



# **Контроллер Enki-esp32**

## **Инструкция пользователя**

(ред. 16.12.2022)

**г. Нижний Новгород**

## Оглавление

Назначение контроллера.....	3
Аппаратная часть контроллера.....	3
Программное обеспечение контроллера.....	5
Назначение программного обеспечения.....	5
Процедура конфигурации контроллера.....	6
Процедура обновления программного обеспечения в контроллере.....	10
Процедура проверки работы контроллера по протоколу MQTT.....	11

Данная инструкция содержит описание функциональных возможностей и настройки контроллера Enki-esp32 (далее контроллер).

## Назначение контроллера

Контроллер Enki-esp32 предназначен для мониторинга и управления удаленными объектами при использовании подключения к сети Ethernet.

Для обмена информацией с контроллером используются протоколы MQTT и HTTP.

ПО контроллера обеспечивает работу встроенного web-сервера, отражающего состояние измеряемых величин (метрик) в браузере пользователя. Через web-интерфейс пользователь может загружать новую версию «прошивки» контроллера (Firmware) и файл конфигурации.

Доступ ограничен логином и паролем, значение которых задаются пользователем при настройке. Подключение контроллера к внешнему MQTT-брокеру обеспечивает интеграцию с внешними системами мониторинга по протоколу MQTT.

## Аппаратная часть контроллера

Внешний вид платы контроллера представлен на рисунке 1.

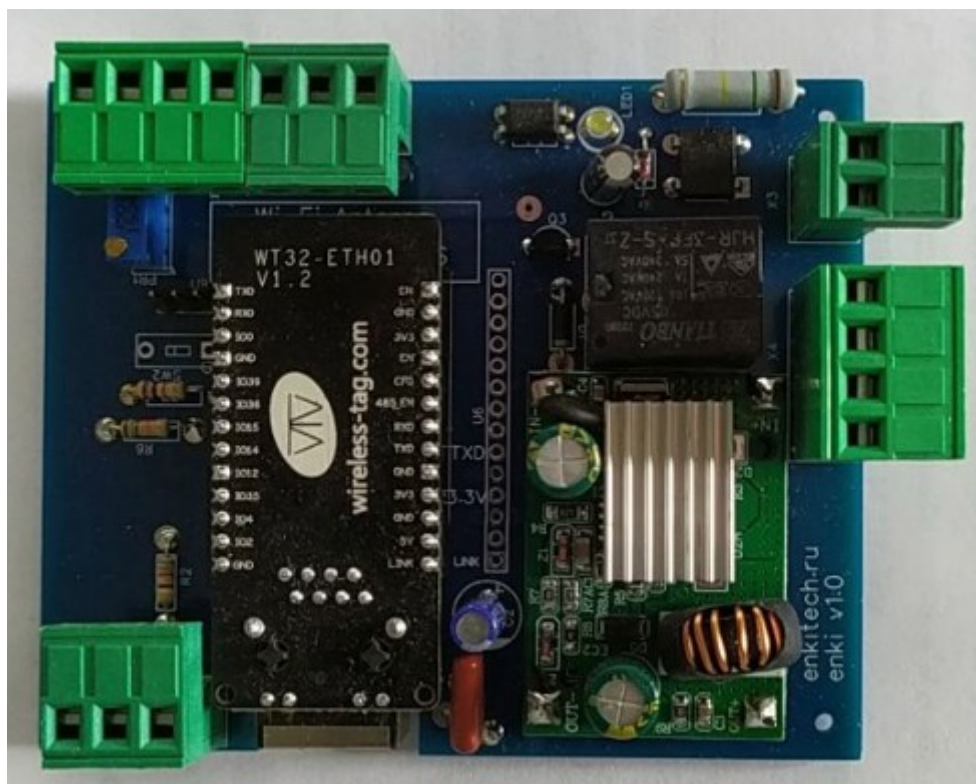


Рисунок 1. Внешний вид платы контроллера Enki-esp32

На плате контроллера размещаются:

- микроконтроллер WT32-ETH01 для подключения к проводной сети Ethernet и управления элементами контроллера;
- преобразователь напряжения для понижения входного напряжения в диапазоне 48 — 90 В постоянного тока в 5 В для питания элементов контроллера;

- датчик напряжения для контроля наличия напряжения 220В, 50 Гц;
- реле для управления внешней нагрузкой;
- делитель напряжения для измерения внешнего напряжения постоянного тока в диапазоне от 0 до 70 В. Делитель подключен к АЦП микроконтроллера;
- три логических входа, для контроля состояния дискретных выходов внешних устройств;
- шина 1-wire для подключения датчика температуры DS18B20.

На рисунке 2 представлена структурная схема подключения контроллера.

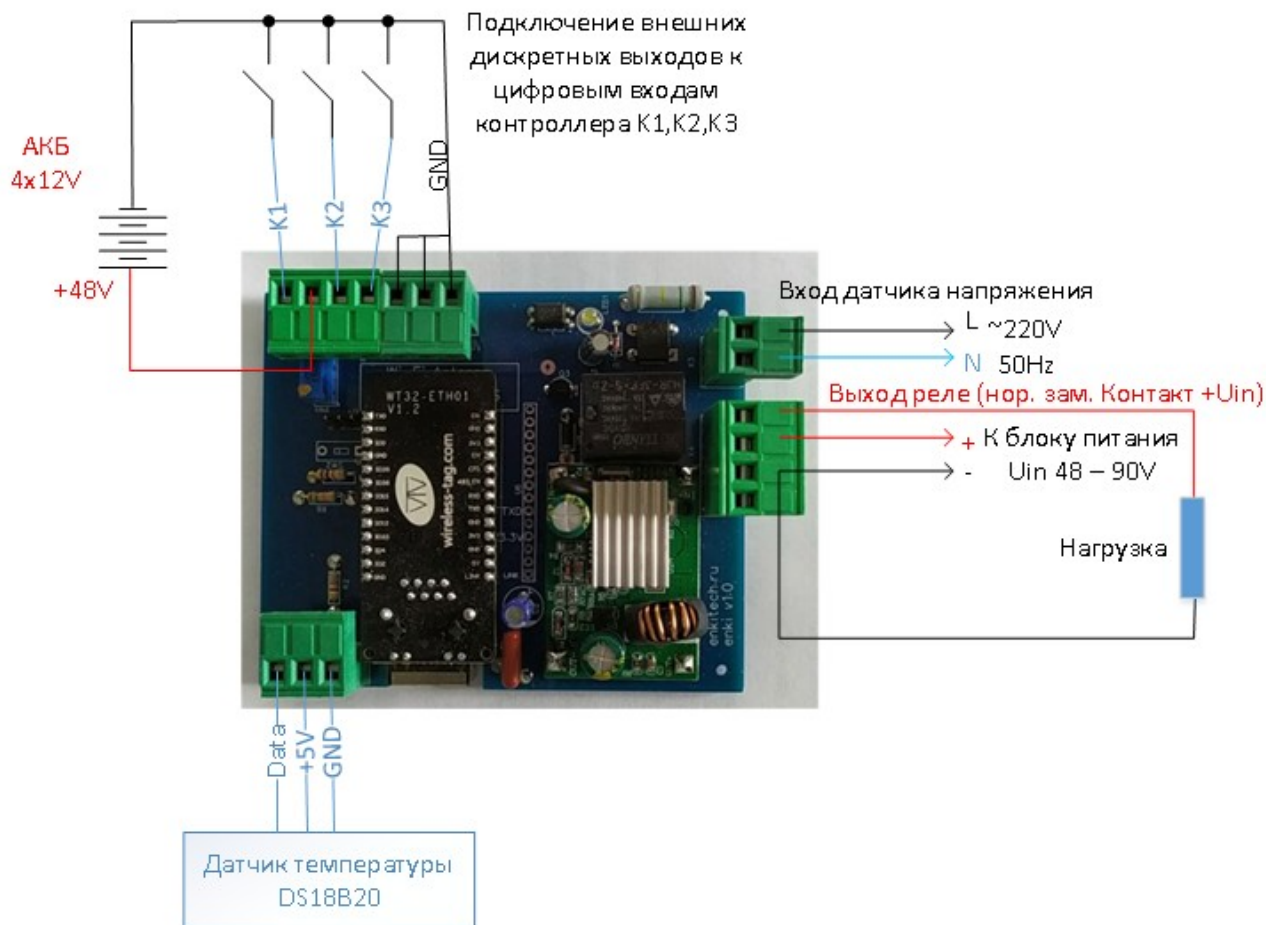


Рисунок 2. Структурная схема подключения контроллера

В соответствии с указанной схемой к контроллеру через разъемы в его составе подключаются следующие элементы:

- источник питания постоянного тока с напряжением 48В (контроллер рассчитан на напряжение питания в диапазоне от 48 до 90 В);
- внешняя нагрузка, для которой требуется управление питанием через реле контроллера. Реле через нормально-замкнутый контакт коммутирует входное напряжение контроллера на нагрузку;
- вход датчика напряжения подключается к электросети 220В 50 Гц (одна фаза) для контроля наличия напряжения в электросети;
- 3 цифровых входа контроллера (K1, K2, K3) подключаются к внешним дискретным выходам, для которых необходим контроль на логическом уровне. Это могут быть информационные релейные контакты различных устройств, или цифровые выходы типа «открытый коллектор». Цифровые входы K1, K2, K3 «подтянуты» резисторами в составе контроллера на напряжение +5В;

- выход АЦП контроллера через настраиваемый делитель напряжения в составе контроллера подключается к аккумуляторной батарее. На производстве делитель напряжения контроллера настроен на работу с напряжением до 70В. Точность измерения настраивается подстроечным резистором, размещенным рядом с клеммой подключения АКБ (положительный вывод) — рисунок 3;
- датчик температуры DS18B20, работающий по протоколу 1-wire.

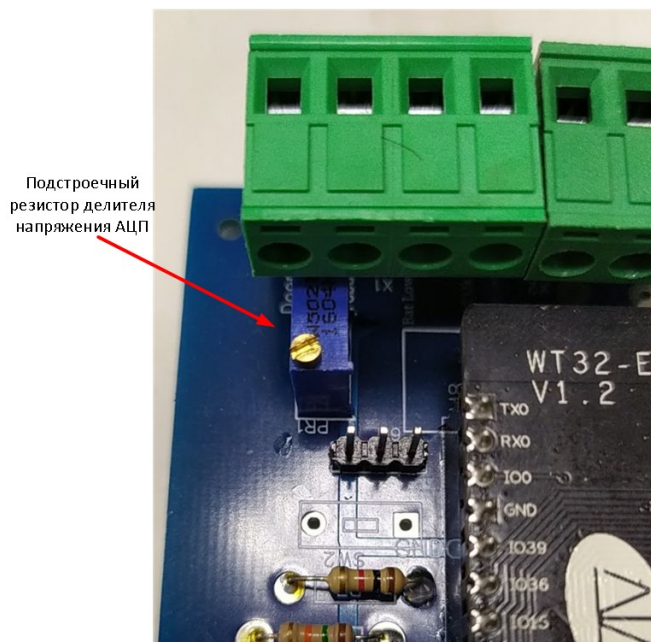


Рисунок 3. Размещение подстроечного резистора делителя напряжения на плате контроллера.

К сети Ethernet контроллер подключается через стандартный интерфейс RJ45 в составе микроконтроллера.

## Программное обеспечение контроллера

Программа управления контроллером создана на языке C++. Рабочий экземпляр программы представляет из себя бинарный файл и используется как встроенное программное обеспечение — firmware. Для настройки параметров контроллера используется файл конфигурации в формате JSON — conf.json. Для отражения web-интерфейса используются файл index.html и дополнительные файлы графических элементов, и стилей (при необходимости).

Весь состав файлов в рамках отдельной процедуры преобразуется в общий бинарный файл, предназначенный для загрузки в контроллер через web-интерфейс.

## Назначение программного обеспечения

Программное обеспечение (далее ПО) контроллера реализует следующие функции:

- реализует функции файловой системы spiffs для чтения файлов конфигурации и структуры web-сервера;
- управляет подключением по Ethernet используя файл конфигурации с настройками сети;

- управляет работой встроенного web-сервера, используемого для:
    - 1) отражения состояния параметров измеряемых контроллером,
    - 2) загрузки в энергонезависимую память контроллера файла конфигурации и структуры web-сервера,
    - 3) загрузки программного обеспечения контроллера — firmware;
  - опрашивает состояние логических входов контроллера;
  - опрашивает состояние АЦП микроконтроллера для измерения напряжения;
  - реализует протокол 1-wire и при обнаружении подключения датчика температуры опрашивает измеряемую величину;
  - реализует подключение по протоколу mqtt к mqtt-брокеру и публикует в соответствующие темы значения измеряемых величин;
  - реализует функцию обратной связи (callback) для получения по протоколу MQTT команду (через соответствующую тему) на включение реле контроллера. Реле включается на 10 секунд с целью перезагрузки внешнего оборудования по питанию, используя нормально-замкнутые контакты.
- При изготовлении контроллера проводится загрузка последней стабильной версии ПО контроллера (firmware) и конфигурации с параметрами по умолчанию.
- Пользователь проводит процедуру настройки конфигурации с учетом своих режимов работы контроллера, измеряемых параметров и подключений к сетевым сервисам.

## Процедура конфигурации контроллера

Необходимо использовать любой компьютер, или ноутбук с наличием порта Ethernet и ОС Windows, или Linux. Для хранения конфигурации и структуры web сервера используется flash память контроллера. Для работы с файлами программное обеспечение контроллера использует файловую систему spiffs. Для загрузки в контроллер файлов конфигурации их необходимо преобразовать в бинарный файл. Для этих целей используется утилита mkspiffs. Для установки утилиты на компьютер необходимо, используя ресурс <https://github.com/igrr/mkspiffs/releases> загрузить файл mkspiffs-0.2.3-arduino-esp32-win32.zip (при использовании Linux выбрать соответствующий файл).

Используя ресурс <http://repo.tvksoft.ru/enki/enki.zip> загрузить на компьютер файл enki.zip.

Разархивировать содержимое архивного файла в любой каталог ОС компьютера.

Разархивировать в этот же каталог содержимое mkspiffs-0.2.3-arduino-esp32-win32.zip.

Результатом будет следующий состав файлов:

- файл mkspiffs.exe (утилита для формирования бинарного файла),
- файл firmware.bin (бинарный файл программного обеспечения контроллера),
- каталог data содержащий:
  - файл index.html (html страницы web сервера отражающая измеряемые величины),
  - файл enki.png (логотип компании для web сервера),
  - файл conf.json (файл конфигурации контроллера).

Для настройки сети и остальных параметров необходимо отредактировать файл conf.json следующего примерного содержания:

```
{
  "ID": "Test",
  "IP": "192.168.200.246",
  "GW": "192.168.200.1",
  "SN": "255.255.255.0",
  "DNS": "8.8.8.8",
```

```

"STATUS_RELE": "rele_status",
"K1": "G",
"K2": "AC",
"K3": "BAT",
"DU": "DU",
"ssid": "srv_cam",
"password": "srv_cam_test",
"mqttServer": "mqtt.nnx.ru",
"mqttPort": "1883",
"mqttUser": "login",
"mqttPassword": "passwd",
"http_username": "admin",
"http_password": "admin",
"host_ping": ["8.8.8.8", "1.1.1.1", "4.4.4.4"]
}

```

В следующей таблице приводится описание используемых параметров конфигурации:

№	Параметр	Значение	Примечание
1	ID	Идентификатор под которым проходит подключение к MQTT-брокеру и формируется название темы	<p>Например если ID=Test, а цифровой вход K1 будет иметь имя в теме K1 - контроллер будет публиковать в тему Test/K1 значение состояния K1.</p> <p>В итоге значение ID — связывает публикацию с именем вашего контроллера. А подтема связывает соответствующий параметр. Общая формула: Имя_контроллера/Имя_параметра</p> <p>Если к цифровому входу K1 подключен, например геркон и для удобства в название подтемы включено имя Герсон, то контроллер будет публиковать значение в тему Test/Gercon.</p>
2	IP	Сетевой адрес назначенный контроллеру	
3	GW	Сетевой адрес шлюза сети	
4	SN	Маска сети	
5	DNS	Сетевой адрес сервера DNS	
6	STATUS_RELE	Название подтемы, под которой будет публиковаться текущее состояние реле	В итоге тема публикации будет складываться из значений ID и STATUS_RELE. Например: Test/rele_status

7	K1	Название подтемы, под которой будет публиковаться текущее состояние цифрового входа K1	Например: Test/Gercon
8	K2	Название подтемы, под которой будет публиковаться текущее состояние цифрового входа K2	Например: Test/UPS_Uin
9	K3	Название подтемы, под которой будет публиковаться текущее состояние цифрового входа K3	Например: Test/Battary_low
10	DU	Название подтемы, под которой будет публиковаться текущее состояние датчика напряжения	Например: Test/DU
11	ssid	Имя WiFi сети при работе контроллера в режиме точки доступа.	Требуется версия ПО контроллера (firmware — прошивка) с поддержкой WiFi
12	password	Пароль для подключения к сети WiFi контроллера	
13	mqttServer	Имя MQTT сервера, к которому будет подключение контроллера	Например: mqtt.nnx.ru
14	mqttPort	Порт MQTT сервера	1883
15	mqttUser	Логин для подключения к MQTT серверу (брокеру)	
16	mqttPassword	Пароль для подключения к MQTT серверу (брокеру)	
17	http_username	Логин для входа в web-интерфейс	В базовых настройках логин: admin
18	http_password	Пароль для входа в web-интерфейс	В базовых настройках пароль: admin
19	host_ping	Массив IP-адресов для которых необходимо мониторить сетевой доступ к ним по протоколу ICMP (командой ping).	Пример формата перечисления значений в массиве: ["8.8.8.8", "1.1.1.1", "4.4.4.4"] Количество адресов не более 5. Контроллер выводит результаты на web-интерфейс и публикует по протоколу MQTT подтемы со значением адреса. Пример: тема Test/8.8.8.8 Если значение 0 — нет связи. Если значение 1 — связь есть.

Необходимо уточнить настройки сети исходя из вашего подключения. Например у вас используется офисная сеть и на данный момент ваш компьютер имеет выход в интернет. Необходимо использовать схожие настройки, запросив свободный ip-адрес у сетевого администратора. В параметре ID нужно использовать уникальное значение. Есть вероятность, что простой идентификатор уже занят другим клиентом MQTT. Можно



использовать любую комбинацию символов. Например цифры из текущей даты и времени, пример 141020221309 (от 14 октября 2022 13 часов 9 минут). Сохраните изменения.

Запустите командную строку windows, перейдите в каталог размещения mkspiffs.exe

Выполните команду:

```
mkspiffs.exe -c data -b 4096 -p 256 -s 0x170000 spiff.bin
```

Итог — формирования файла конфигурации spiff.bin.

В контроллере по умолчанию установлен адрес 192.168.0.100.

Для загрузки конфигурации необходимо подключить контроллер к компьютеру по сети Ethernet.

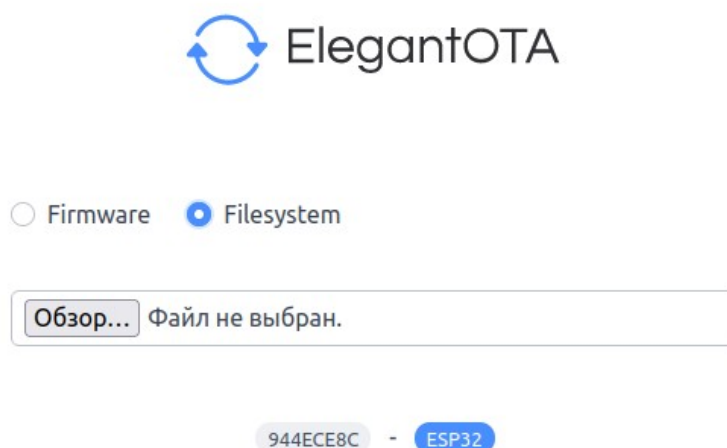
Для удобства запишите сетевые настройки компьютера вашей сети.

Настройте сетевое подключение компьютера на сетевой адрес 192.168.0.2 (или любой другой адрес сети 192.168.0.0, кроме 192.168.0.100), указав сетевую маску 255.255.255.0.

Запустите браузер на вашем компьютере и откройте ресурс:

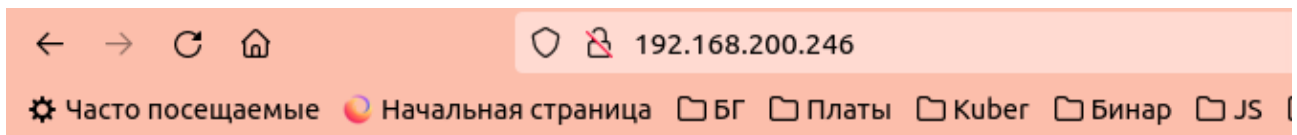
192.168.0.100/update

В открывшемся интерфейсе:



выберите режим Filesystem и через кнопку Обзор выберите файл spiff.bin. Начнется процесс загрузки конфигурации с отражением процента загрузки. После завершения контроллер автоматически перезагрузится и будет работать с новыми настройками.

Поскольку у контроллера будет сетевой адрес указанный в файле конфигурации, необходимо настроить рабочий компьютер на соответствующую сеть. Для работы контроллера по протоколу MQTT, необходимо чтобы сетевое подключение обеспечивало доступ к MQTT серверу, указанному в конфигурации. Выполните необходимые подключения к контроллеру в соответствии с рисунком 2 и зайдите в web-интерфейс контроллера, указав в браузере на рабочем компьютере IP-адрес контроллера. Откроется окно вида:



	Test
Температура:	25.4
Дверь шкафа:	закрыта
Напряжение 220 В на вводе:	нет
Напряжение 220 В на ИБП:	нет
АКБ:	заряжен (> 42 В)
Напряжение на АКБ:	56.0
Связь с 8.8.8.8	есть
Связь с 1.1.1.1	есть
Связь с 4.4.4.4	нет

<http://enkitech.ru/>

В данном интерфейсе отражается состояние параметров мониторинга телекоммуникационного шкафа, оснащенного ИБП модели FARADAY UPS 300W/48V/DIN.

Параметры мониторинга:

Температура — значение температуры на датчике температуры;

Дверь шкафа — состояние цифрового входа K1 (геркона или концевого выключателя);

Напряжения 220 В на вводе — статус наличия напряжения на датчике напряжения - состояние цифрового входа DU;

Напряжения 220 В на ИБП — статус на релейном выходе ИБП AC ОК (наличия напряжения на входе ИБП) - состояние цифрового входа K2;

АКБ — статус на релейном выходе ИБП BAT LOW (разряд АКБ) - состояние цифрового входа K2;

Напряжение АКБ — значение напряжение на АКБ.

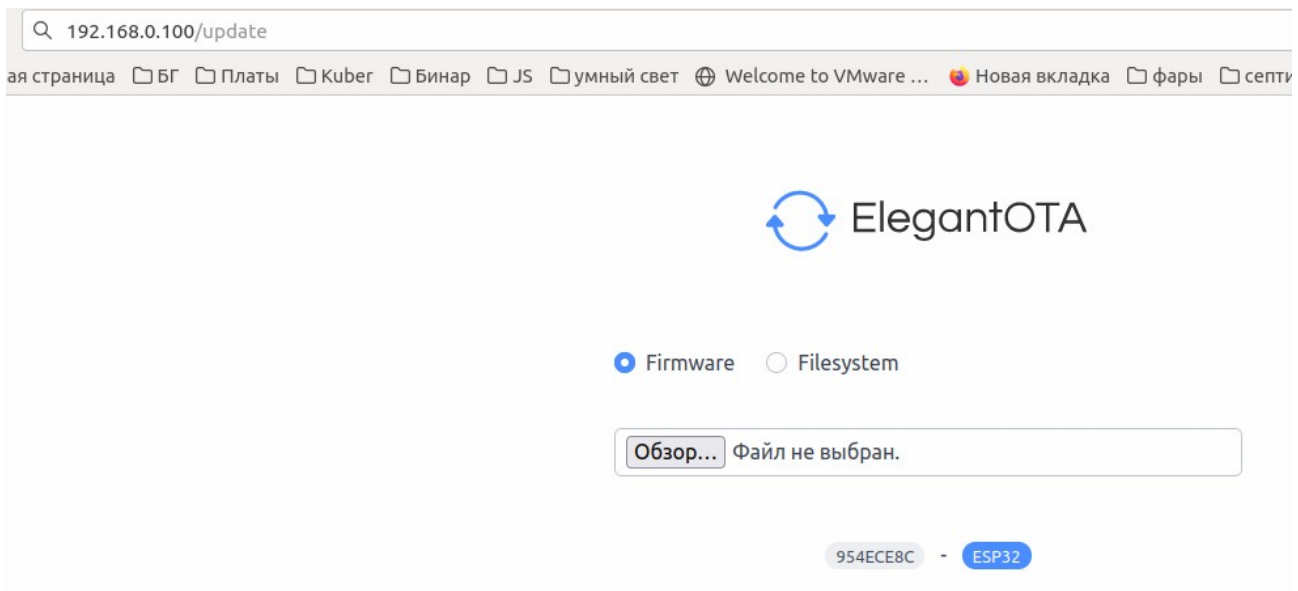
Далее отражаются статусы доступности ip-адресов перечисленных в файле конфигурации.

Если контроллер используется для мониторинга других параметров необходимо внести изменения в файл index.html. Дополнительно можно разместить в контроллере другие файлы для оформления html страницы.

Ниже, в разделе «Процедура проверки работы контроллера по протоколу MQTT» представлено описание значений, которые контроллер публикует в соответствующие темы.

## Процедура обновления программного обеспечения в контроллере

Если есть необходимость в обновлении ПО контроллера — firmware (вышла новая версия, или используется специализированная прошивка), необходимо из браузера на рабочем компьютере зайти на [http://ip\\_контроллера/update](http://ip_контроллера/update). В открывшемся интерфейсе:



выберите Firmware и через кнопку Обзор выберите файл прошивки firmware.bin. Начнется процесс загрузки программного обеспечения контроллера. После завершения контроллер перезагрузиться автоматически.

## Процедура проверки работы контроллера по протоколу MQTT

Для проверки работы контроллера по протоколу MQTT на компьютер необходимо установить mqtt клиент — mosquitto. Загрузите официальный дистрибутив с ресурса <https://mosquitto.org/download/>

Для ОС Windows это файл mosquitto-2.0.15-install-windows-x64.exe.

Запустите процесс установки и согласитесь с установленными параметрами по умолчанию.

Откройте командную строку Windows и выполните команду:

```
cd C:\Program Files\mosquitto>
```

Далее, уточнив параметр ID, который был указан в файле конфигурации контроллера, выполнить команду:

```
/usr/bin/mosquitto_sub.exe -h mqtt-сервер-из-файла-конфигурации -v -t ID-из-файла-конфигурации/# -u "ваш логин" -P "ваш пароль"
```

Параметр `/#` означает отражать все темы входящие в тему «ID-из-файла-конфигурации».

На экране будут строки вида:

```
«ID-из-файла-конфигурации»/temp 25.4
«ID-из-файла-конфигурации»/ADC 56.0
«ID-из-файла-конфигурации»/8.8.8.8 1
«ID-из-файла-конфигурации»/1.1.1.1 1
«ID-из-файла-конфигурации»/4.4.4.4 0
«ID-из-файла-конфигурации»/K1 0
«ID-из-файла-конфигурации»/K2 1
«ID-из-файла-конфигурации»/K3 1
«ID-из-файла-конфигурации»/DU 1
```

В следующей таблице указаны значения параметров:

№ п.п.	Метрика	Параметр	Тема	Статусы
1.	Температура	°C (градусы по Цельсию)	ID/temp	значение температуры до 10-го знака (например 25,5)
2.	Измеряемое напряжение постоянного тока	величина напряжения в Вольтах	ID/ADC	значение напряжения до 10-го знака
3.	Проверка связи с ip адресом (в примере указаны три адреса 8.8.8.8, 1.1.1.1, 4.4.4.4)	0/1	ID/соответствующий_адрес	0 — нет связи 1 — есть связь
4.	Состояние дискретного входа 1	0/1	ID/K1	0 — закрыта 1 — открыта
5.	Состояние дискретного входа 2	0/1	ID/K2	0 — есть 1 — нет
6.	Состояние дискретного входа 3	0/1	ID/K3	0 — разряжен (< 42 В) 1 — заряжен (> 42 В)
7.	Наличие напряжения 220 В на датчике напряжения	0/1	ID/DU	0 - есть 1 - нет
8.	Управление реле контроллера для управления нагрузкой (изменение состояния на 10 секунд).		ID/Rele	Отправить (опубликовать) в указанную тему 1 для перезагрузки

Сравните значения отражаемые в web-интерфейсе со значениями в командной строке.

Проведите следующие тесты:

- зажмите датчик температуры в руке, проверьте в web-интерфейсе и командной строке изменение значения температуры;
- измените состояние дискретных входов исходя их функций вашего оборудования и проверить в web-интерфейсе и командной строке изменение значений;
- подключить датчик напряжения 220 В в электросеть, соблюдая правила безопасности. В web-интерфейсе и командной строке проверить изменение соответствующего значения;
- подключить тестовый блок питания постоянного тока, или АКБ в соответствии со схемой на рисунке 2. Напряжение подключаемого источника не должно превышать 70 В. Рекомендуется провести сначала тесты с напряжением не более 12В, а далее при необходимости с более высоким. Нельзя подключать источник с напряжением более 70В. Проверьте отражения значения напряжения в web-интерфейсе и командной строке. Для сравнения, проведите измерения напряжения тестером в режиме вольтметра постоянного тока;
- из командной строки выполнить команду:

```
/usr/bin/mosquitto_pub.exe -h mqtt.nnx.ru -t «ID-из-файла-конфигурации»/Rele -m "1" -u "ваш логин" -P "ваш пароль"
```

Реле контроллера должно переключить контакты и через 10 секунд вернуться в прежнее состояние. Будет характерный звук срабатывания реле. В этом тесте контроллер выступает в роли подписчика на тему «ID-из-файла-конфигурации»/Rele и при поступлении значения 1, отработывает команду отключения реле на паузу в 10 секунд. Поскольку контроллер в цикле программы выполняет последовательно разные операции, в том числе проверяет подключение сетевых устройств, может пройти некоторая пауза с момента публикации темы управления реле, до момента его переключения.