протоколов связи (UDP, TCP, последовательный порт) и форматов команд.
- Реализации замкнутого цикла управления: использование обратной связи от устройства (энкодеры, датчики силы) для корректировки управления.
- Безопасной работы: контроль за пределами движений, аварийная остановка, проверка целостности данных.
- Интеграции с сторонними системами: возможность работы в составе более крупных робототехнических или медицинских комплексов через API (REST, ROS-топики).
- Тестирования и отладки: симуляция работы устройства без физического подключения, запись и воспроизведение сеансов.
- Мультиплатформенности: работа на операционных системах Windows и Linux, поддержка различных аппаратных архитектур.