

Автоматика для ректификации и дистиляции с модулем WiFi.

Устройство предназначено для автоматизации процессов дистиляции и ректификации. Для дистанционного отслеживания и управлением процессов используется модуль WiFi. Дистанционное управление происходит по протоколу MQTT. Для пользования этой функцией на мобильном устройстве или планшете должно быть установлено соответствующее программное обеспечение – MQTT клиент. Ниже будет дан пример настройки такого приложения.

Так же реализована возможность фракционного отбора, посредством сервопривода.

Основные характеристики устройства.

1. Мощность применяемого ТЭНа – до 3 кВт, с возможностью стабилизации мощности .
 - 1.1 Функция разгона (подача полной мощности на ТЭН, до достижения заранее установленной температуры в кубе).
2. Марка датчиков температуры – DS18B20.
3. Количество датчиков температуры – 3 шт.
4. Измерение атмосферного давления, с последующей корректировкой температуры старт-стопа при ректификации.
5. Управление сервоприводом SG90 для возможности фракционного отбора. Возможное количество отбираемых фракций – 3 (головы, подголовники, тело).
6. Датчики уровня контактные – 2 шт. (Возможно применение бесконтактных датчиков уровня. См.ниже)
7. Отбор голов может производиться как по капельно, так и периодикой.
- 8.Реализована аварийное завершение процессов при следующих ситуациях:
 - 8.1 Неисправность любого датчика температуры.
 - 8.2 Неисправность ТЭНа (обрыв). При невозможности достижения заданной мощности ТЭНа из-за текущих параметров сети ситуация будет интерпретирована аналогично.
 - 8.3 Превышение температура в дефлегматоре выше заданной.
9. Управление клапаном отбора (по жидкости).
10. Управление клапаном открытия воды.
Оба клапана имеют рабочее напряжение 220в и должны быть нормально закрытые (НЗ).
- 11.Управление исполнительным устройством (например контактором) на 220 вольт.
- 12.Предусмотрена звуковая сигнализация нажатия кнопок, а так же сигнализация при завершении процесса.

При завершении процесса работы происходит отключение ТЭНов, клапана отбора, контактора. Клапан подключения воды остается открытым. Если завершение работы было штатным, то раздается пятикратный звуковой сигнал длительностью по 1 секунде. Если завершение работы вызвано аварийной ситуацией, то звуковой сигнал будет подаваться в течении 1 минуты. По подаче звукового сигнала через одну минуту клапан подачи воды будет обесточен.

Все настроенные значения параметров сохраняются в энергонезависимой памяти микроконтроллера.

Устройство комплектуется датчиками температуры в гильзах (ДИАМЕТР ГИЛЬЗЫ 6 мм !!!!!).

Логика работы датчиков уровня.

При срабатывании первого датчика уровня произойдет следующее:

- Окончание отбора подголовников И переход к отбору тела.
- Окончание дистилляции (если включен режим окончания дистилляции по уровню отобранного СС).

При срабатывании второго датчика уровня:

- Окончание отбора голов в режиме периодики БЕЗ перехода отбору тела
- Окончание отбора голов в покапельном режиме с автоматическим переходом к отбору тела.]

Список ошибок.

При обнаружении какой либо неисправности , автоматика завершит работу. При этом произойдет отключение ТЭНов и клапанов.

В левом нижнем углу дисплея будут выведен номер ошибки, также номер ошибки будет выведен на плитке в приложении MQTT клиента.

Список ошибок следующий:

- ERR1 – неисправность датчика в кубе
- ERR2 – неисправность датчика в царге
- ERR3 – неисправность датчика дефлегматоре
- ERR4 – не используется
- ERR5 – превышение заданной температуры в дефлегматоре
- ERR6 – обрыв или невозможность поддержания заданной мощности ТЭНов при текущем напряжении в сети 220в

Органы управления.

На передней панели, под дисплеем находятся три кнопки и тумблер. Действия кнопок, слева направо: «Минус», «Ввод», «Плюс». Тумблер управляет питание низковольтной части устройства.



ВНИМАНИЕ!!! Для повышения стабильности работы силовая часть устройства выключения питания не имеет. При выключении питания на выводах ТЭНов находится потенциал сети!

Поэтому подключение или отключение ТЭНов или клапанов производить только при полном отключении устройства от сети.



На правой боковой панели устройства находятся:

- внизу разъемы подключения исполнительных устройств (сверху вниз)
- контактор
- клапан подачи воды
- клапан отбора

Разъемы Jack 5.5x2.1

- вверху (сверху вниз).
 - датчик температуры дефлегматора
 - датчик температуры царги
 - датчик температуры куба
 - датчик уровня подголовников
 - датчик уровня голов
 - подключение сервопривода.

Разъемы Jack 3.5 Stereo

ВНИМАНИЕ!!!! Для работы устройства все датчики температуры должны быть подключены.

Назначение вывода «Контактор».

К этому выводу можно подключить управляемый напряжение в 220В однофазный или трехфазный контактор, который может быть включен между самой автоматикой и ТЭНом. Логика работы следующая: пока не выбран режим работы и ТЭН обесточен. При начале инициализации автоматики на контактор подается напряжение, он срабатывает и подключает своими контактами ТЭН в кубе к автоматике. Начинается штатная работа автоматики. При аварийном или нормальном завершении работы автоматики контактор отключает ТЭНы от разъема самой автоматики, что повышает уровень безопасности пользования автоматикой. Так же можно вместо контактора подключить небольшую нагрузку на 220В и дистанционно управлять ее работой (например лампой накаливания).

Условия применения датчиков уровня различно при разных режимах работы (см.ниже).

Включение. Инициализация датчиков.

Включение автоматики производится тумблером на передней панели. На дисплее отобразятся возможные варианты работы : с поддержкой работы по WiFi (кнопка вправо активирует данный режим) или без поддержки работы WiFi (кнопка влево).



При нажатии средней кнопки на дисплей будет выведена температура (в кубе) при которой произойдет открытие клапана подключения воды. В это время на клапан подачи воды будет подано напряжение.

A black LCD display with a green background showing the text "Вкл. Воды 65,0%" in a pixelated font.

Повторное нажатие на среднюю кнопку приведет к отключению клапана и возвращение к предыдущему дисплею.

После нажатия на правую или левую кнопки начнется режим инициализации датчиков температуры. Инициализация проходит в следующей последовательности: датчик в кубе, царге, дефлегматоре. Удачная инициализация датчика индицируется на дисплее появляющейся точкой.

A black LCD display with a green background showing the text "Init DS18B20.." on the first line and "yarsamovar.ru" on the second line in a pixelated font.

После появления третьей точки автоматика переходит в рабочий режим. По умолчанию это дистилляция. На дисплей выводятся основные параметры работы.

Отображение информации. Основной экран.

На основном экране отображаются следующие параметры :

A black LCD display with a green background showing two rows of data in a pixelated font. The first row contains "76,4%", "77,0%", and "44,0". The second row contains "0000W", "--%", and "760,0".

Верхняя строка:

1. Температура в кубе.
2. Температура в царге.
3. Температура в дефлегматоре, или температура вверху царги (при этом разделительным знаком десятых долей градуса является ЗАПЯТАЯ).

Нижняя строка:

1. Мощность на нагрузке (может не совпадать с показаниями китайских ваттметров).

2. ШИМ отбора. Время открытия клапана отбора. Период 10 сек. (Например: Время открытого состояния клапана - 1% = 0,1сек).

Если отображены прочерки, то отбор отключен (режим дистилляции).

При работе в режиме ректификации и сработавшем старт - стопе вместо отображения текущего ШИМ отбора так же будут выведены прочерки.

3. Атмосферное давление в миллиметрах ртутного столба.

Изменение и сохранение настраиваемых параметров.

Из режима основного экрана при нажатии средней кнопки можно перейти в режим настройки с последующим сохранением основных параметров работы.

У изменяемого параметра начнет мигать курсор, изменение производится кнопками «Минус» и «Плюс» с последующей фиксацией кнопкой «Ввод». При длительном нажатии кнопок «Плюс» или «Минус» скорость изменения параметра увеличиться в 10 раз.

Для перехода без изменения величины параметра нажимается «Ввод». Переход между параметрами последовательный.

В верхнем ряду настраиваются:

1 Температура отключения в кубе при дистилляции (верхний левый угол дисплея).



2 Температура в дефлегматоре, превышение которой приведет к отключению устройства (верхний правый угол дисплея).



В нижнем ряду :

1. Желаемая мощность на ТЭНе (нижний левый угол).



На месте отображения текущего времени работы будут отображены:

2. На месте количества часов – время максимального времени сработавшего старт-стопа (отбор остановлен), при превышении которого произойдет отключение устройства при ректификации.



2 На месте минут – процент уменьшения ШИМ отбора (декремент) при каждом срабатывании старт-стопа.



Варьированием двух последних величин можно добиться различных условий работы старт-стопа. При установке большого времени паузы старт-стопа будет работать только уменьшение ШИМ отбора. При установке уменьшения ШИМ отбора равного 0% будет работать только прекращение ректификации по времени срабатывания старт-стопа. Возможно использование обоих условий.

После изменений новые параметры можно сохранить в памяти микроконтроллера, нажав среднюю кнопку.



Если параметры изменялись в процессе настройки режимов работы оборудования, то рекомендуется вести дальнейшую работу с применением новых параметров БЕЗ СОХРАНЕНИЯ в памяти микроконтроллера. Для этого нужно нажать правую кнопку.

При длительном нажатии, более 5 секунд откроется меню установки дополнительных параметров. У изменяемого параметра начнет мигать курсор, изменение производится кнопками влево или вправо с последующей фиксацией средней кнопкой. Для перехода без изменения величины параметра нажимается «Ввод». Переход между параметрами последовательный.



ВКЛ. ВОДЫ 65,0°C
ДЕЛЬТА ОТЪ 00,3°C

Изменяемые параметры:

- ВКЛ. ВОДЫ – температура в кубе, при достижении которой будет включен клапан подачи воды.
- ДЕЛЬТА ОТЪ – это величина, которая прибавится к температуре в царге, при стабилизации колонны, для получения температуры старт-стопа. При работе в автоматическом режиме.

Режим разгона.

Для включения режима разгона необходимо в главном меню нажать среднюю кнопку, и на месте температуры в кубе окончания дистилляции выставить желаемую температуру в кубе окончания разгона :



9,1°C 77,0°C 44,0
0000W --% 760,0

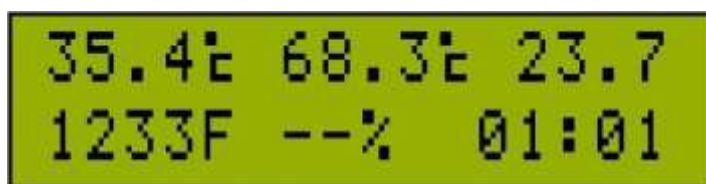
После этого проходим все остальные настройки, нажимая среднюю кнопку, до экрана сохранения параметров:



СОХРАНИТЬ
НАСТРОЙКИ?

И нажимаем ЛЕВУЮ кнопку. При этом на ТЭН начнет подаваться полное напряжение сети и будет отключена стабилизация по мощности.

Включение этого режима индицируется выводом символа «F» при отображении мощности:



Выход из режима разгона будет произведен автоматически при достижении указанной температуры в кубе, с возвратом к параметрам мощности ТЭНов сохраненным в памяти устройства ранее.

Можно осуществить ручной выход из режима разгона. Для этого снова войти в меню настроек, ничего не изменяя, а при запросе сохранения параметров нажать правую кнопку.

При дистанционном включении режима разгона сначала выставляем значение температуры в кубе, при которой нужно закончить разгон. Потом включить разгон в плитке «work».

Дистилляция.

При включении автоматики она сразу переходит в режим работы «Дистилляция». Предусмотрено два условия окончания работы в этом режиме с последующим полным отключением.

1. При достижении определенной температуры в кубе (см.выше).
2. При срабатывании датчика уровня (см.выше).

Для включения режима окончания дистилляции нужно нажать правую кнопку и на месте ШИМ отбора (по умолчанию 10%) нажатием опять на кнопку «+» установить значение ШИМ отбора равным 99. После чего нажать среднюю кнопку.

При этом на месте ШИМ отбора на дисплее автоматики снова будут прочерки, что является нормальной работой автоматики для этого режима. Про удаленном включении этого режима достаточно в плитке отбора выставить значение 99 (это значение и будет отображаться в дальнейшем), но при этом ЛЮБОЙ отбор должен быть отключен.

Режимы работы. Включение отбора.

Включение отбора производится нажатием правой кнопки.



- РУЧНОЙ . При выборе этого пункта можно поменять значение ШИМ, в ранее включенном отборе. Или добавить еще одно условие окончания дистилляции. Если выставить значение отбора равным 99, то дистилляция может быть окончена по срабатыванию одного из двух датчиков уровня. (см ниже)



- АВТ. Далее можно будет выбрать отбор чего будет производиться (головы или тело) и каким способом. Заданные здесь параметры будут применены и сохранены в памяти микроконтроллера . Будет начат обор с этими параметрами. При подключенных датчиках уровня и сервоприводе работа может быть продолжена согласно алгоритма автоматической работы. Принцип движения по меню выбора прост – нужно нажимать левую или правую кнопки
Пункты данного меню следующие.

Предлагается выбрать отбор чего будем производить:



Отбор голов.

Если будет производиться отбор голов, то меню будет следующим:



Здесь можно выбрать способ отбора голов. Периодической или капельно.

ПЕРИОДИКОЙ.

ПЕРИОД МИН.	10
КЛАПАН ВКЛ.	30

- ПЕРИОД МИН. Это значение в минутах общего периода работы при отборе голов таким способом.

- КЛАПАН ВКЛ. Время в секундах открытого состояния клапана, при начале каждого периода.

Если произвести все настройки, то включится отбор голов периодикой и на дисплей будет выводиться следующая информация:

76,4%	77,0%	44,0
1555W00:05	760,0	

Где на месте ШИМ отбора будет выводиться текущее время периода.

ПОКАПЕЛЬНО.

При выборе этого режима отбор можно разделить на две фракции (головы и подголовники) с заданием разных скоростей отбора фракций.

ОТБОР	
<--ГОЛ	ПГОЛ-->

ОТБОР ГОЛОВ

A rectangular LCD display with a black background and green pixelated text. The text is arranged in two lines: the top line reads 'ОТБОР, %' and the bottom line reads '03'.

После выбора и установки параметров отбора начнется отбор голов и на дисплей будет выведена следующая информация:

A rectangular LCD display with a black background and green pixelated text. The text is arranged in two lines: the top line reads '76,4% 77,0% 44,0' and the bottom line reads '1555W 03Г 760,0'.

ОТБОР ПОДГОЛОВНИКОВ

A rectangular LCD display with a black background and green pixelated text. The text is arranged in two lines: the top line reads 'ОТБОР, %' and the bottom line reads '16'.

Информация на дисплее при отборе подголовников

A rectangular LCD display with a black background and green pixelated text. The text is arranged in two lines: the top line reads '76,4% 77,0% 44,0' and the bottom line reads '1555W 16ПГ 760,0'.

Отбор тела.

При выводе данного меню

A rectangular LCD display with a black background and green pixelated text. The text is arranged in two lines: the top line reads 'ОТБОР' and the bottom line reads '<--ГОЛ. ТЕЛО-->'.

Нажатием правой кнопки выбирается отбор тела, после чего можно установить величину отбора тела

ОТБОР, % 17

А также температуру прекращения отбора (старт-стоп) и температуру возобновления отбора, после срабатывания старт-стопа и снижения температуры в царге

ТЕМП.СТОП 78,0°
ТЕМП.ВОЗОВ 77,0°

Информация на дисплее при работе в этом режиме будет следующая:

76,4° 77,0° 44,0
1555W 17% 760,0

ПРИМЕЧАНИЯ.

1. Любой отбор можно отключить нажатием на левую кнопку.
2. При подключенный к автоматике датчиков уровня работа автоматики будет продолжена в автоматическом режиме при включении любого режима отбора КРОМЕ режима отбора голов периодикой. При срабатывании датчика уровня этот режим отключится , но перехода к отбору теле НЕ БУДЕТ !!!!

Логика работы автоматики в автоматическом режиме следующая.

Подразумевается , что датчику уровня и узел распределения подключены. ШИМы отбора для все режимов уже известны и введены в настройках.

ВКЛЮЧЕНИЕ ОТБОРА ГОЛОВ ПОКАПЕЛЬНО – срабатывание первого датчика уровня – ВКЛЮЧЕНИЕ ОТБОРА ПОДГОЛОВНИКОВ – срабатывание второго датчика уровня – ВКЛЮЧЕНИЕ ОТБОРА ТЕЛА (при этом к текущей температуре в царге прибавляется значение Δt (по умолчанию 0.3 гр), текущая температура в царге запоминается как температура возобновления отбора , после срабатывании старт-стопа. И после этого будет вестись коррекция этих температур при изменении атмосферного давления).

Подключение автоматики к домашней сети WiFi.

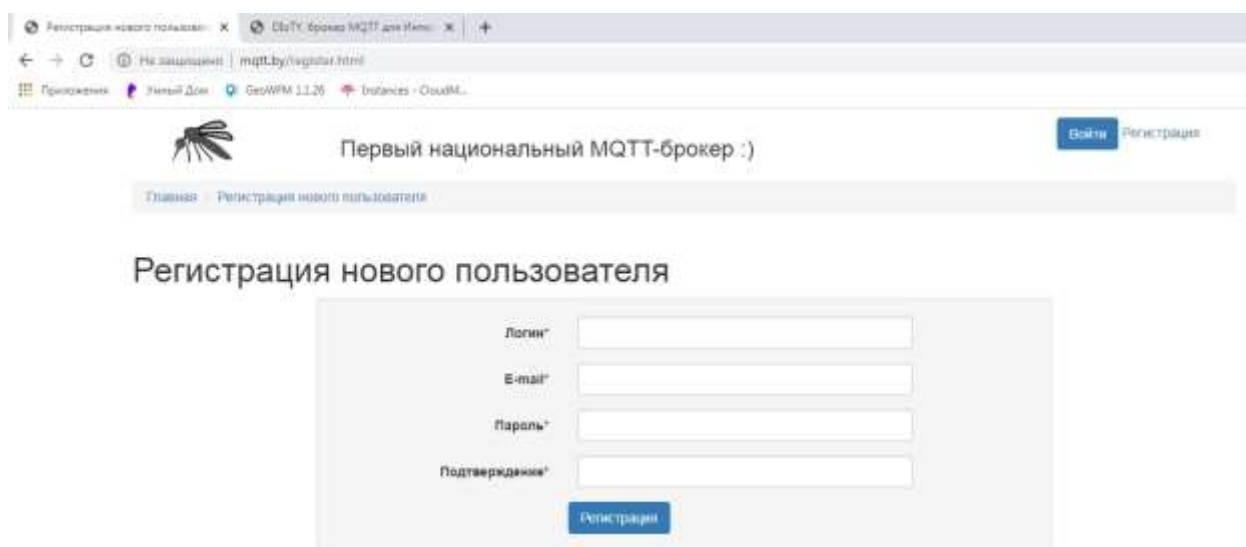
Прежде чем подключать и настраивать автоматику нужно создать учетную запись на MQTT брокере.

Из бесплатных брокеров можно порекомендовать следующие:

1. <http://mqtt.by/>
2. <http://www.dioty.co>

Оба эти брокера работают с топиками созданными по следующей схеме:

1.mqtt.by



При регистрации будет запрос ввести логин.

ВНИМАНИЕ!!!

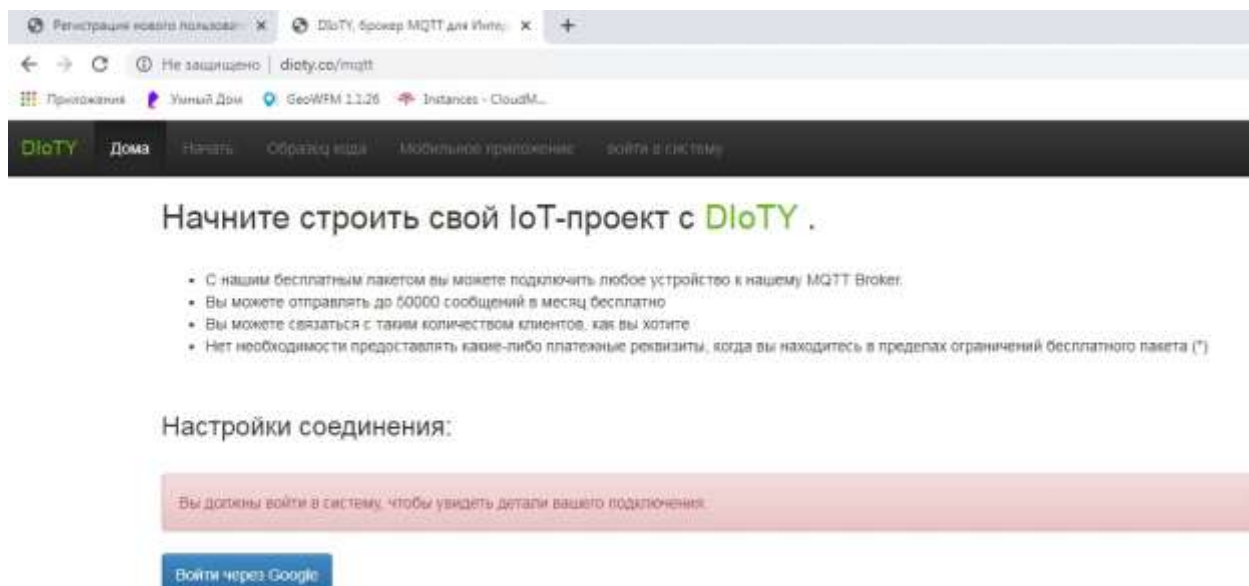
Принимаются только латиница и желательно что бы логин имел небольшую длину!!!

После получения доступа к сайту будет выдан пароль для работы клиента и показаны примеры создаваемых топиков:

Префикс топика: /user/**ваш_логин_при_регистрации**/

Другими словами для работы с автоматикой к каждому топика (см.ниже) данных будет прибавляться эта строка. Например, для топика температуры в кубе (топик term_d) топик примет вид - /user/**ВАШ_ЛОГИН_ПРИ_РЕГИСТРАЦИИ**/term_d

2.dioty.co



На этом брокере для регистрации используется аккаунт гугл. Если у вас нет этого аккаунта или его имя имеет большую длину, то лучше завести новую учетную запись гугл. Для этого брокера топики будут иметь вид (топик term_d): /BAII_AKKAUNT@gmail.com/term_d

После этого можно подключать автоматику к домашней сети WiFi и MQTT брокеру.

Для подключения автоматики к сети WiFi нужно сделать следующие:

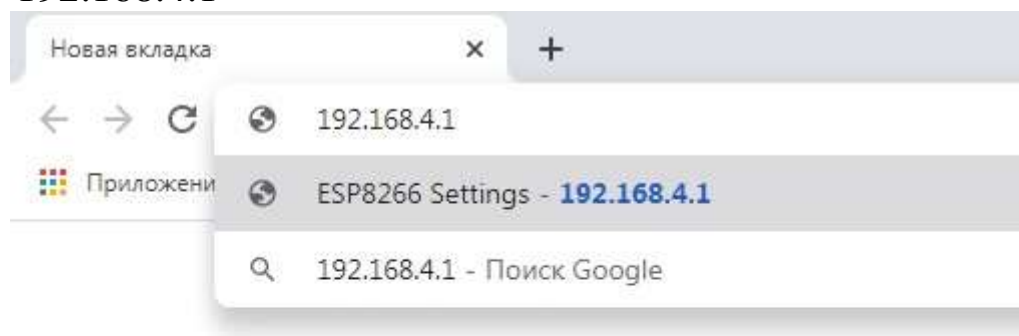
1. Подключить автоматику к питающей сети 220В (это можно сделать без подключения датчиков температуры и клапанов). **ВНИМАНИЕ!!!!** Недопустимо касание разъемов для подключения клапанов, так как они могут находиться под напряжением сети.
2. Включить автоматику тумблером на лицевой панели. Дождаться появления надписей на дисплее и звукового сигнала.
3. В это время автоматика сделает попытку подключиться к сети WiFi с настройками полученными ранее. При неудачной попытке делать это автоматика создаст точку доступа для возможности коррекции введенных ранее данных. Внутри можно увидеть как начнет постоянно светить синий светодиод.

4. После этого нужно подключиться к автоматике как к точке доступа , или с ноутбука или с мобильного телефона.
Выбираем сеть “ALCO_ESP” :



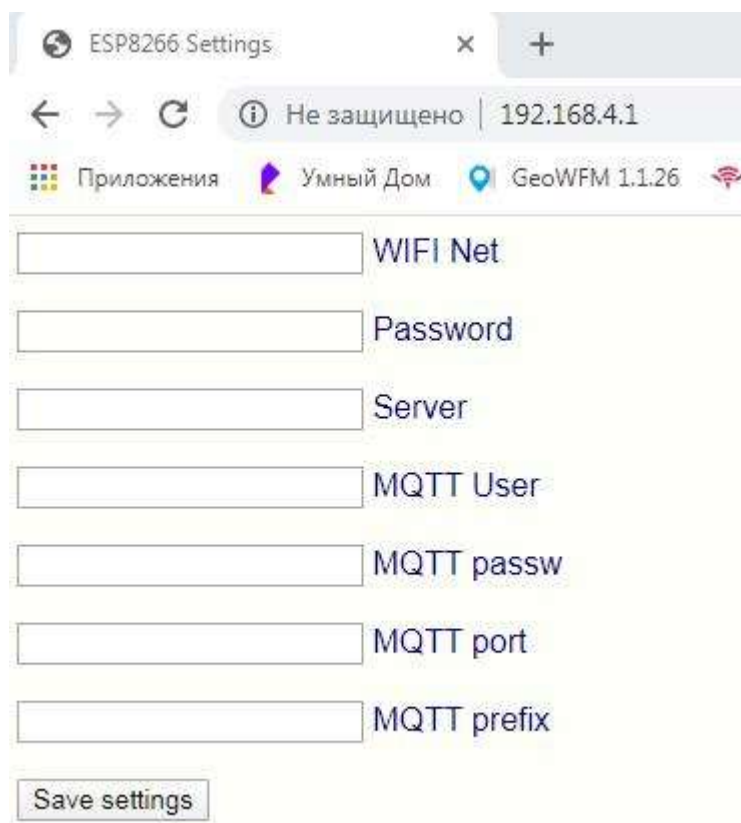
Пароль не требуется.

5. Затем запускаем браузер и в командной строке набираем адрес 192.168.4.1



Жмем клавишу “Enter”.

Загрузится страница настроек :



Где мы и должны заполнить данными поля:

1. Название домашней WiFi сети.
2. Пароль от домашней сети.
3. Название MQTT брокера.
4. Имя пользователя.
5. Пароль пользователя.
6. Порт пользователя.
7. Префикс для топигов. (вводить со всеми знаками /)

После чего нажимаем “Save settings”. Выведется окно с сообщением об записи введенных параметров.

После этого автоматику можно отключить. При последующем включении она будет автоматически подключаться к заданной WiFi сети.

ВНИМАНИЕ!!! Будьте очень внимательны при вводе настроек, если введены неправильные настройки MQTT сервера, а настройки WiFi верны, то подключение к сети произойдет, но без подключения к серверу MQTT.

Если это произошло, то придется отключить домашний роутер , включить автоматику и дождаться когда она снова создаст точку доступа и заново заполнить ВСЕ !!!! поля на странице настроек.

Настройка приложения для Андроид.

Существует множество программ для работы с MQTT протоколом в качестве клиента. Рассмотрим самую простую и бесплатную программу.

Ссылка на MQTT клиента для Андроид :

<https://play.google.com/store/apps/details?id=net.routix.mqttdash&hl=ru>

Инструкция по настройке в картинках :

<http://whitefluffybear.blogspot.com/p/mqtt-dash.html>

Ниже приводятся название топиков для создания плиток в рабочем поле программы.

ВНИМАНИЕ!!!!!!

Обязательно перед данными топиками, при использовании вышеописанных брокеров, должны быть префиксы, которые необходимы для работы клиентов и самого брокера.

ТОЛЬКО подписки:

term_d - температура в дефлегматоре

term_c - температура в царге

term_k - температура в кубе

power - измеренная мощность

press_a - атмосферное давление

flag_otb - режим работы

Подписки с ПУБЛИКАЦИЯМИ:(первая строка подписка, вторая - публикация, обновление сделать не сразу, а через 3 сек)

term_d_m - аварийная температура в дефлегматоре

term_d_m_new - новая аварийная температура в дефлегматоре

press_c_m - аварийное давление в кубе

press_c_m_new - задание нового значения

term_c_max - температура старт-стопа

term_c_max_new - задание нового значения

term_c_min - температура возобновления отбора

term_c_min_new - задание нового значения

term_k_m - максимальная температура в кубе (END!)

term_k_m_new - новое значение максимальной температуры в кубе

term_nasos - температура в кубе включения клапана на воду

term_nasos_new - новое значение температуры включения клапана воды

power_m - стабилизируемая мощность

power_m_new - новое значение мощности

press_c_m - аварийное давление в кубе

press_c_m_new - новое значение

otbor - ШИМ отбора

otbor_new - новое значение

time_stop - максимальное время сработавшего старт-стопа

time_stop_new - новое значение

otbor_minus - декремент отбора тела

otbor_minus_new - новый декремент отбора тела

min_otb - период при отборе голов периодикой

min_otb_new - новый период при отборе голов периодикой

sek_otb - время открытого состояния клапана при отборе голов периодикой

sek_otb_new - новое время открытого состояния клапана при отборе голов периодикой

otbor_g_1 – ШИМ отбора для голов покапельно

otbor_g_1_new – новое значение ШИМ отбора

otbor_g_2 – ШИМ отбора для подголовников

otbor_g_2_new – новое значение

otbor_t – ШИМ отбора для тела

otbor_t_new – новое значение для отбора тела

delta_t – значение разницы температуры стабилизированной колонной и температурой старт-стопа

delta_t_new – новое значение данного параметра

term_k_r - температура в кубе для разгона

ВНИМАНИЕ!!! Для создания этой плитки в подписке указываем

term_k_m, а в публикации term_k_r

Подписка с публикацией по одному имени!!! (work)

Добавляем как плитку "Мульти выбор", называем по русски, указываем подписку work, галку в публикации оставляем без указания имени публикации

Внизу можно добавлять значения 0,1,2,3 и т.д. Значениями 2 и 3 из списка **БЕЗ КРАЙНЕЙ НЕОБХОДИМОСТИ** не пользоваться!!!!

work:

0 - стоп

1 - старт

2 - рестарт

3 - сброс отображения

4 - разгон

5 - выключение разгона

6 - отбор выключен

7 - отбор голов периодикой

8 - отбор тела

9 – отбор голов покапельно

10 – отбор подголовников

Тип плитки для работы с контактором – «Выключатель».

/user/ВАШ_ЛОГИН/KONTAKTOR

Значение 1 – контактор включен

Значение 0 – контактор выключен

Ссылка на видео на пример настроенной программы :

<https://youtu.be/cFHJj1ylkpk>

ВНИМАНИЕ!!!!

Обязательно перед данными топиками, при использовании вышеописанных брокеров, должны быть префиксы, которые необходимы для работы клиентов и самого брокера. В данном видео показаны примеры ввода топиков БЕЗ необходимых префиксов!!!

Датчики. Исполнительные механизмы.

Датчики температуры.

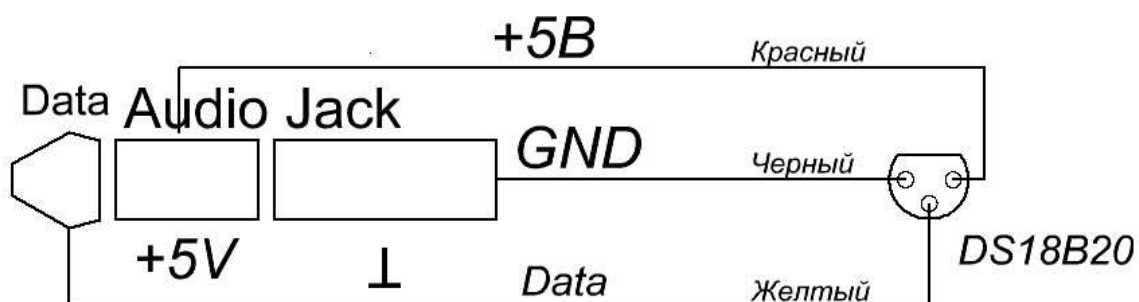
В качестве датчиков температуры в автоматике применены DS18B20 во влагозащищенном исполнении.



ВНИМАНИЕ!!!! Диаметр гильзы – 6 ММ.

Можно использовать датчики и без гильзы, позаботившись об правильной их установке.

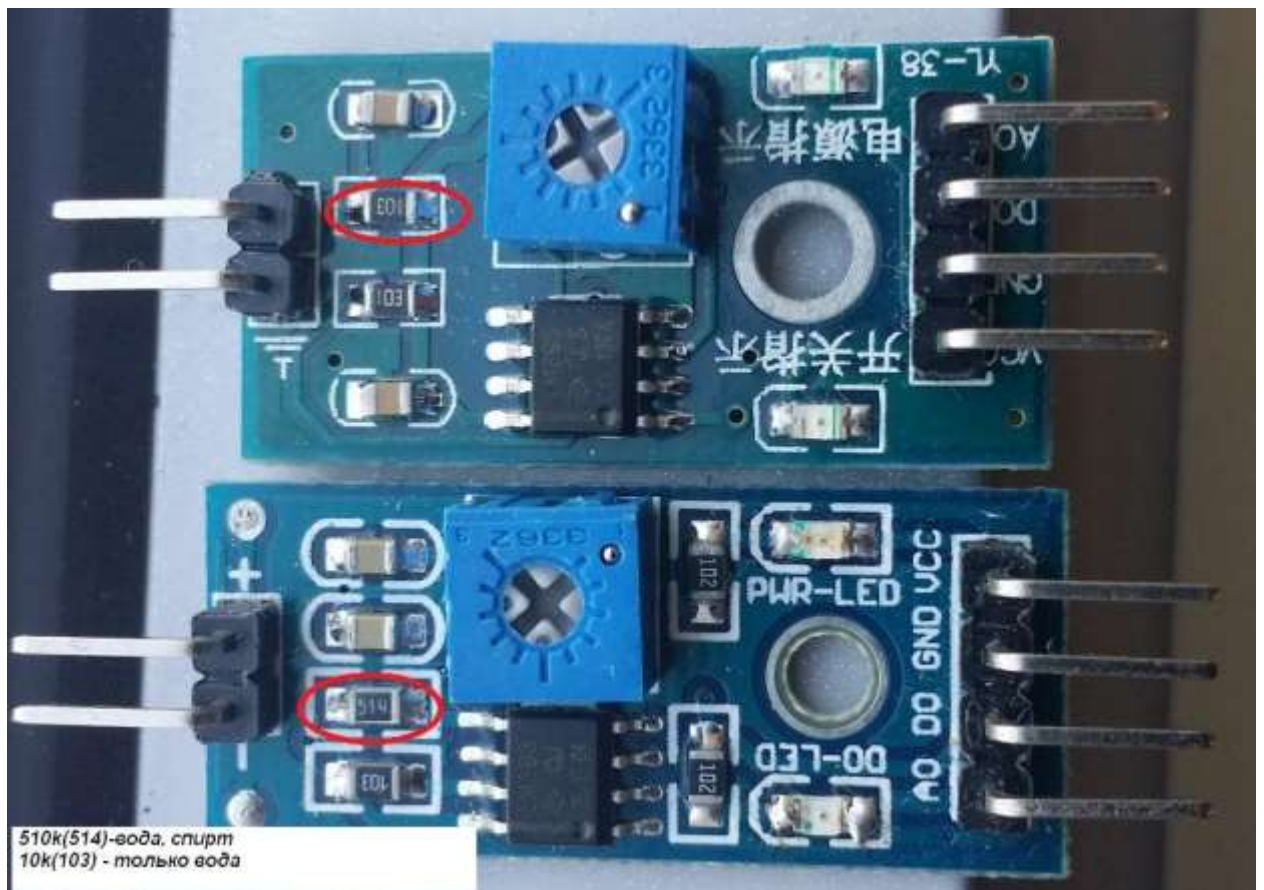
Схема подключения датчика
DS18B20:



Датчики уровня.

В качестве датчиков уровня можно применять как контактные датчики, так и бесконтактные.

Контактные датчики более дешевые, но потребуются их доработка.



На практике это выглядит так:

В начале нужно удалить резистор, отмеченный на рисунке



После чего с другой стороны платы, нужно припаять резистор 510кОм. Для наглядности на фото применен резистор 0.5 Вт. Подойдет любой резистор меньшей мощности:

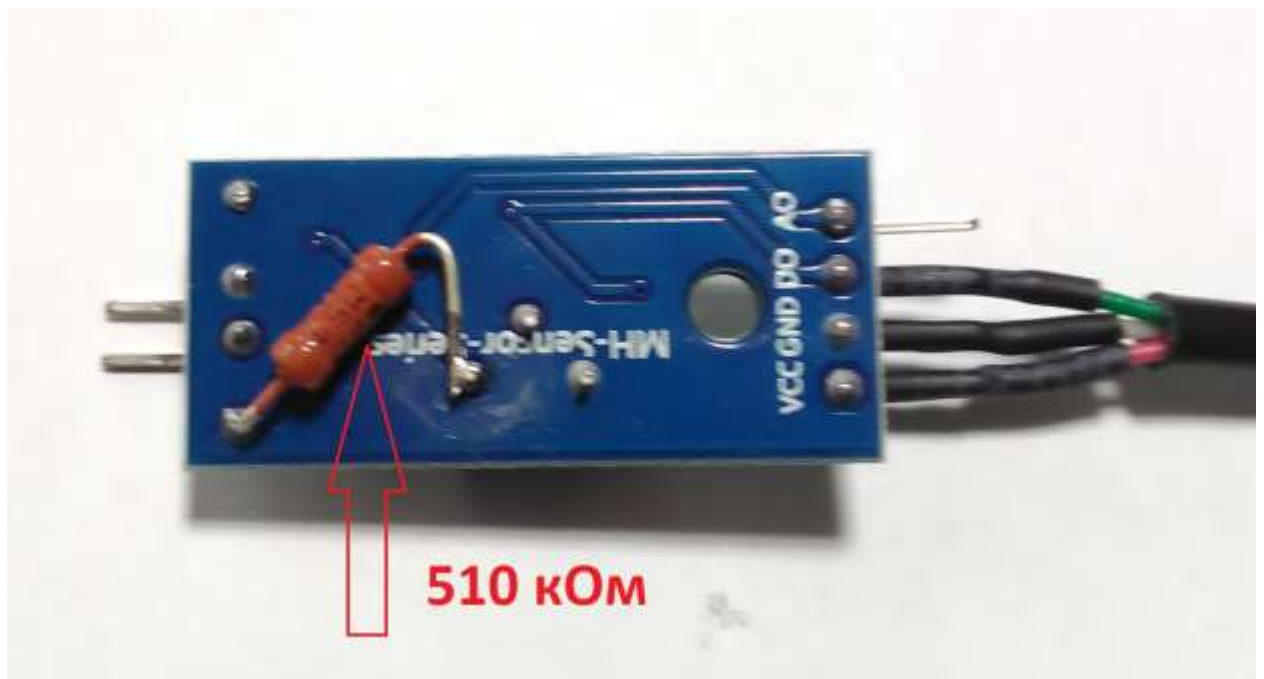
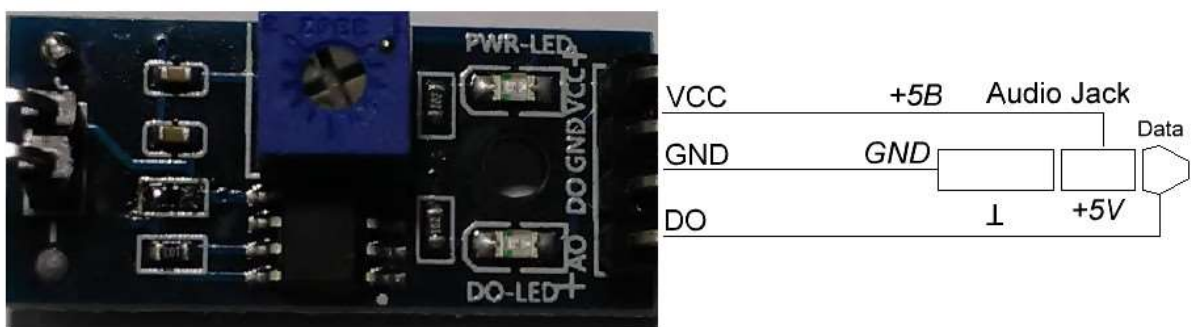


Схема подключения выглядит так:



Для наглядности:

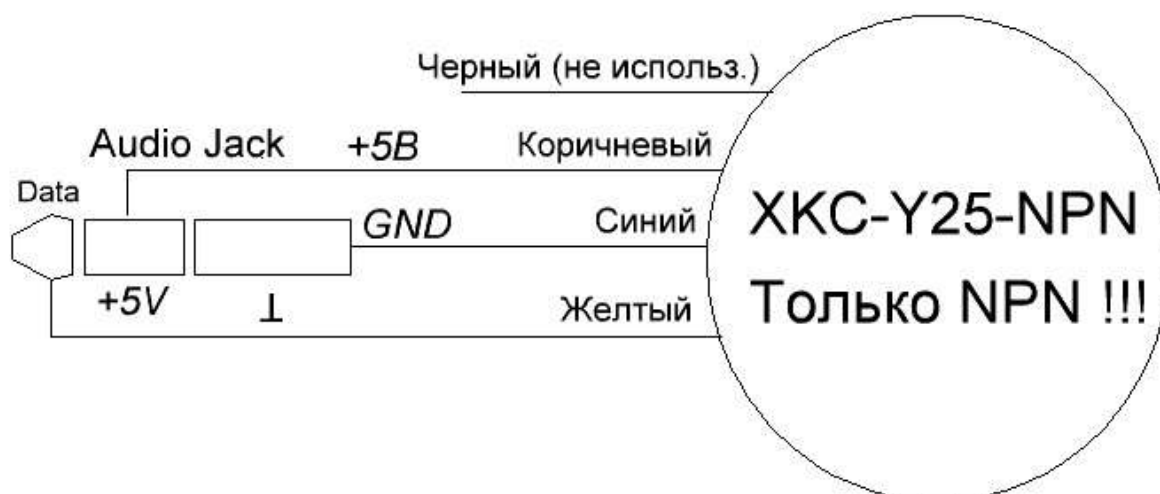


В качестве бесконтактных датчиков можно использовать такие:



ВНИМАНИЕ!!! Без каких либо переделок возможно использование ТОЛЬКО датчики с маркировкой ХКС-Y25-NPN

Схема подключения:

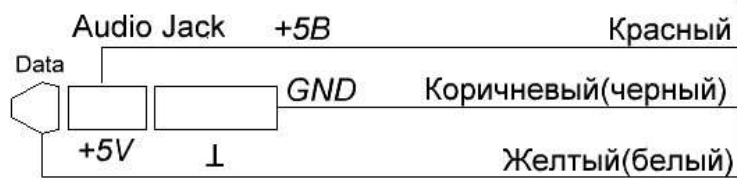


Разделитель фракций.

В качестве привода для разделителя фракций применен сервопривод SG90

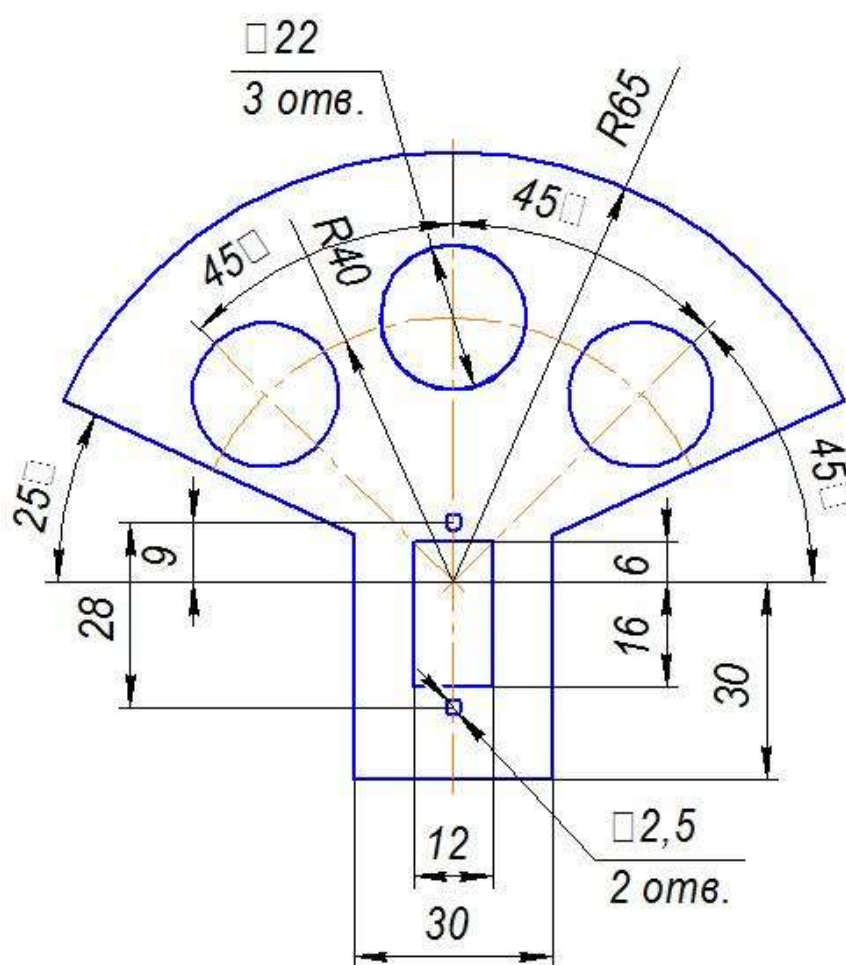


Схема подключения :



Сервопривод
SG 90

Чертеж пластины (материал - пластик, металл) узла распределения:



Пример собранного устройства (прототип)



Слева-направо:

Емкость для голов — емкость для подголовников — емкость для тела