



Национальный исследовательский
университет "МЭИ"



IT Академия Samsung,
трек «Интернет вещей», проект

Миостимулятор как элемент умной сети больницы

Автор:
студент 4 курса, Петунин Н.М.

Преподаватель:
к.т.н., доцент, Стрелков Н.О.

Введение

Цель проекта:

Разработка логической части устройства четырехканального реабилитационного комплекса для лечения дисфагии как элемента умной сети больницы.

Решаемые задачи:

1. Изучение и обзор рынка реабилитационных аппаратов нейроэлектростимуляции.
2. Анализ аналогов методом обратной инженерии.
3. Тестирование устройства для управления аналоговыми схмотехническими каскадами и связью с сетью.
4. Планировка интеграции устройства в сеть лечебных учреждений.

Проект оптимизирует экономические затраты на прохождение реабилитационной терапии и упрощает работу специалистов с оборудованием.

Существующие аналоги:

VitalStim+

VocaSTIM

Амплипульс

Аудитория проекта:

Лечебные учреждения, реабилитационные центры.



Рисунок 1 – Процедура реабилитации

1. Обзор рынка аппаратов нейроэлектростимуляции

1.1 Определение и назначение комплекса

Аппараты нейроэлектростимуляции – класс медицинских устройств, использующих электрический ток для иннервации мотонейронов. Основное назначения подобных систем - стимуляция мышечных тканей определенное время с определенными параметрами. Однако, на сегодняшний день, наибольшую эффективность в клинической практике показали устройства, использующие биологическую обратную связь.

Как и любые аппараты для реабилитации, процедуры с данным классом устройств обычно требуют от врача фиксировать специфичные для пациента показания.



Рисунок 2 – Структура системы приборов с биологической обратной связью

1.2 Исследование рынка

Таблица 1 - Характеристики конкурентов на рынке медицинских изделий

Характеристики	VocaStim	VitalStim+	Амплипульс-5Бр
Тип питания	Сетевое	Аккумуляторное	Сетевое
Количество каналов	1	4	1
Индикация	ЖК-дисплей	LED-дисплей	Восьмисегментные индикаторы
Страна производитель	Германия	Великобритания	Россия
Наличие БОС	Отсутствует	Присутствует	Отсутствует

2.1 Архитектура проекта

2.1.1 Плата микроконтроллера и Wi-Fi

В этом проекте применяется отладочная плата на основе микроконтроллера STM32F446RE Nucleo-64. В рамках требований к быстродействию и количеству используемых каналов серия F4 удовлетворяет нас.

Так как отладочная плата не содержит Wi-Fi модуля, воспользуемся ESP01, как наиболее простым в применении.



Рисунок 3 – Отладочная плата на основе F446RE



Рисунок 4- Wi-Fi модуль ESP-01

Для отладочной платы требуется питание 5 В, однако при проектировании силовых каскадов устройства достаточно использовать аккумулятор на 3,7 В и вторичный источник питания.

2.1.2 Стоимость компонентов логической части

Таблица 2 – Стоимость составляющих устройства в магазине «ЧИП и ДИП»

Наименование	Цена
Микроконтроллер STM32F446RE Nucleo-64	5900 рублей
Wi-Fi модуль ESP-01 на базе чипа ESP8266	1110 рублей
Прочее, в том числе простая индикация	1000 рублей

Суммарная стоимость составляет порядка 8 тысяч рублей, без учета аналоговых схемотехнических решений, при том что использование ESP-01 как модуля в системе, ограничивает нас цифрой в 1100 рублей при розничной покупке.

В целях уменьшения цены, можно предпринять следующие действия:

- ◆ Поменять модель микроконтроллера (ESP8266 или ESP32, цена которого порядка 3 тысяч рублей, что избавит от необходимости использования отдельного модуля для беспроводной связи).
- ◆ Выпускать прибор серийно и осуществлять оптовые закупки, что в перспективе позволит уменьшить стоимость изделия до 80 %.

2.2 Проектирование реабилитационного комплекса

Система спроектирована на основе анализа прибора VitalStim. В рамках данной работы нас интересует правая часть схемы рисунка 5, а именно взаимодействие двух микроконтроллеров, индикация, а также ШИМ выходы и АЦП входы STM.

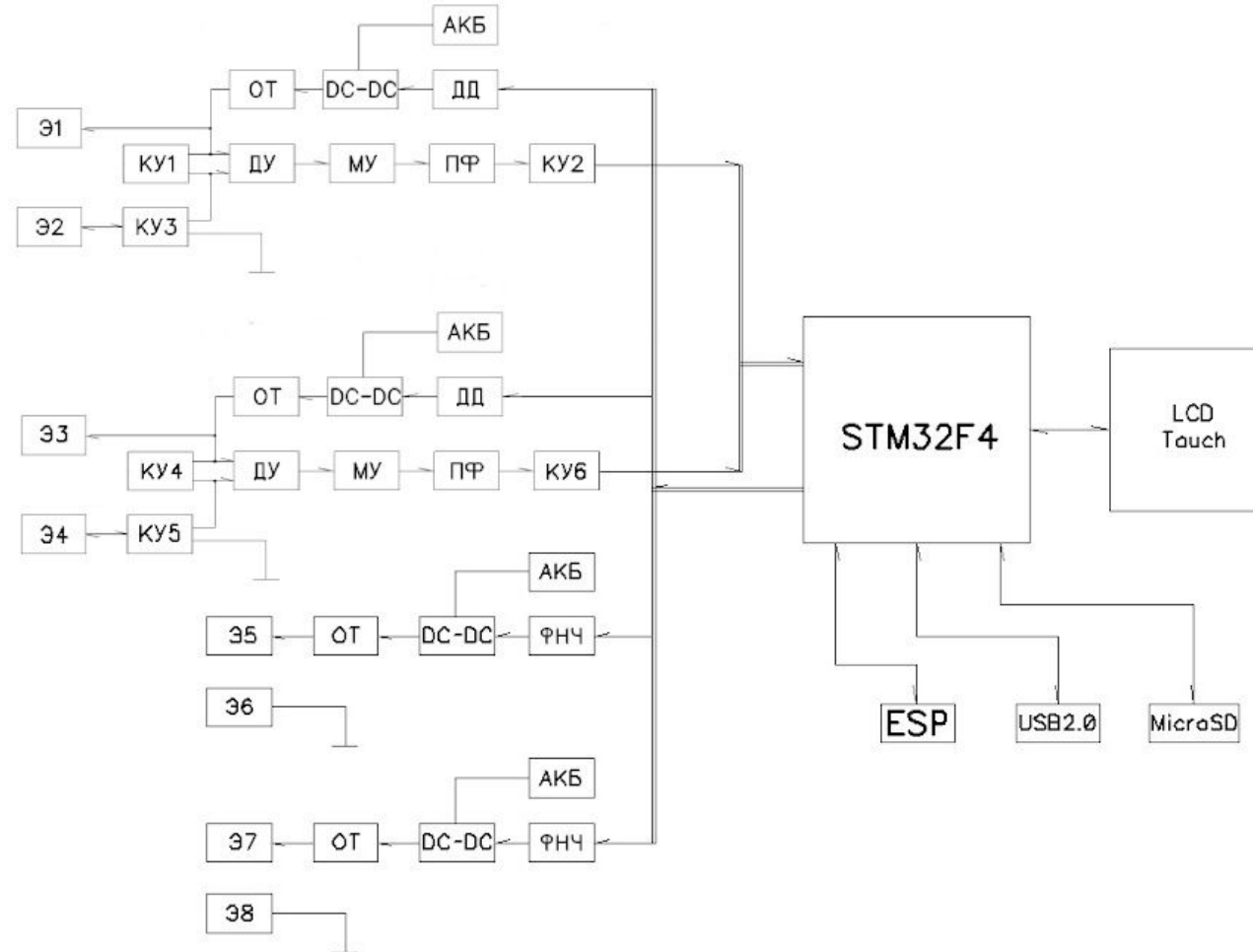


Рисунок 5 - Структурная схема проектируемого устройства

2.3 Принцип работы устройства

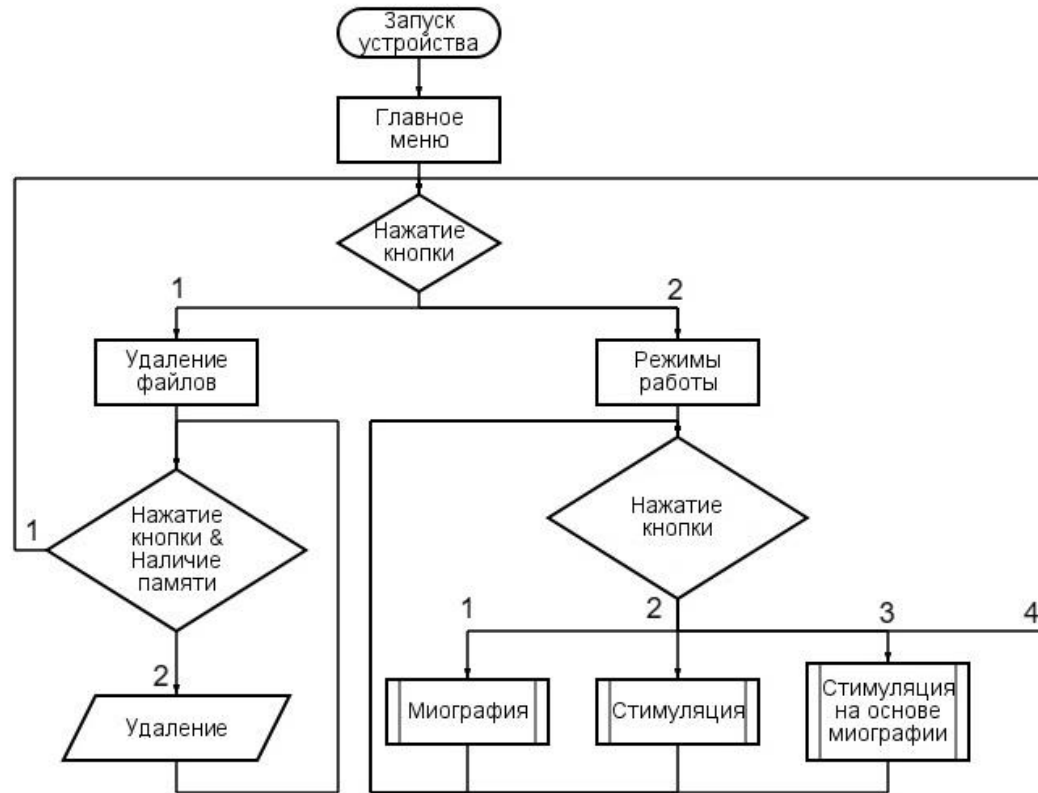


Рисунок 6 – Алгоритм главного меню

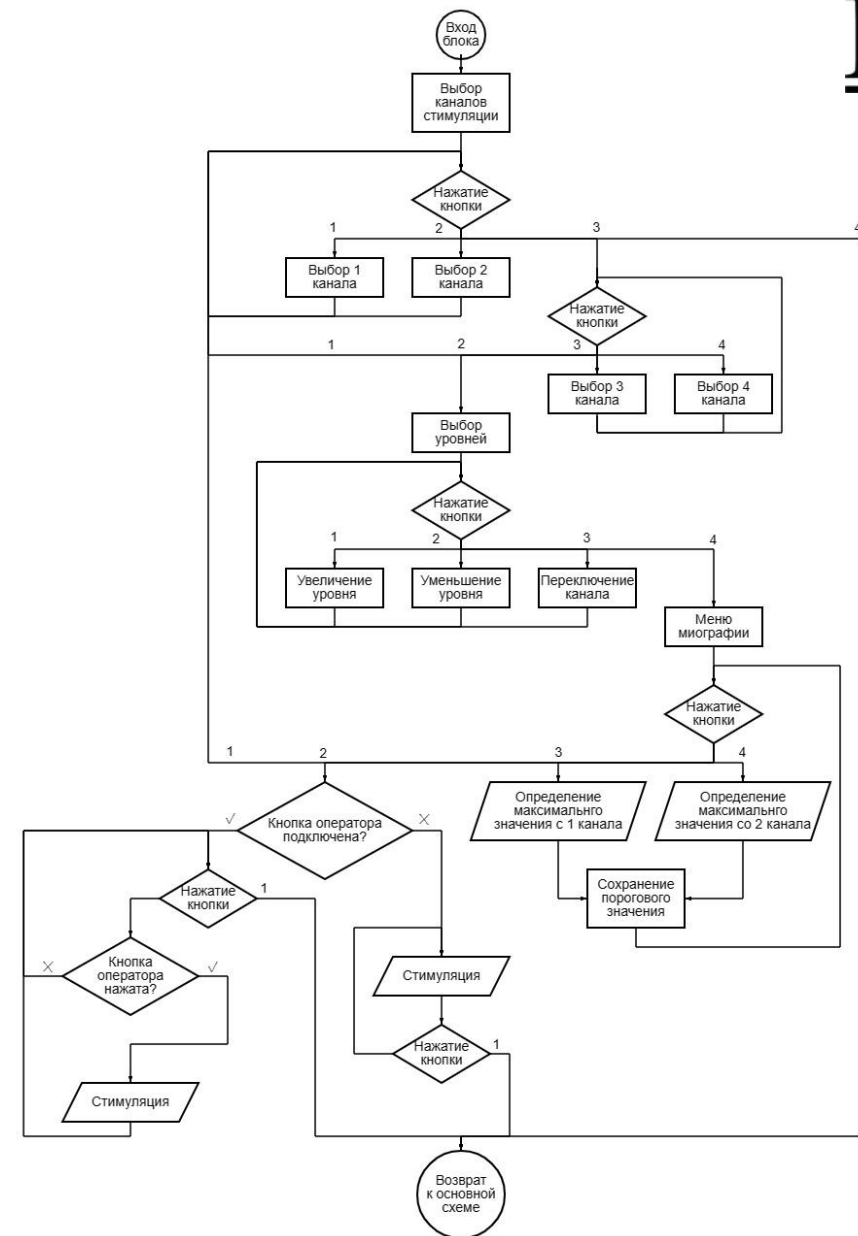


Рисунок 7 – Алгоритм стимуляции с БОС

2.4 Принцип связи микроконтроллеров

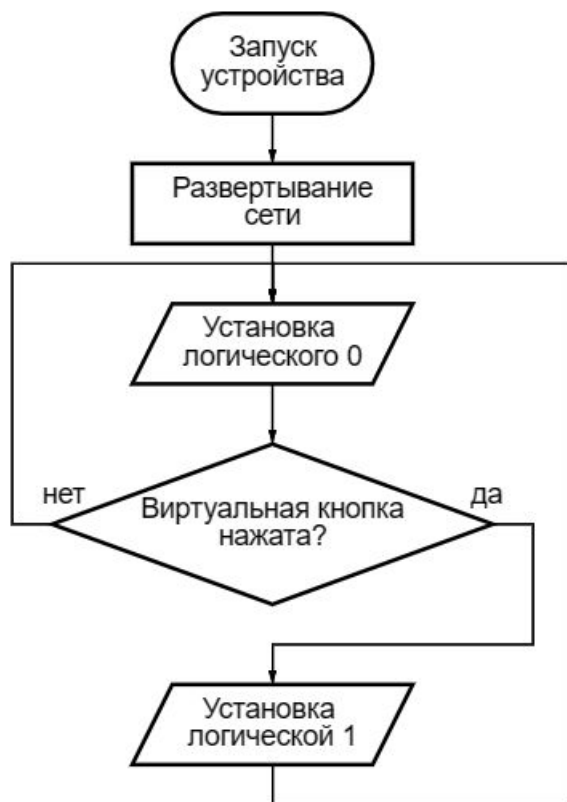


Рисунок 8 – Алгоритм работы ESP

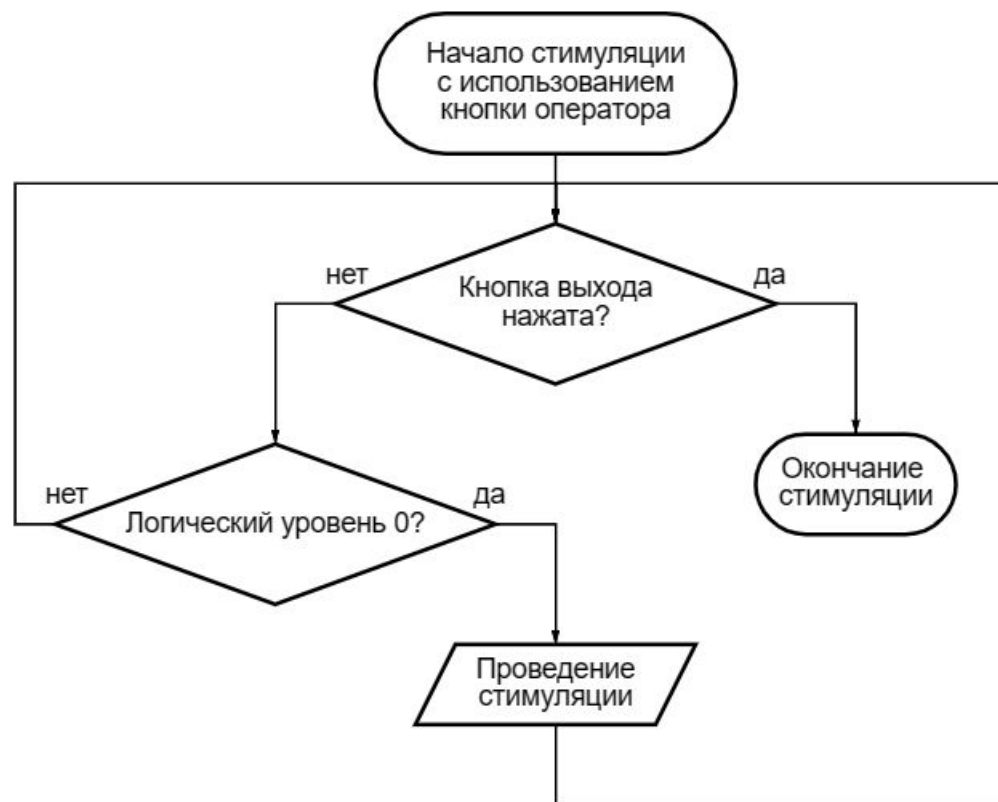


Рисунок 9 – Алгоритм работы STM

2.5 Внешний вид макета устройства

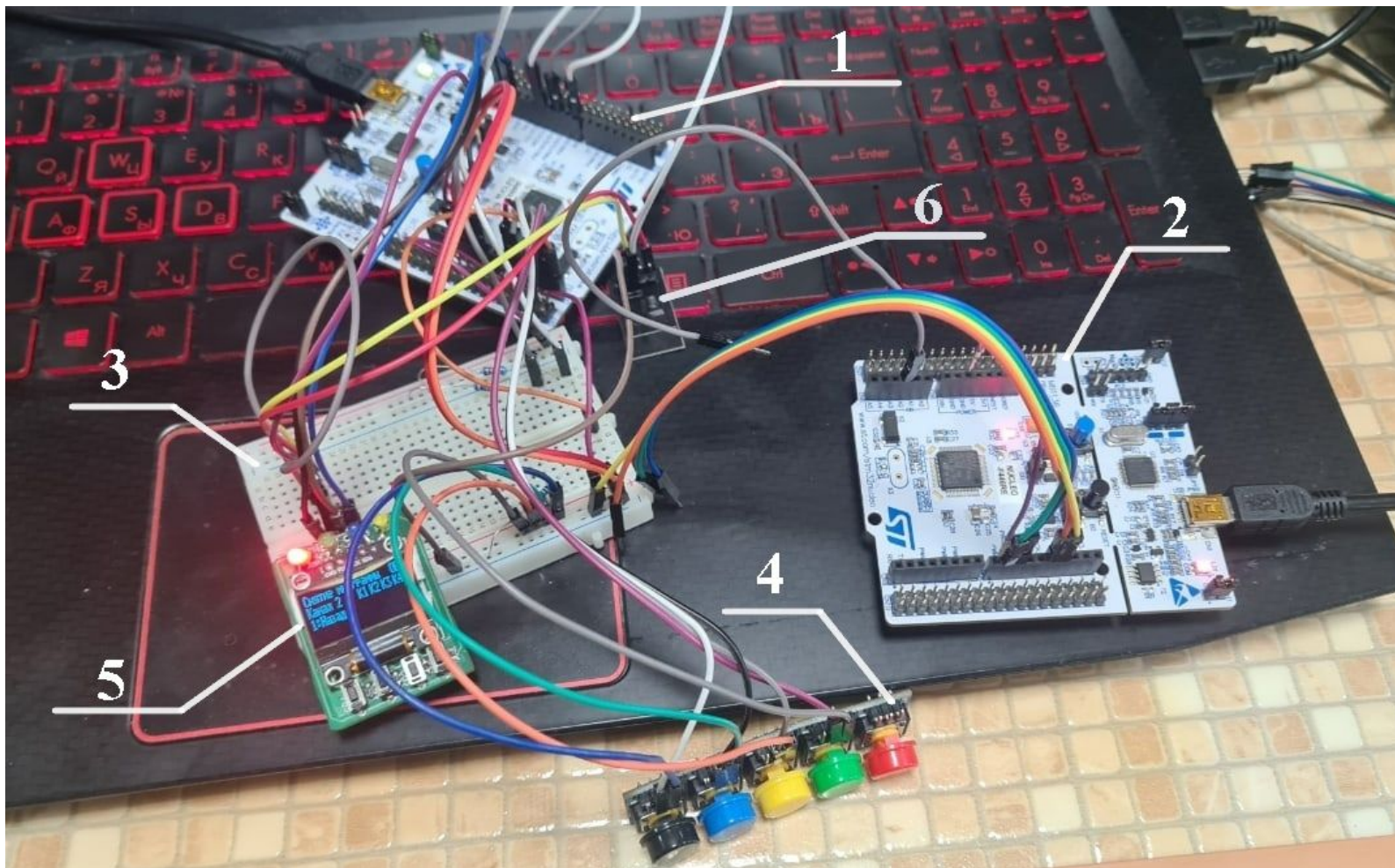


Рисунок 10 – Отладочный стенд с тремя микроконтроллерами

3. Тестирование созданного устройства

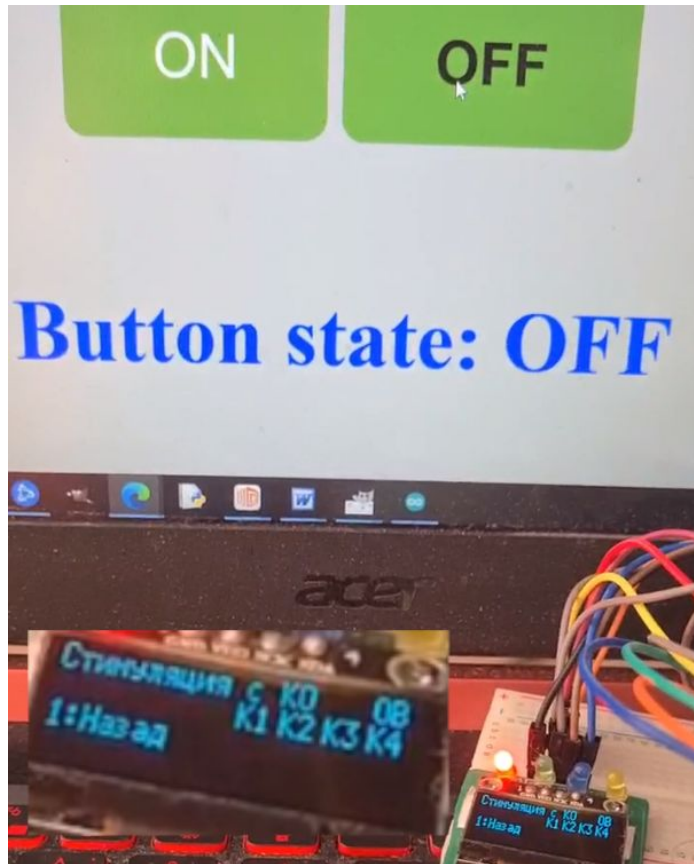


Рисунок 11 – Кнопка оператора выключена, аппарат в режиме ожидания

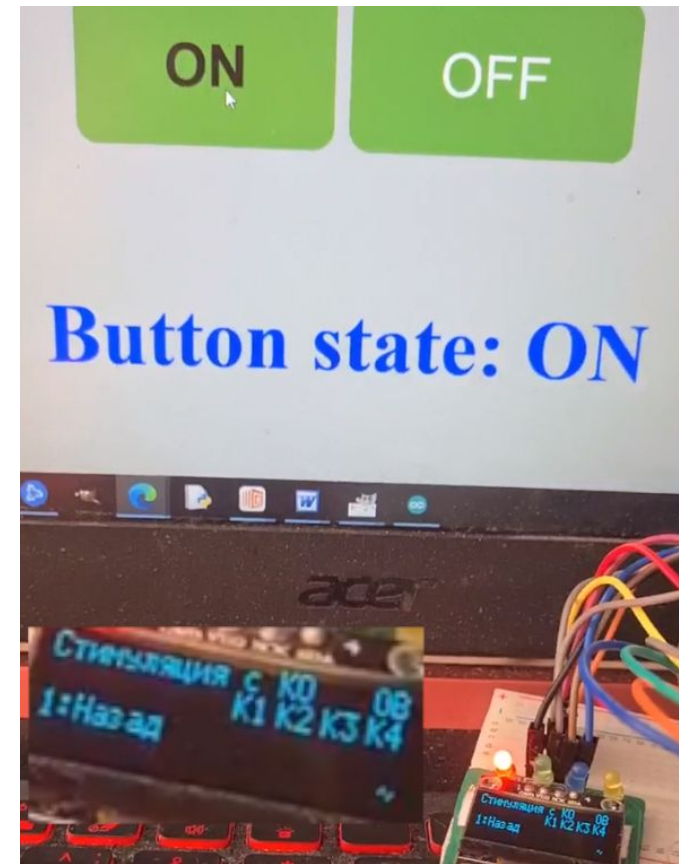


Рисунок 12 – Кнопка оператора включена, происходит стимуляция

3. Тестирование созданного устройства

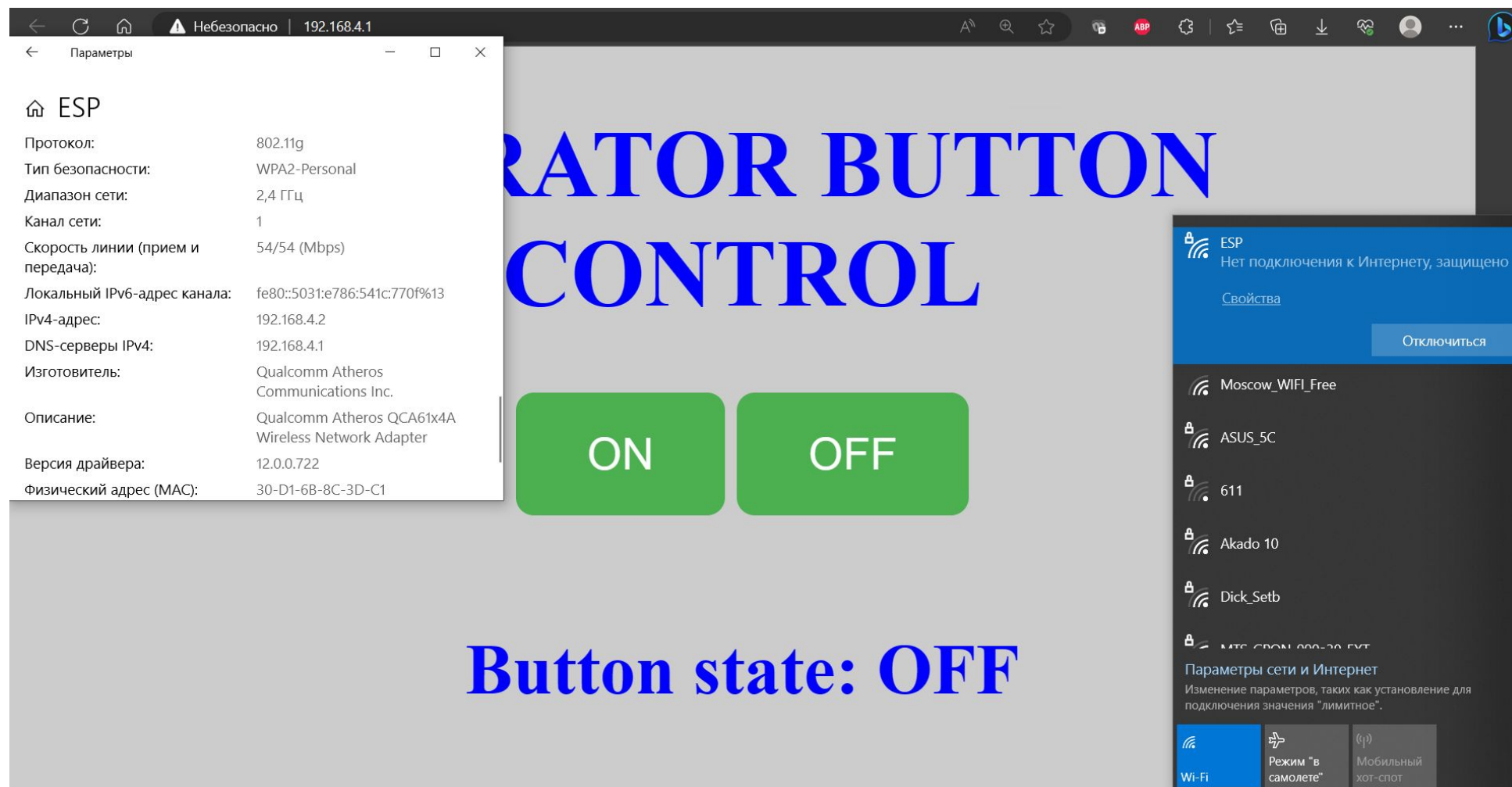


Рисунок 13 – Интерфейс управления кнопкой оператора

3. Тестирование созданного устройства

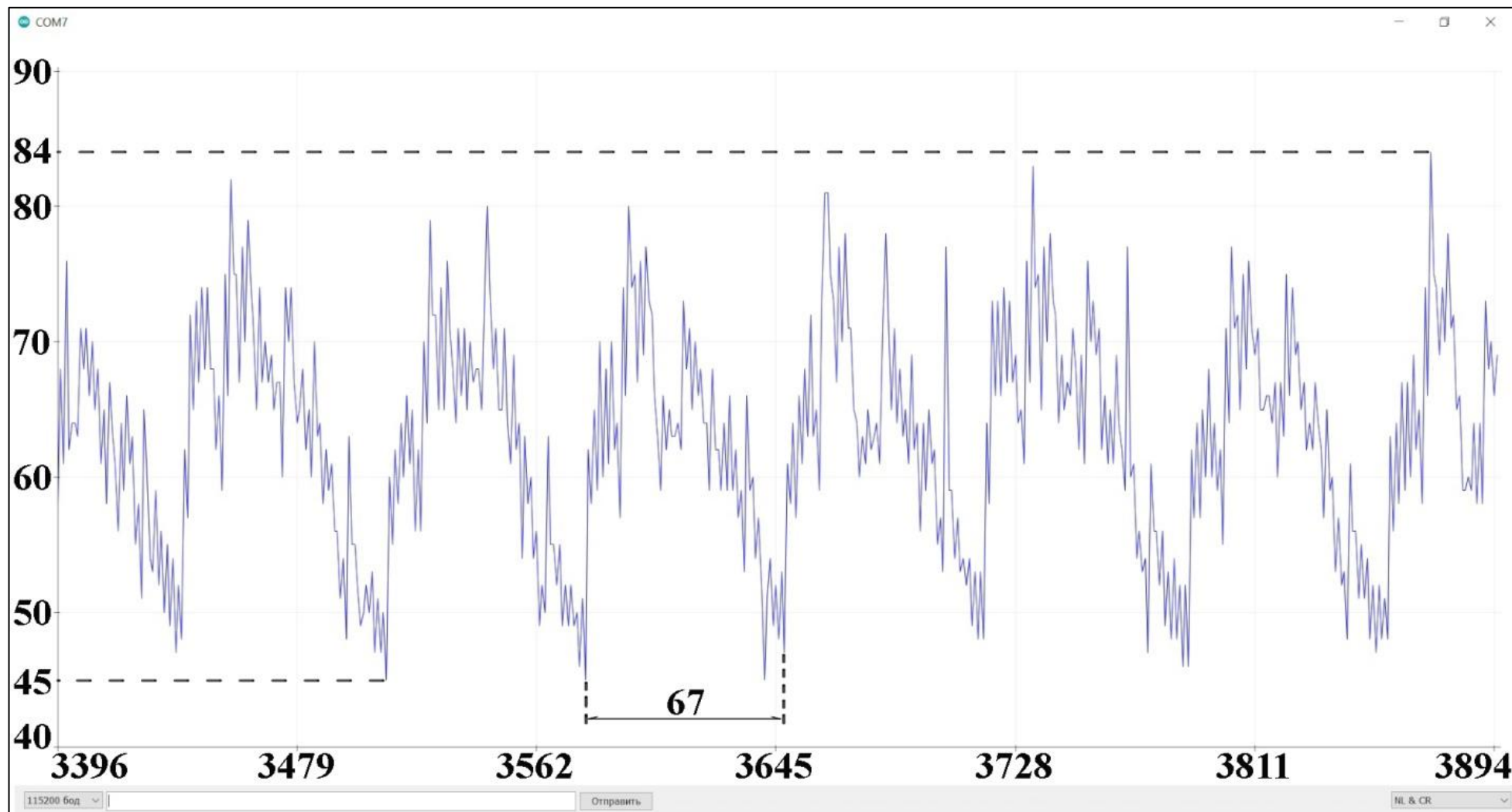


Рисунок 14 – Имитация миограммы, снятая при помощи АЦП

Заключение

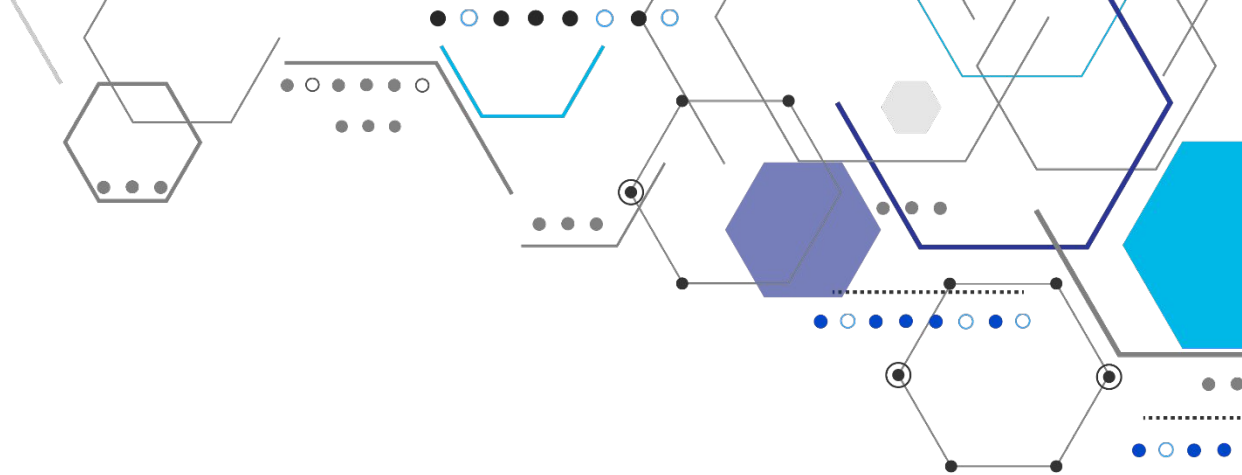
- ◆ Выполнен анализ рынка устройств нейростимуляции и найдены возможности для развития данного сегмента медицинской техники в РФ.
- ◆ Методом обратной инженерии разработана функциональная схема зарубежного аналога.
- ◆ Создана логическая часть прибора с возможностью частичного управления стимуляцией по протоколу Wi-Fi и проведено тестирование работоспособности.

В рамках дальнейшего развития, помимо создания прототипа с использованием аналоговых схемотехнических каскадов, рассматривается возможность полноценного управления всеми функциями комплекса по протоколу Wi-Fi.

Для последующей интеграции в единую больничную сеть, может использоваться как протокол MQTT, так и сервер со своей БД.



Рисунок 15 – Реабилитационный комплекс VitalStim



**Благодарю Вас и с удовольствием
отвечу на Ваши вопросы!**

