**Инструкция по сборке и эксплуатации стабилизатора мощности**

**1. Введение**

Стабилизатор мощности предназначен для управления мощностью нагревательных элементов (ТЭНов) с использованием различных методов регулирования: ШИМ, сортировка полуволн и фазовое регулирование. Устройство поддерживает управление через Wi-Fi, MQTT, веб-интерфейс и кнопку.

**2. Комплектующие**

Для сборки стабилизатора мощности потребуются следующие компоненты:

* Микроконтроллер ESP8266 (например, ESP12E) и устройство для его первичной прошивки, рекомендую купить [два в одном](https://ozon.by/product/plata-esp8266-esp12f-1290378886/?abt_att=1&from=share_android&perehod=smm_share_button_productpage_link&__rr=1)
* Симистор или твердотельное реле (SSR-40DA) для управления нагрузкой.
* Детектор нуля (zero-cross detector).
* OLED-дисплей для отображения информации.
* Кнопка для ручного управления.
* Двойное твердотельное реле для управления ТЭНами (heat и boost) плюс контакторы.
* Датчик мощности [PZEM-004T](https://aliexpress.ru/item/32988871486.html?sku_id=66786003756&srcSns=sns_More&businessType=ProductDetail&spreadType=socialShare&tt=MG&utm_medium=sharing) для измерения напряжения, тока и мощности.
* ADUM или HC-12 для управления по UART.
* Источник питания 12В для питания схемы.
* Различные пассивные компоненты (резисторы, конденсаторы, диоды и т.д.).

**3. Схема подключения**

Схема подключения компонентов представлена в файле stab\_bb.pdf. Основные соединения:

* **ESP8266**:
  + GPIO1 (TX) — TX для управления по UART, ADUM или HC-12.
  + GPIO3 (RX) — RX для управления по UART, ADUM или HC-12.
  + GPIO12 (D6) — детектор нуля (zeroCrossPin).
  + GPIO14 (D5) — управление реле ТЭНа (heatPin).
  + GPIO16 (D0) — управление реле разгона (boostPin).
  + GPIO15 (D8) — управление симистором (triacPin).
  + GPIO13 (D7) — кнопка (BUTTON\_PIN).
  + GPIO0 (D3) и GPIO2 (D4) — RX и TX для PZEM-004T.
  + SDA и SCL — подключение OLED-дисплея.
* **PZEM-004T**:
  + Подключите RX и TX к соответствующим пинам ESP8266.
  + Подключите питание и землю.
* **OLED-дисплей**:
  + Подключите SDA и SCL к соответствующим пинам ESP8266.
* **Кнопка**:
  + Подключите один контакт к GPIO13 (D7), другой — к земле, зашунтируйте конденсатором небольшой ёмкости (20 пФ) для снижения дребезга.

**4. Прошивка микроконтроллера**

1. Установите Arduino IDE.
2. [Добавьте](https://github.com/esp8266/Arduino) поддержку ESP8266 через менеджер плат.
3. Скопируйте папку библиотек libraries в рабочий каталог Arduino IDE (в Windows Мои документы\Arduino\).
4. Загрузите код stab\_xx.ino в Arduino IDE.
5. В файле Stab\_config.h отредактируйте конфигурацию под свои нужды.
6. Выберите плату "Generic ESP8266 Module" и порт подключения.
7. Загрузите прошивку на микроконтроллер.

**5. Настройка Wi-Fi и MQTT**

1. После загрузки прошивки устройство попытается подключиться к Wi-Fi с сохраненными настройками из Stab\_config.h. Если подключение не удалось, устройство перейдет в режим точки доступа.
2. Подключитесь к точке доступа "PoverStabiliser" с паролем "12345678".
3. Откройте веб-интерфейс по адресу 192.168.4.1.
4. В разделе "Настройки" укажите параметры Wi-Fi и MQTT:
   * SSID и пароль для Wi-Fi.
   * Адрес MQTT-брокера, порт, логин и пароль.
   * Топики для управления мощностью, режимом разгона и нагревом.
5. Сохраните настройки и перезагрузите устройство, для этого есть кнопка в настройках.

**6. Управление устройством**

Управление устройством возможно через:

* **Веб-интерфейс**:
  + Установка мощности, включение/выключение нагрева и режима разгона.
  + Просмотр текущих параметров (напряжение, ток, мощность, энергопотребление).
  + Изменение режима регулятора, настроек Wi-Fi и MQTT.
* **MQTT**:
  + Управление мощностью, режимом разгона и нагревом через MQTT-команды.
  + Публикация статуса устройства в MQTT-топик.
* **Кнопку**:
  + Короткое нажатие — изменение мощности на ±10 Вт.
  + Двойное нажатие — переключение режима изменения мощности (Добавить/Убавить).
  + Тройное нажатие — включение/выключение режима разгона.
  + Длительное нажатие — плавное изменение мощности с нарастающей скоростью.

**7. Режимы работы**

* **ШИМ (PWM)** — регулирование мощности с помощью широтно-импульсной модуляции.
* **Сортировка полуволн** — пропуск или включение целых полуволн сетевого напряжения.
* **Фазовое регулирование** — регулирование мощности путем изменения фазы открытия симистора.

**8. Эксплуатация**

1. Убедитесь, что все компоненты правильно подключены и устройство работает в штатном режиме.
2. Регулярно проверяйте состояние устройства через веб-интерфейс или MQTT.
3. При необходимости обновите прошивку через OTA (Over-The-Air).

**9. Техника безопасности**

* Убедитесь, что все соединения выполнены правильно и надежно.
* Не допускайте перегрева компонентов.
* Избегайте контакта с высоким напряжением при включенном устройстве.