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

Программное обеспечение «ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТЫ АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫХ РЕШЕНИЙ БИОНИЧЕСКИХ РОБОТИЗИРОВАННЫХ ЭКЗО-УСТРОЙСТВ МИО НА ОСНОВЕ ПОВЕРХНОСТНОЙ ЭЛЕКТРОМИОГРАФИИ (sEMG)»

Инструкция по эксплуатации

Самара 2026

Аннотация

Настоящая инструкция содержит сведения по настройке и эксплуатации программного обеспечения «ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТЫ АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫХ РЕШЕНИЙ БИОНИЧЕСКИХ РОБОТИЗИРОВАННЫХ ЭКЗО-УСТРОЙСТВ МИО НА ОСНОВЕ ПОВЕРХНОСТНОЙ ЭЛЕКТРОМИОГРАФИИ (sEMG)» (далее – ПО).

Инструкция обеспечивает полную информативность по структуре интерфейса программного обеспечения, описывает все реализованные функции программы.

Инструкция состоит из разделов:

- Назначение и возможности ПО;
- Работа с ПО;
- Интерфейс программы;
- Режимы работы ПО.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. НАЗНАЧЕНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
1.1 КОМПЛЕКТАЦИЯ ПО
1.2 ТРЕБОВАНИЯ К КОНФИГУРАЦИИ ПО

2. ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

3. РАБОТА С ПРОГРАММНЫМ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ
3.1 ПОДГОТОВКА ПО К РАБОТЕ
3.2 ЗАПУСК ПО
3.3 ИНТЕРФЕЙС ПО
3.4 ОБЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ ИНТЕРФЕЙСА
  3.4.1 ВЫБОР РЕЖИМА РАБОТЫ
  3.4.2 НАСТРОЙКИ
  3.4.3 УПРАВЛЕНИЕ КАНАЛАМИ
  3.4.4 ПАНЕЛЬ ИНСТРУМЕНТОВ АНАЛИЗА
  3.4.5 СБРОС ПАРАМЕТРОВ
  3.4.6 ВЫХОД ИЗ ПРОГРАММЫ

4. РЕЖИМЫ РАБОТЫ ПО
4.1 РЕЖИМ МОНИТОРИНГА В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ
  4.1.1 ПАНЕЛЬ ВЫБОРА КАНАЛОВ
  4.1.2 КОНТЕКСТНОЕ МЕНЮ ГРАФИКА
  4.1.3 ОКНО ПАРАМЕТРОВ СИГНАЛА
  4.1.4 ОТОБРАЖЕНИЕ КАНАЛА
4.2 РЕЖИМ ЗАПИСИ ДАННЫХ
  4.2.1 ПАНЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПИСЬЮ
  4.2.2 НАСТРОЙКИ ФОРМАТА ЗАПИСИ
4.3 РЕЖИМ АНАЛИЗА ЗАПИСАННЫХ ДАННЫХ
  4.3.1 СПИСОК ЗАПИСЕЙ
  4.3.2 ТЕКСТОВАЯ СПРАВКА ПО ДАННЫМ
  4.3.3 РЕЗУЛЬТАТЫ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ
4.4 РЕЖИМ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА (FFT)
4.5 РЕЖИМ ГИСТОГРАММЫ (ЭКВАЛАЙЗЕР)
4.6 РЕЖИМ ПРОВЕРКИ СИГНАЛА
  4.6.1 ТЕСТ «ОБРЫВ ЭЛЕКТРОДА»

5. ГЕНЕРАЦИЯ ОТЧЕТОВ

6. ЗАВЕРШЕНИЕ РАБОТЫ

7. АВАРИЙНЫЕ СИТУАЦИИ

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕРМИНОВ, ОПРЕДЕЛЕНИЙ И СОКРАЩЕНИЙ

Термин/Сокращение	**Определение**
ПО	Программное обеспечение
ЭМГ	Электромиография — метод регистрации электрической активности мышц
sEMG	Поверхностная электромиография — неинвазивный метод снятия ЭМГ-сигнала с поверхности кожи
МИО	Наименование серии бионических роботизированных экзо-устройств
ESP32	Микроконтроллер, используемый в устройстве для сбора и передачи данных
USB-порт	Последовательный порт для связи компьютера с внешними устройствами
CSV	Формат файла с разделителями-запятыми, используемый для хранения табличных данных

FFT (БПФ)	Быстрое преобразование Фурье — алгоритм для анализа частотного спектра сигнала
RMS	Среднеквадратичное значение — статистический параметр, характеризующий мощность сигнала
Гц (Герц)	Единица измерения частоты дискретизации сигнала
мкВ (микровольт)	Единица измерения амплитуды ЭМГ-сигнала
Гистограмма (Эквалайзер)	Визуальное представление текущих амплитуд сигналов по каналам в виде столбчатой диаграммы
Буферизация	Процесс временного хранения данных в буфере перед обработкой или отображением
Кольцевой буфер (Ring Buffer)	Структура данных фиксированного размера, в которой новые данные записываются поверх старых

Пакет данных	Структурированный блок информации, передаваемый от устройства к ПО
Заголовок пакета	Специальная последовательность байт (0xAA 0x55), обозначающая начало пакета данных
Lead Off (Обрыв электрода)	Состояние, при котором контакт электрода с кожей утрачен, что приводит к резкому росту амплитуды сигнала
FPS (Кадров в секунду)	Частота обновления графического интерфейса и графиков
Timestamp	Метка времени, указывающая момент регистрации данных
UnixTime	Время в секундах, прошедшее с 1 января 1970 года (универсальный временной формат)
Спарклайн	Мини-график, компактно отображающий тенденцию изменения данных
ReportGenerator	Модуль программы, ответственный за формирование

	итогового отчета в формате MS Word
JournalManager	Модуль программы для ведения локального журнала записей и операций
PyQt6, PyQtGraph, NumPy, PySerial	Библиотеки языка Python, используемые для реализации графического интерфейса, визуализации, вычислений и связи с устройством

1. НАЗНАЧЕНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Программное обеспечение «**ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТЫ АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫХ РЕШЕНИЙ БИОНИЧЕСКИХ РОБОТИЗИРОВАННЫХ ЭКЗО-УСТРОЙСТВ МИО НА ОСНОВЕ ПОВЕРХНОСТНОЙ ЭЛЕКТРОМИОГРАФИИ (sEMG)**» – это программный продукт, предназначенный для управления, визуализации, регистрации и анализа 8-канального поверхностного электромиографического сигнала (sEMG), поступающего с микроконтроллера ESP32, интегрированного в бионическое роботизированное экзо-устройство МИО.

ПО обеспечивает мониторинг мышечной активности, регистрацию данных, частотный и амплитудный анализ сигналов, а также автоматическое формирование отчётов для медицинского и исследовательского применения.

К работе с ПО допускаются лица, обладающие:

- Наличием опыта работы с персональным компьютером на базе операционных систем Microsoft Windows на уровне квалифицированного пользователя;
- Умением свободно осуществлять базовые операции в стандартных приложениях Windows;

- Знанием основ электромиографии и методов обработки биосигналов.

Перед использованием ПО необходимо ознакомиться с настоящей инструкцией по эксплуатации.

1.1 КОМПЛЕКТАЦИЯ ПО

ПО поставляется в виде готового программного пакета, включающего:

Компонент	**Назначение**
EMG-Recorder.exe	Основной исполняемый файл программы
config/config.py	Файл конфигурации параметров программы
config/settings.ini	Файл пользовательских настроек
media/	Графические ресурсы интерфейса
docs/	Документация
examples/	Примеры записей данных для ознакомления

1.2 ТРЕБОВАНИЯ К КОНФИГУРАЦИИ ПО

Для корректной работы ПО необходимо, чтобы аппаратное обеспечение и системное программное обеспечение удовлетворяли представленным ниже требованиям.

Параметр	Минимальные требования	Рекомендуемые требования
Операционная система	Windows 10/11 (64-bit)	Windows 10/11 (64-bit)
Процессор	Intel Core i3 или аналогичный, 2.0 ГГц	Intel Core i5 или выше
Оперативная память	4 ГБ	8 ГБ
Свободное место на диске	200 МБ	500 МБ
USB-порт	USB 2.0	USB 3.0
Разрешение экрана	1280×720 пикселей	1920×1080 пикселей
Дополнительно	Подключение к устройству через USB	Отсутствие помех в электропитании

2. ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Программное обеспечение обеспечивает комплексную обработку sEMG-сигнала для управления и калибровки экзо-устройств МИО. Программное обеспечение реализовано на языке Python с использованием библиотек PyQt6, PyQtGraph, NumPy и PySerial. Описанная функциональность реализована в интегрированном режиме работы, включающем следующие возможности:

1. Прием и обработка данных:

- Прием 8-канального ЭМГ-сигнала через USB-порт с устройства ESP32
- Частота дискретизации до 1000 Гц
- Бинарный протокол с заголовком пакета 0xAA 0x55
- Автоматическая конвертация значений из Вольт в микровольты

2. Визуализация в реальном времени:

- Отображение 8 временных графиков сигналов
- Частота обновления: 20 кадров/с (интервал 50 мс)
- Гистограмма уровней сигнала («Эквалайзер»)
- График спектральной плотности (FFT)
- Автоматическое и фиксированное масштабирование

3. Анализ и обработка сигналов:

- Спектральный анализ с оконной функцией Хэмминга
- Расчет статистических параметров (RMS, максимальная амплитуда)
- Автоматическая проверка на обрыв электрода (Lead Off detection)
- Выделение и анализ произвольных участков сигнала

4. Регистрация данных:

- Запись данных в формате CSV
- Автоматическое именование файлов: emg_<ID пациента>_<дата_время>.csv
- Включение временных меток (Timestamp, UnixTime)
- Ведение локального журнала записей

5. Пост-обработка и анализ:

- Загрузка и просмотр сохраненных записей
- Навигация по данным (скроллинг, масштабирование)
- Сравнительный анализ каналов
- Экспорт данных и графиков

6. Генерация отчетов:

- Создание структурированных отчетов в формате MS Word (.docx)
- Включение сводных таблиц с параметрами
- Мини-графики сигналов (спарклайны) и спектров
- Сравнительные гистограммы активности каналов

7. Настройка и калибровка:

- Конфигурирование через файл настроек или системный реестр
- Выбор цветовых схем графиков

- Настройка пороговых значений
- Управление видимостью элементов интерфейса

8. Технические особенности:

- Многопоточная архитектура (отдельный поток для приема данных)
- Кольцевая буферизация данных (окно 10 секунд)
- Адаптивный интерфейс с динамическим управлением элементами
- Сохранение целостности данных при переключении режимов

Все функции доступны через единый интерфейс без необходимости переключения между отдельными модулями, что обеспечивает непрерывный рабочий процесс от подключения устройства до формирования итогового отчета.

3. РАБОТА С ПРОГРАММНЫМ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ

3.1 ПОДГОТОВКА ПО К РАБОТЕ

Последовательность подготовки:

1. Подключите компьютер к сети переменного электрического тока с напряжением и частотой, указанными в паспорте изделия.
2. Используйте сертифицированный кабель с разъемом IEC C13.
3. Выполняйте подключение только в розетку, имеющую заземление.
4. Подключите экзо-устройство Мио к компьютеру через USB-кабель.
5. Убедитесь, что устройство выключено перед подключением.

3.2 ЗАПУСК ПО

Для запуска программного обеспечения выполните следующие действия:

Программное обеспечение EMG-Recorder поставляется в портативной версии. Оно не требует установки на персональный компьютер. Достаточно скопировать дистрибутив в любую папку на вашем ПК.

1. Откройте папку с программным обеспечением.
2. Скопируйте содержимое в удобное место на вашем компьютере (например, на Рабочий стол).
3. Запустите программное обеспечение.

После запуска:

- Дождитесь загрузки главного окна программы.
- При успешном запуске откроется интерфейс с зонами для визуализации графиков.
- Произойдет автоматическая загрузка конфигурации из файлов настроек.

3.3 ИНТЕРФЕЙС ПО

Программное обеспечение имеет понятный интерфейс, который позволяет работать без дополнительной подготовки, освоив основные операции.

Структура главного окна:

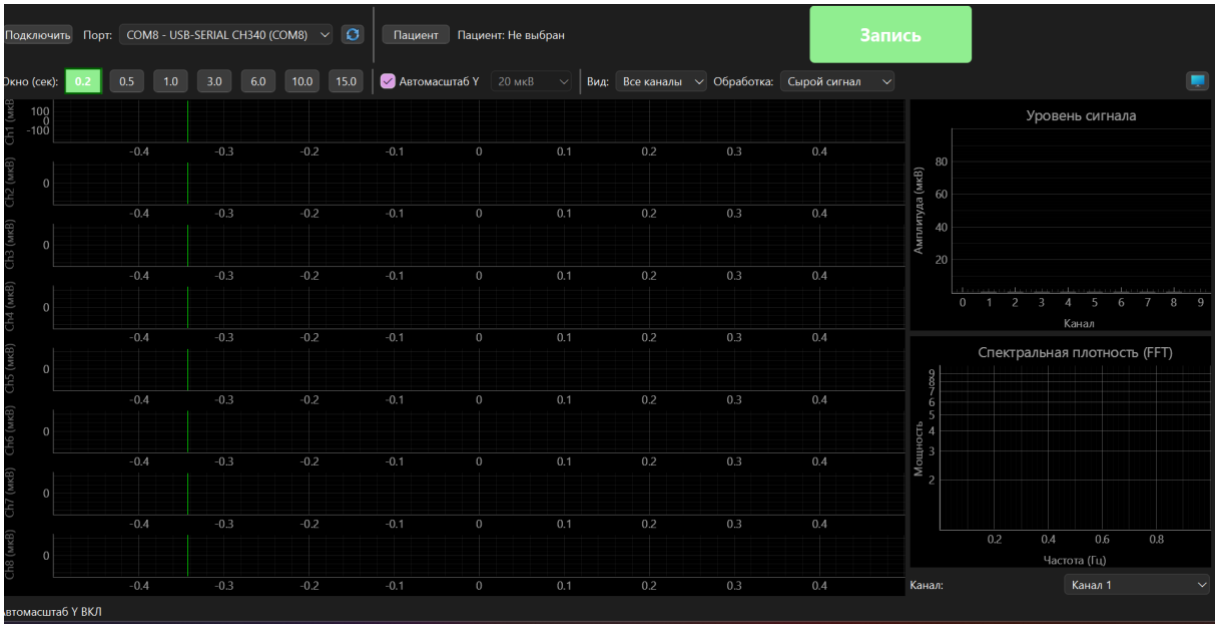


Рисунок 1. Главное окно программы

Основные зоны интерфейса:

- Верхняя панель (10% высоты): Управление подключением, записью, настройками
- Левая панель (75% ширины): 8 графиков ЭМГ-сигналов в реальном времени
- Правая панель (25% ширины): Гистограмма уровней сигнала («Эквалайзер») и график спектрального анализа (FFT)
- Нижняя панель (5% высоты): Статус подключения, уровень сигнала, предупреждения

Управление программой осуществляется с помощью:

Компьютерная мышь:

- Нажатие левой кнопки – выбор объекта, выбор элемента интерфейса
- Удерживание левой кнопки и перемещение – выделение участков на графиках
- Прокрутка ролика – масштабирование графиков
- Нажатие правой кнопки – вызов контекстного меню
- Удерживание правой кнопки и перемещение – перемещение по графику

Клавиатура:

- Клавиши стрелок – навигация по интерфейсу
- Клавиши + и - – масштабирование
- Клавиша пробел – сброс масштаба
- Клавиши Ctrl+C, Ctrl+V – копирование/вставка текста

3.4 ОБЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ ИНТЕРФЕЙСА

3.4.1 ЕДИНЫЙ РЕЖИМ РАБОТЫ

В программе отсутствует переключение между режимами — все функции доступны в рамках одного интегрированного режима, который объединяет приём, визуализацию, запись, анализ и формирование отчётов в едином рабочем окне.

Особенности единого режима:

- Непрерывный цикл операций – от подключения устройства до формирования отчёта
- Одновременная доступность всех функций – визуализация, запись и анализ выполняются параллельно
- Адаптивное управление – элементы управления динамически меняют своё состояние

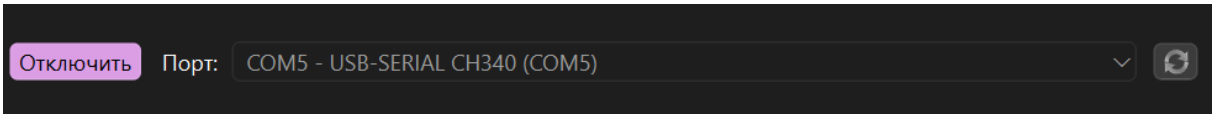


Рисунок 2. Подключение к USB-порту

Элементы управления в едином режиме:

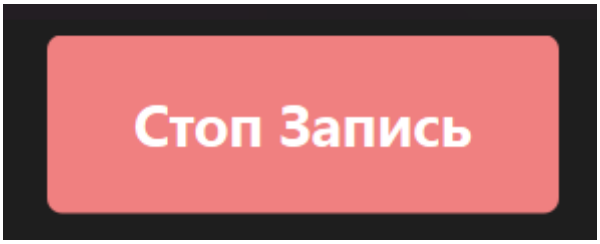
1. Панель подключения:

- Кнопка «Подключить» – установка связи с устройством МИО
- Выпадающий список «USB-порт» – выбор порта для подключения
- Индикатор состояния – отображение статуса соединения



2. Панель управления записью:

- Кнопка «Запись» – начало записи данных
- Кнопка «Стоп» – остановка записи
- Индикатор записи – отображение текущего состояния записи



3. Панель анализа:

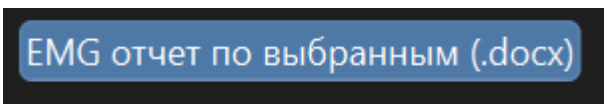
- Кнопка «Открыть запись» – загрузка ранее сохранённого файла
- Кнопка «Статистика» – расчёт параметров выделенного участка
- Кнопка «Экспорт» – сохранение результатов анализа



-

4. Панель отчётности:

- Кнопка «Создать отчёт» – формирование документа MS Word



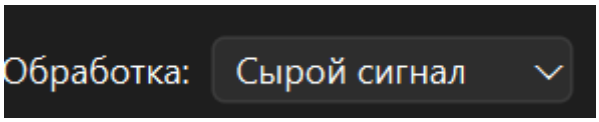
5. Панель настроек:

- Кнопка «Настройки» – конфигурация параметров программы



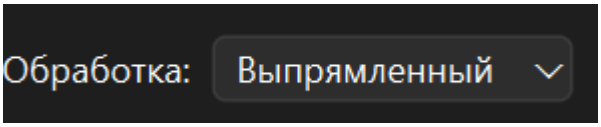
6. Виды вывода графиков измерения ЭМГ:

1) Сырой сигнал



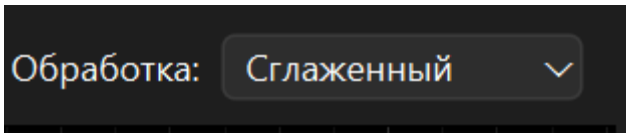


2) Выпрямленный сигнал



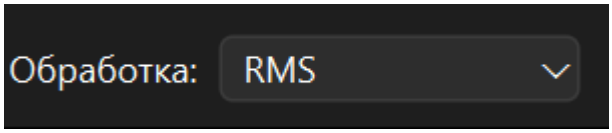


3) Сглаженный сигнал





4) RMS Сигнал





Состояния элементов управления:

Состояние	**Активные элементы**	**Неактивные элементы**
Устройство не подключено	Выбор COM-порта, «Подключить», «Открыть запись», «Настройки»	«Запись», «Стоп», анализ сигнала
Устройство подключено	Все элементы	«Подключить» (заменяется на «Отключить»)
Идёт запись	«Стоп», визуализация, анализ	«Запись», «Подключить/Отключить», «Открыть запись»
Загружен файл для анализа	Все инструменты анализа, «Создать отчёт»	«Запись» (если нет подключения)

3.4.2 НАСТРОЙКИ

Параметры настройки программы загружаются при запуске из системного реестра (QSettings) или файла config.py.

Основные настраиваемые параметры:

- Цветовая схема графиков
- Частота дискретизации (по умолчанию 500 Гц)
- Временное окно отображения (по умолчанию 10 секунд)
- Пороговые значения для детектирования обрыва электрода

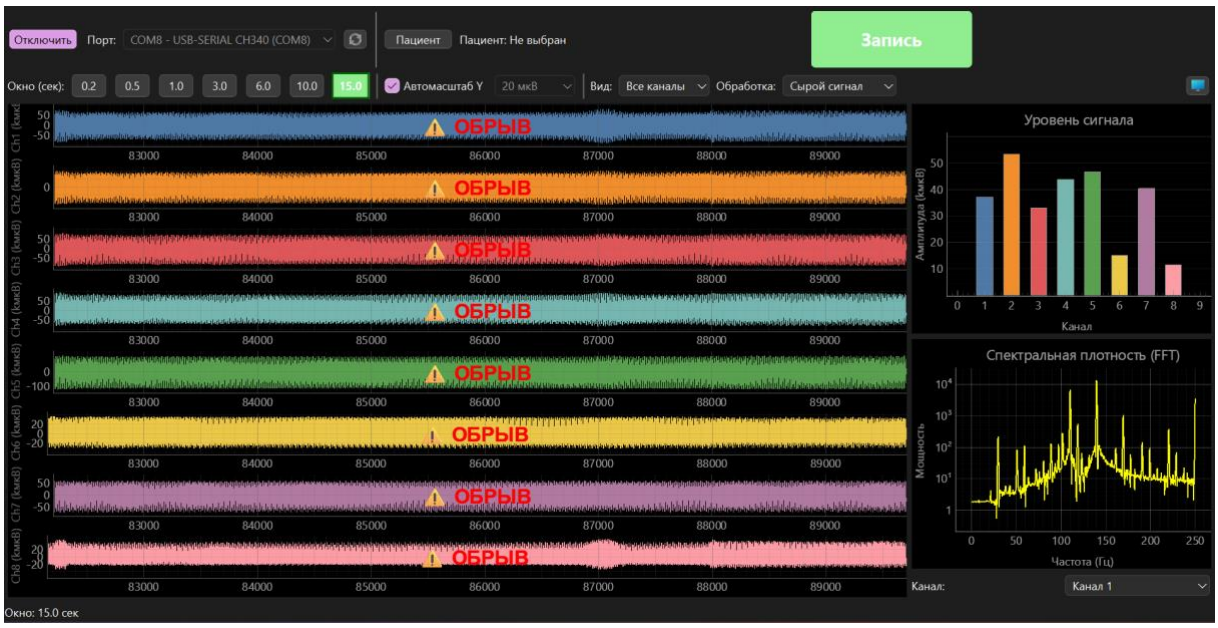


Рисунок 3. Детектирование обрыва электрода

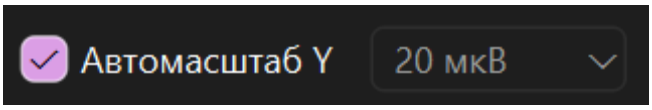
3.4.3 УПРАВЛЕНИЕ КАНАЛАМИ

Панель управления каналами позволяет индивидуально настраивать отображение каждого из 8 каналов ЭМГ-сигнала.

Элементы управления для каждого канала:

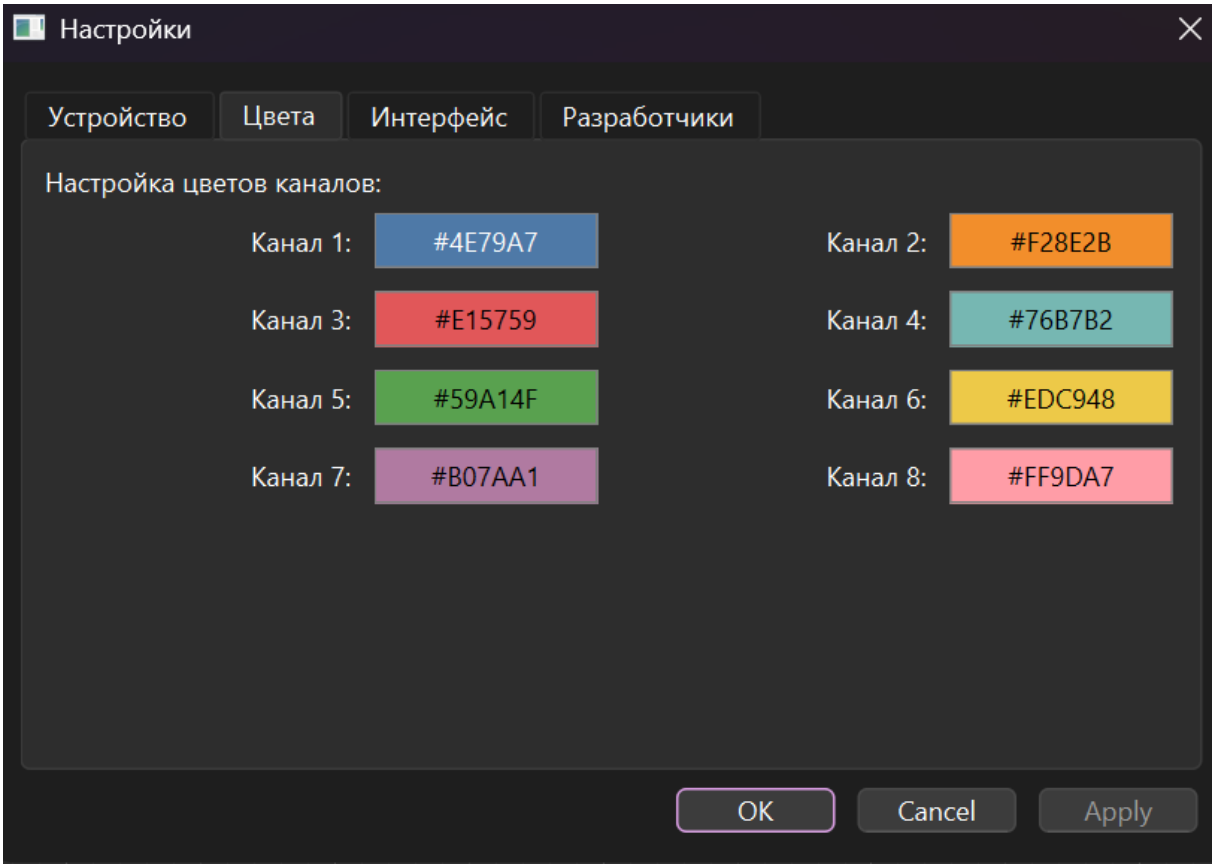
1. Настройка масштаба:

- Автоматический – автоматическая подстройка под сигнал
- Фиксированный – ручная установка диапазона
- Кнопки увеличения/уменьшения масштаба



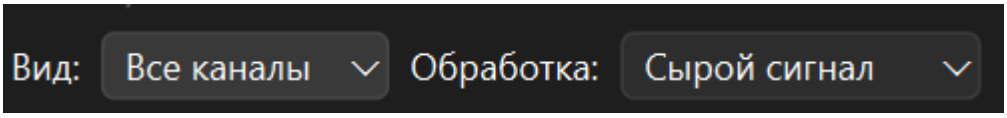
2. Параметры отображения:

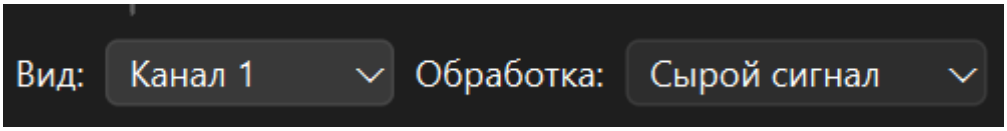
- Выбор цвета линии графика



3. Дополнительные функции отображениия:

- Все каналы– режим отображения сразу всех 8ми каналов
- Канал № – показ только одного канала





3.4.4 ПАНЕЛЬ ИНСТРУМЕНТОВ АНАЛИЗА

Панель инструментов анализа расположена в верхней части интерфейса и содержит кнопки для включения/выключения различных аналитических функций.

Доступные инструменты:

1. «Эквалайзер» – гистограмма уровней сигнала:

- Визуализация текущих амплитуд по каналам
- Цветовая индикация уровней
- Цифровое отображение значений

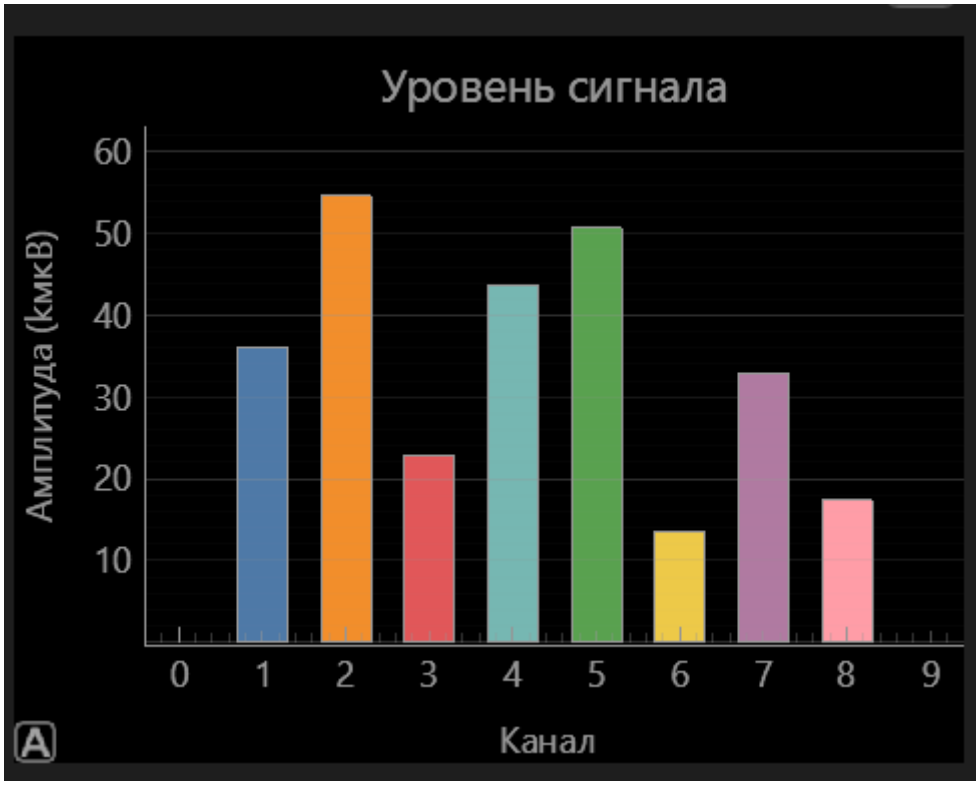


Рисунок 4. Гистограмма уровней сигнала («Эквалайзер»)

2. «FFT» – спектральный анализ:

- График спектральной плотности мощности
- Настройка параметров анализа
- Выбор канала для анализа

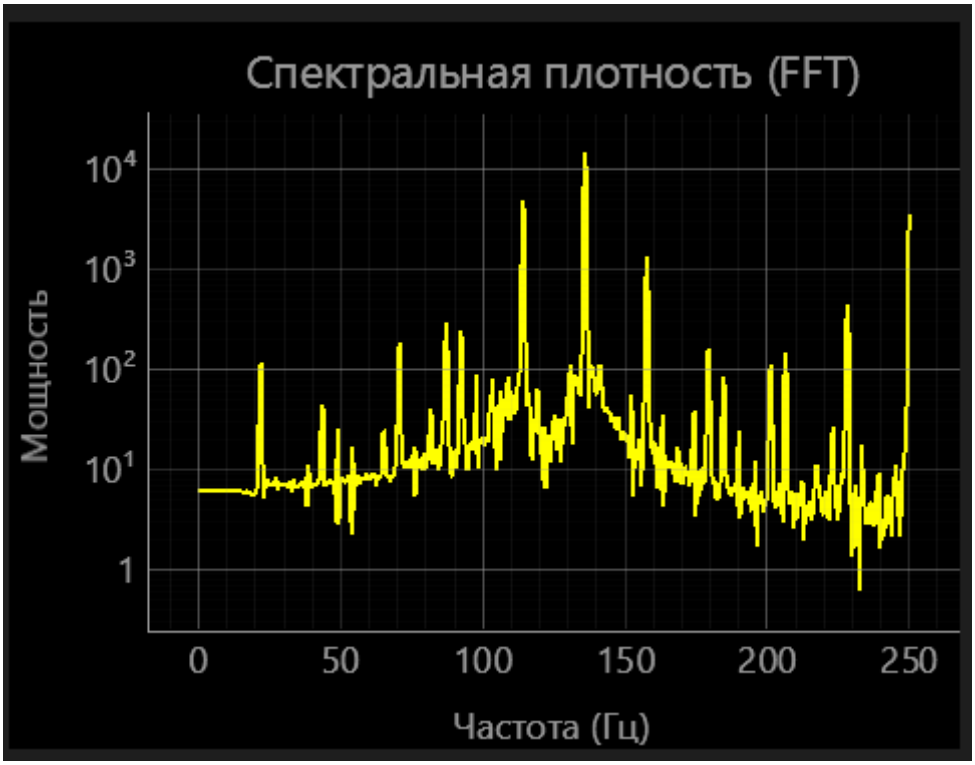


Рисунок 5. «FFT» – спектральная плотность

3. «Статистика» – расчет параметров:

- RMS (среднеквадратичное значение)
- Максимальная амплитуда
- Среднее значение
- Минимум и максимум

4. «Линейка» – инструмент измерений:

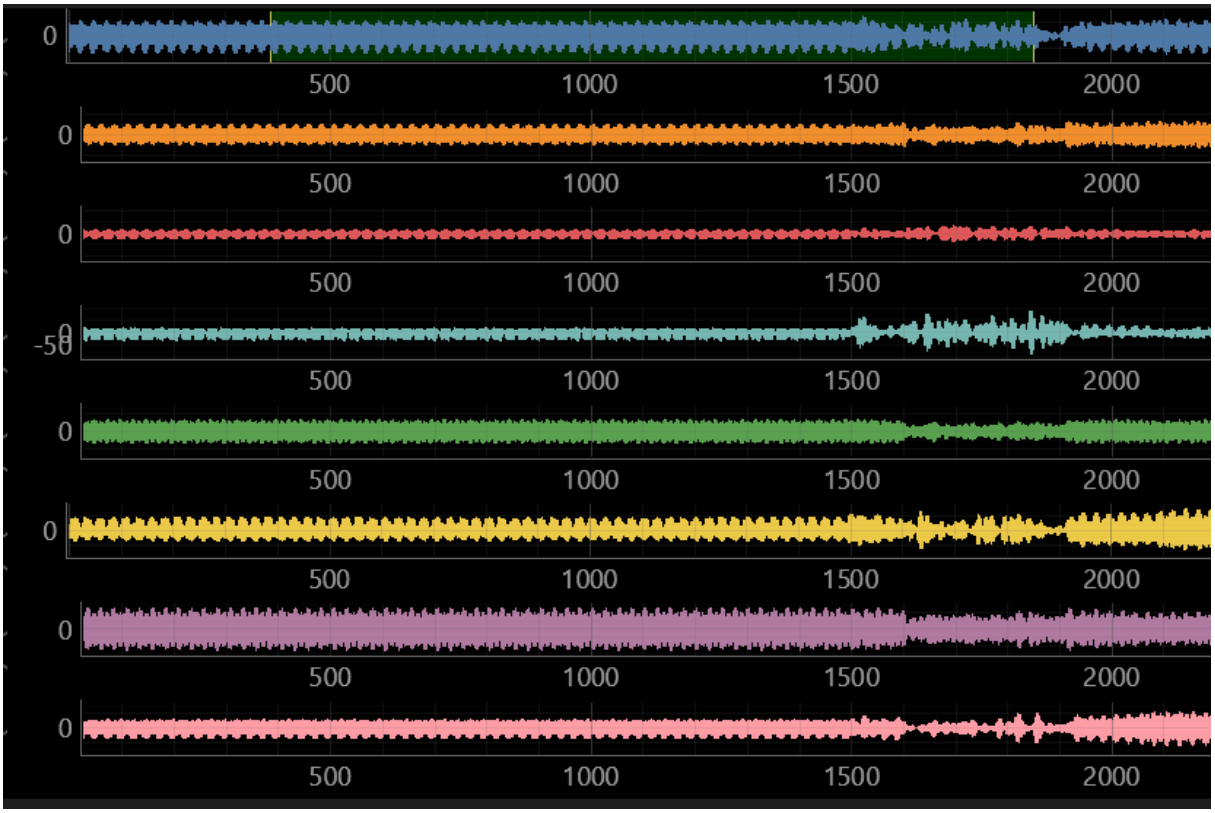
- Выделение участков на графиках
- Автоматический расчет параметров
- Сравнение разных участков

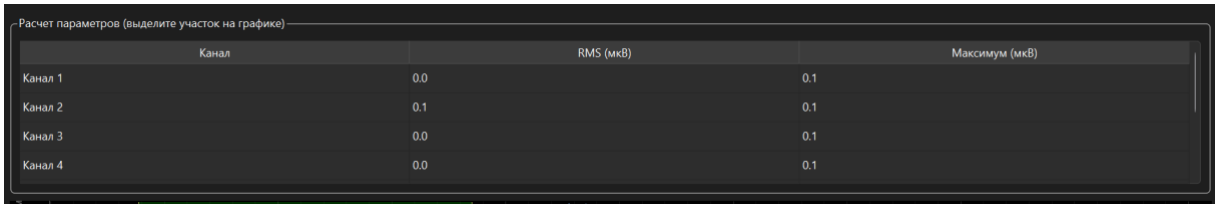


-

5. «Сравнение» – сравнительный анализ:

- Наложение графиков разных каналов
- Сравнение статистических параметров
- Визуализация различий





Для использования инструментов:

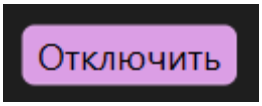
1. Нажмите кнопку нужного инструмента на панели.
2. Следуйте инструкциям на экране.
3. Используйте контекстные меню для дополнительных опций.

3.4.5 СБРОС ПАРАМЕТРОВ

Функция сброса параметров возвращает все настройки графиков и интерфейса к значениям по умолчанию.

Для сброса параметров:

1. Коснитесь кнопки «Отключить» в верхней панели и подключите заново



Что происходит при сбросе:

- Все графики возвращаются к базовым настройкам масштаба
- Восстанавливается отображение всех каналов
- Сбрасываются выделенные участки
- Возвращаются настройки цветовых схем по умолчанию
- Очищаются временные буферы данных

3.4.6 ВЫХОД ИЗ ПРОГРАММЫ

Для выхода из программы или для того, чтобы закрыть программу, коснитесь элемента управления в правом верхнем углу окна.

Закрыть программу:

- Нажмите кнопку в правом верхнем углу "X" (закрыть)

При закрытии программы:

- Завершаются все активные процессы
- Закрываются соединения с устройством



4. РЕЖИМЫ РАБОТЫ ПО

4.1 РЕЖИМ МОНИТОРИНГА В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

Режим мониторинга предназначен для визуализации ЭМГ-сигналов в реальном времени после подключения к устройству Мио. Режим активируется автоматически при успешном подключении к USB-порту.

4.1.1 ПАНЕЛЬ ВЫБОРА КАНАЛОВ

Позволяет управлять отображением каждого из 8 каналов:

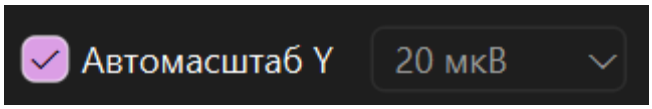
- Включение/выключение видимости
- Настройка масштаба
- Выбор цвета линии графика

4.1.2 КОНТЕКСТНОЕ МЕНЮ ГРАФИКА

Для вызова: щелкните правой кнопкой мыши по области графика

Доступные функции:

- Масштабирование
- Автомасштаб



4.1.3 ОКНО ПАРАМЕТРОВ СИГНАЛА

Отображаемые параметры:

- Текущая амплитуда (мкВ)
- Частота основного компонента (Гц)
- Статус электрода (норма/обрыв)

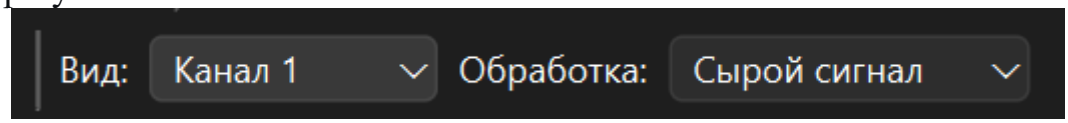




4.1.4 ОТОБРАЖЕНИЕ КАНАЛА

Отображение каналов:

Щелчок левой кнопкой мыши по названию канала на панели управления**.** Выбор пункта «Канал №» в контекстном меню



4.2 РЕЖИМ ЗАПИСИ ДАННЫХ

4.2.1 ПАНЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПИСЬЮ

Элементы управления:

- Кнопка «Запись» – начало записи
- Кнопка «Стоп» – остановка записи
- Индикатор записи – мигающий красный круг
- Таймер – отображение длительности записи

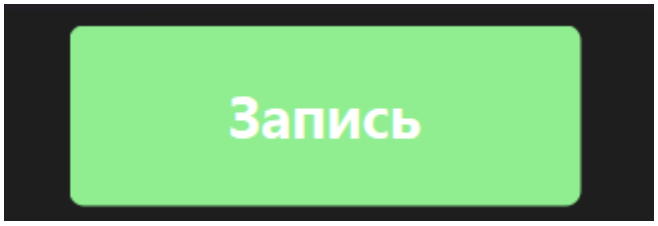


Рисунок 5. Интерфейс кнопки начало записи

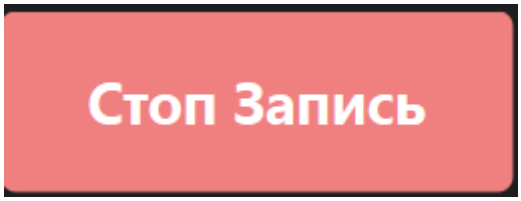


Рисунок 6. Интерфейс кнопки остановки записи

4.2.2 НАСТРОЙКИ ФОРМАТА ЗАПИСИ

Формат имени файла: **emg_<ID пациента>_<ГГГГММДД>_<ЧЧММСС>.csv**

Структура CSV-файла:

- Timestamp – локальное время записи
- UnixTime – время в секундах с 01.01.1970
- Channel_1 – Channel_8 – значения каналов



Рисунок 7. Экспорт данных

4.3 РЕЖИМ АНАЛИЗА ЗАПИСАННЫХ ДАННЫХ

4.3.1 СПИСОК ЗАПИСЕЙ

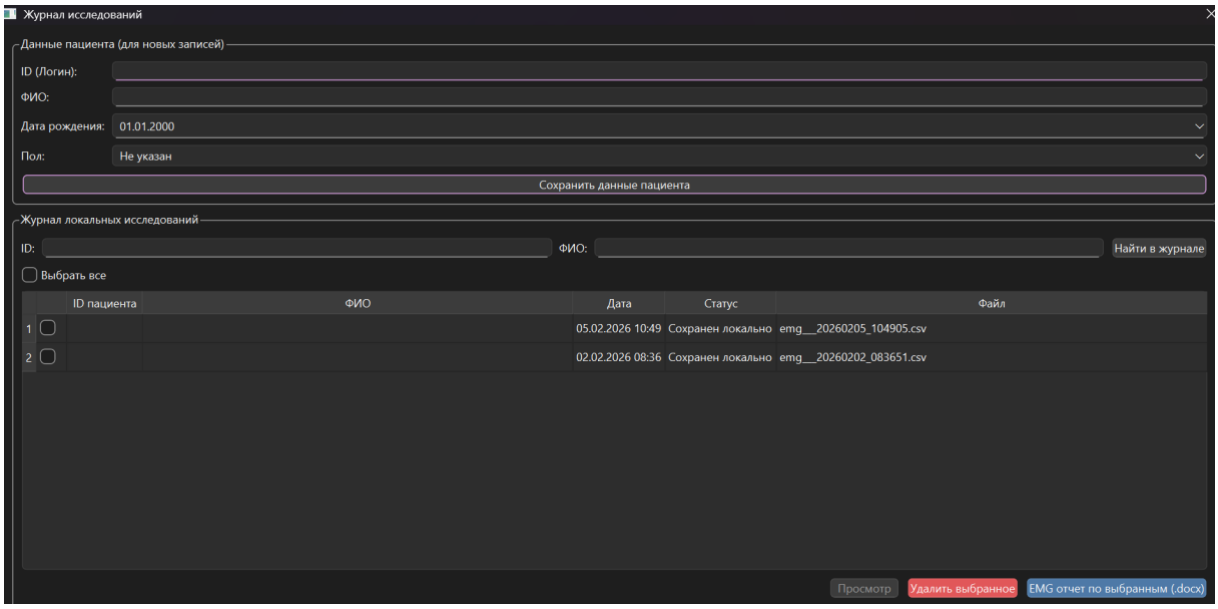


Рисунок 8. Окно журнала исследований

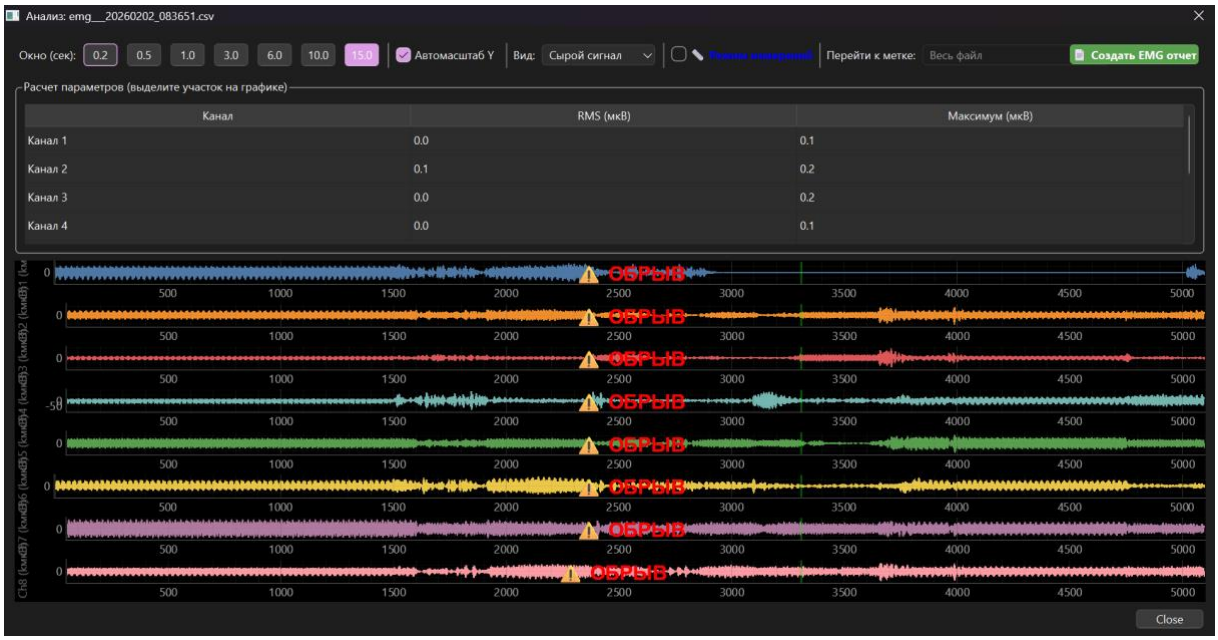


Рисунок 9. Окно журнала анализа

4.3.2 ТЕКСТОВАЯ СПРАВКА ПО ДАННЫМ

Отображаемая информация:

- Имя файла и путь к нему

- Дата и время записи
- Длительность записи
- Частота дискретизации

4.3.3 РЕЗУЛЬТАТЫ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

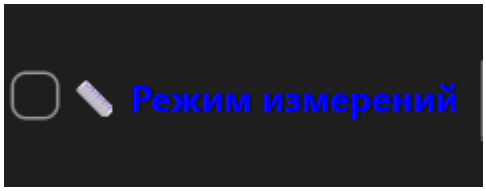


Рисунок 10. Инструмент «Режим измерений»

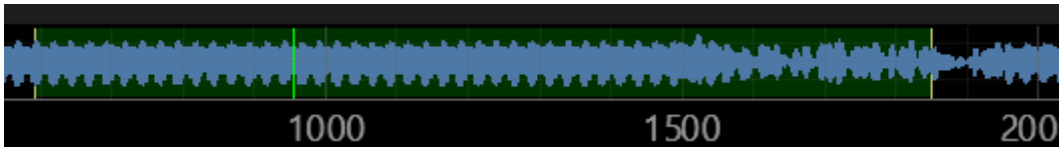


Рисунок 11. Инструмент «Линейка»

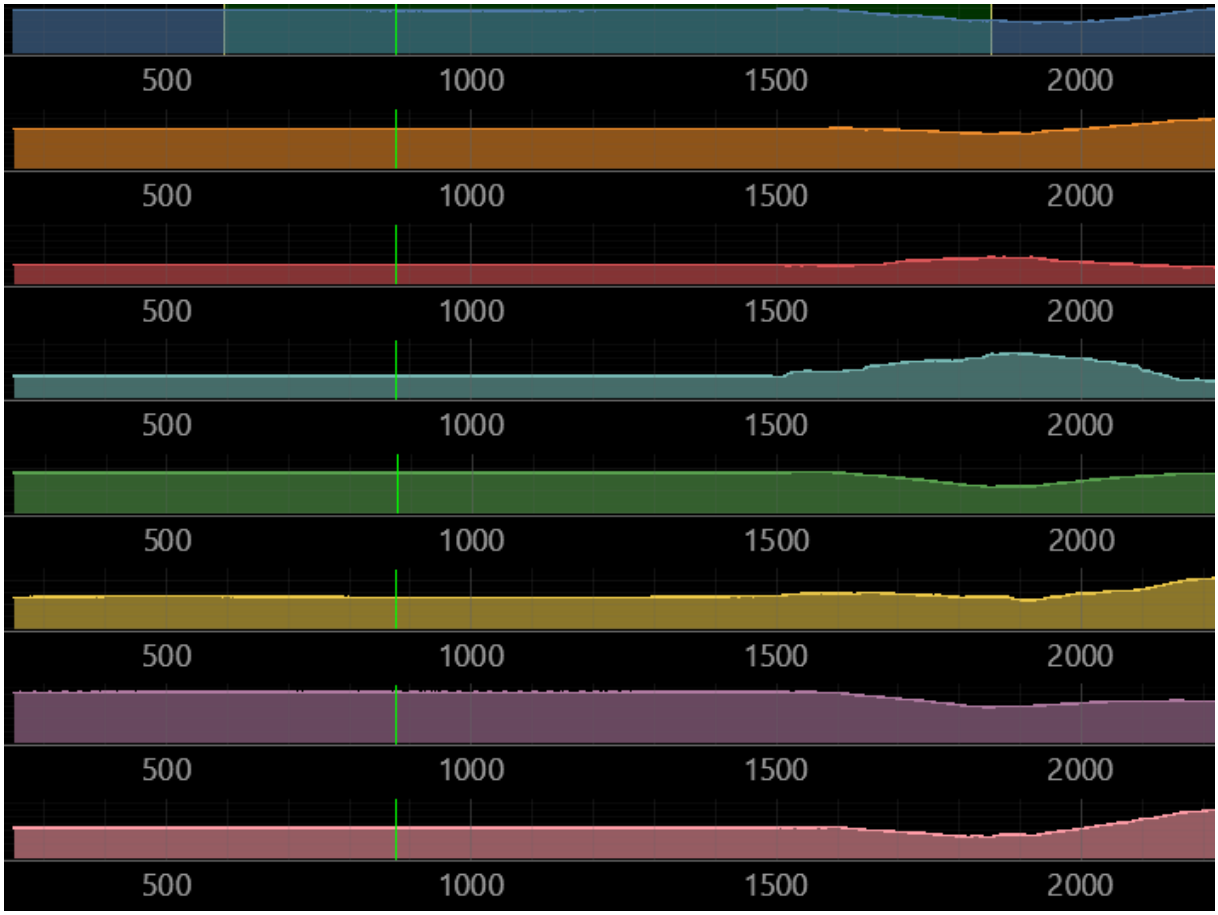


Рисунок 12. RMS значение

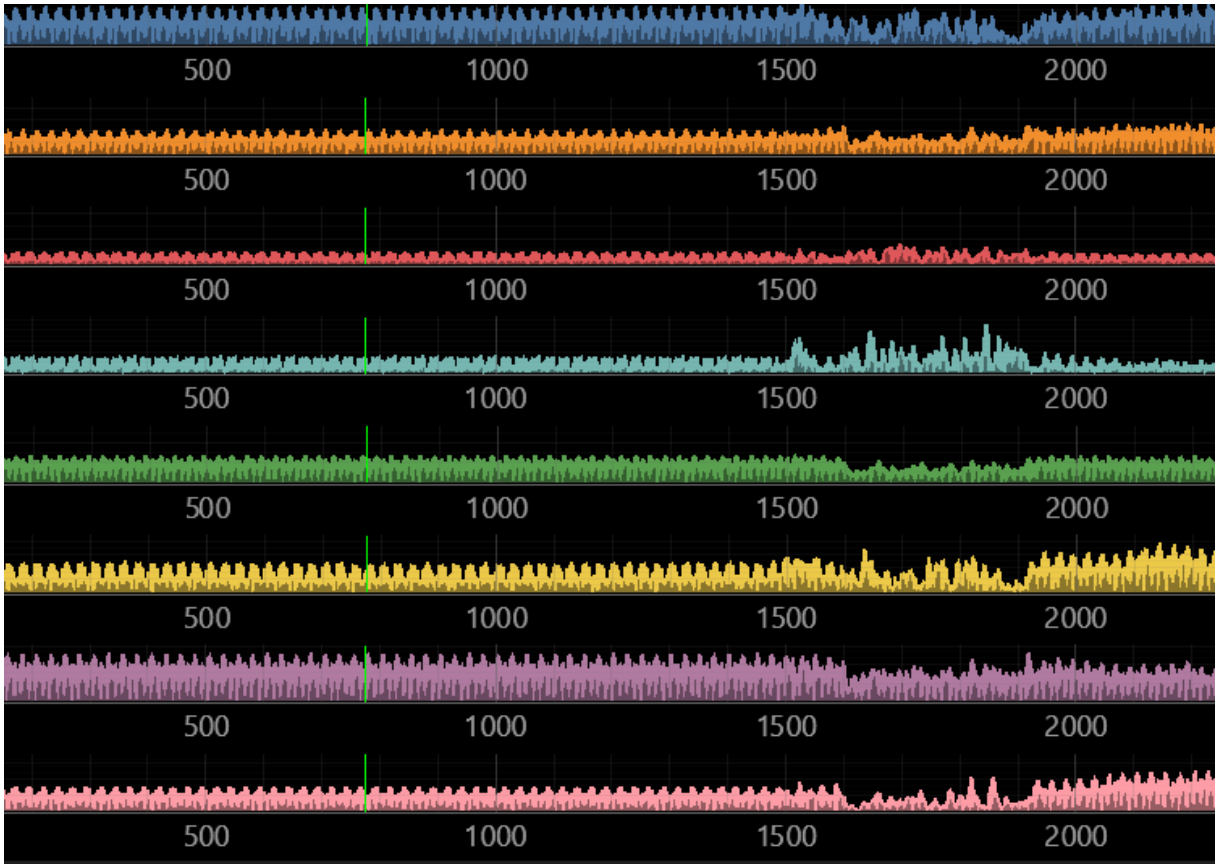


Рисунок 13. Максимальная амплитуда

Расчётные параметры:

- RMS (среднеквадратичное значение)
- Максимальная амплитуда (пиковое значение)

Канал	**RMS (мкВ)**	**Максимум (мкВ)**
1	**125.3**	**450.2**
2	**98.7**	**380.1**
3	**145.6**	**520.4**
4	**112.4**	**410.3**

5	**134.2**	**480.5**
6	**89.5**	**350.2**
7	**156.8**	**560.3**
8	**102.3**	**390.4**

4.4 РЕЖИМ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА (FFT)

Параметры анализа:

- Размер выборки: 1024 точки
- Оконная функция: Хэмминга
- Диапазон частот: 250, 500 или 1000 Гц

4.5 РЕЖИМ ГИСТОГРАММЫ (ЭКВАЛАЙЗЕР)

Характеристики:

- Отображение текущей амплитуды для каждого из 8 каналов
- Частота обновления: 20 раз в секунду
- Цветовая индикация уровней сигнала

4.6 РЕЖИМ ПРОВЕРКИ СИГНАЛА

4.6.1 ТЕСТ «ОБРЫВ ЭЛЕКТРОДА»

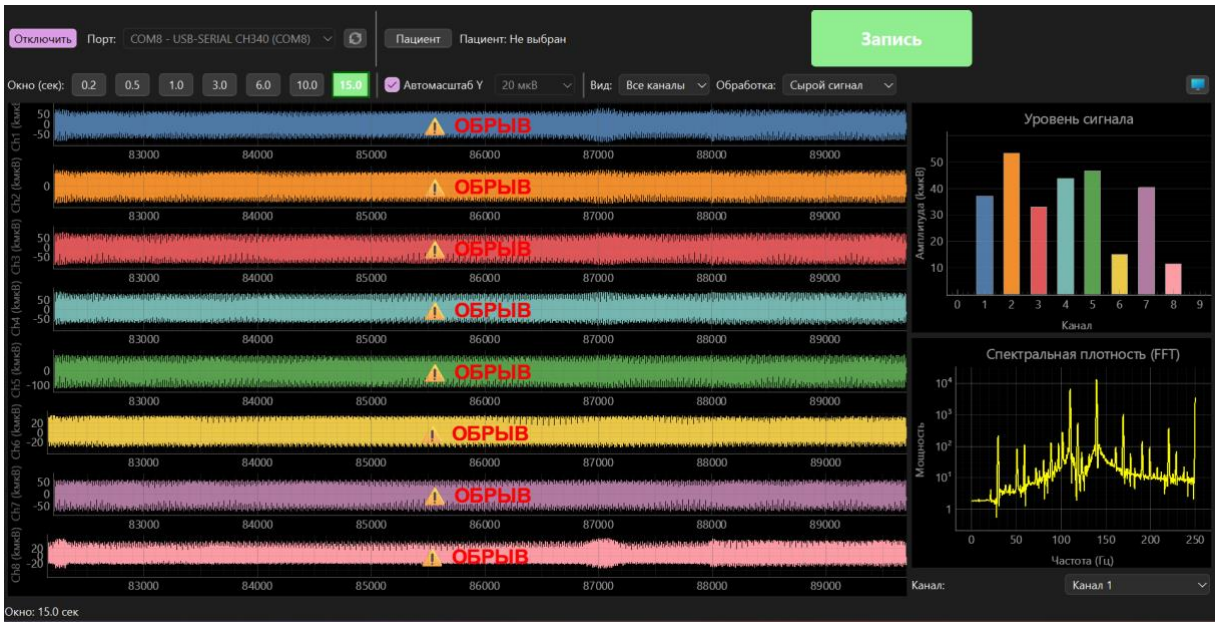


Рисунок 14. Автоматизированное детектирование обрыва электрода

Алгоритм работы:

1. Непрерывный мониторинг амплитуды на каждом канале
2. Сравнение с пороговым значением
3. При превышении порога – визуальное предупреждение
4. Указание номера канала с предполагаемым обрывом

5. ГЕНЕРАЦИЯ ОТЧЕТОВ

Модуль ReportGenerator позволяет создавать структурированные документы с результатами ЭМГ-исследования в формате MS Word (.docx).



Рисунок 15. Генерация отчета



Рисунок 16. Модуль ReportGenerator

Процесс генерации отчёта:

1. Подготовка данных:

- Выполните анализ записанных данных
- Выделите интересующие участки сигнала
- Рассчитайте необходимые параметры

2. Запуск генерации:

- Нажмите кнопку «Создать отчёт»

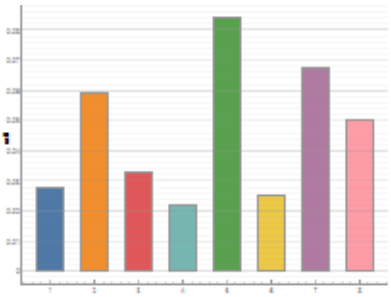


Рисунок 17. Сравнительная гистограмма в отчете

Структура отчёта:

text

ОТЧЕТ ЭМГ ИССЛЕДОВАНИЯ

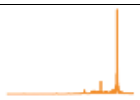
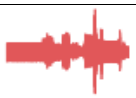
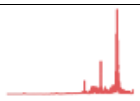
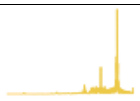
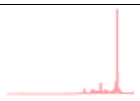
ФИО: _____
Дата рождения: _____ Пол: _____
Дата исследования: _____

Источник: emg_[ID пациента]_[дата_время].csv

Сравнение уровней (RMS):

Сводная таблица по каналам:

Канал	**Параметры**	**Сигнал (Время)**	**Спектр (Частота)**
Канал 1	RMS: 0.0 мкВ Max: 0.1 мкВ		

Канал 2	RMS: 0.1 мкВ Max: 0.2 мкВ		
Канал 3	RMS: 0.0 мкВ Max: 0.2 мкВ		
Канал 4	RMS: 0.0 мкВ Max: 0.1 мкВ		
Канал 5	RMS: 0.1 мкВ Max: 0.2 мкВ		
Канал 6	RMS: 0.0 мкВ Max: 0.1 мкВ		
Канал 7	RMS: 0.1 мкВ Max: 0.1 мкВ		
Канал 8	RMS: 0.1 мкВ Max: 0.2 мкВ		

6. ЗАВЕРШЕНИЕ РАБОТЫ

1. Остановите запись, если она активна (кнопка «Стоп»)
2. Отключите устройство (кнопка «Отключить»)
3. Закройте программу (кнопка «Выход»)
4. Отсоедините USB-кабель от компьютера

7. АВАРИЙНЫЕ СИТУАЦИИ

Проблема	**Возможная причина**	**Решение**
Программа не запускается	Антивирус блокирует файл	Добавить программу в исключения антивируса
	Повреждены файлы программы	Переустановить программу

Нет подключения к устройству	Неправильный USB-порт	Проверить выбор порта в настройках
	Устройство не включено	Включить устройство МИО
	Драйверы не установлены	Установить драйверы для ESP32
Сигнал не отображается	Обрыв электродов	Проверить подключение электродов
	Неправильная частота дискретизации	Проверить настройки частоты
Ошибка записи данных	Недостаточно места на диске	Освободить место на диске
	Нет прав доступа к папке	Запустить программу от имени администратора
Программа зависает	Высокая нагрузка на процессор	Закрыть программу через диспетчер задач
	Конфликт с другим ПО	Закрыть сторонние программы

Обрыв электрода	Плохой контакт с кожей	Проверить подключение электрода
	Повреждение электрода	Заменить электрод