

Краткое описание разработанного интерфейса программы и функционала устройства для управления микроклиматом фитокамеры

1. Общее устройство комплекса

Данное комплексное устройство призвано контролировать микроклимат компактной фитокамеры для выращивания скороспелых культур по типу микрозелени или салата. Устройство располагает компонентами для ввода/вывода данных, исполнительными органами и датчиками. Вся система питается от внешнего источника питания от 5 В. Важной особенностью данного устройства является связь двух контроллеров посредством цифровых пинов через делитель напряжения для обмена данными с помощью цифрового последовательного порта (Serial port). Контроллер ESP32 отвечает за основную логику всей системы, вывод данных на ЖК дисплей, переход от одного режима в другой, а контроллер Arduino Mega за опрос датчиков и включение/выключение исполнительных органов системы. Ниже, на рисунке 1, приведена монтажная схема устройства.

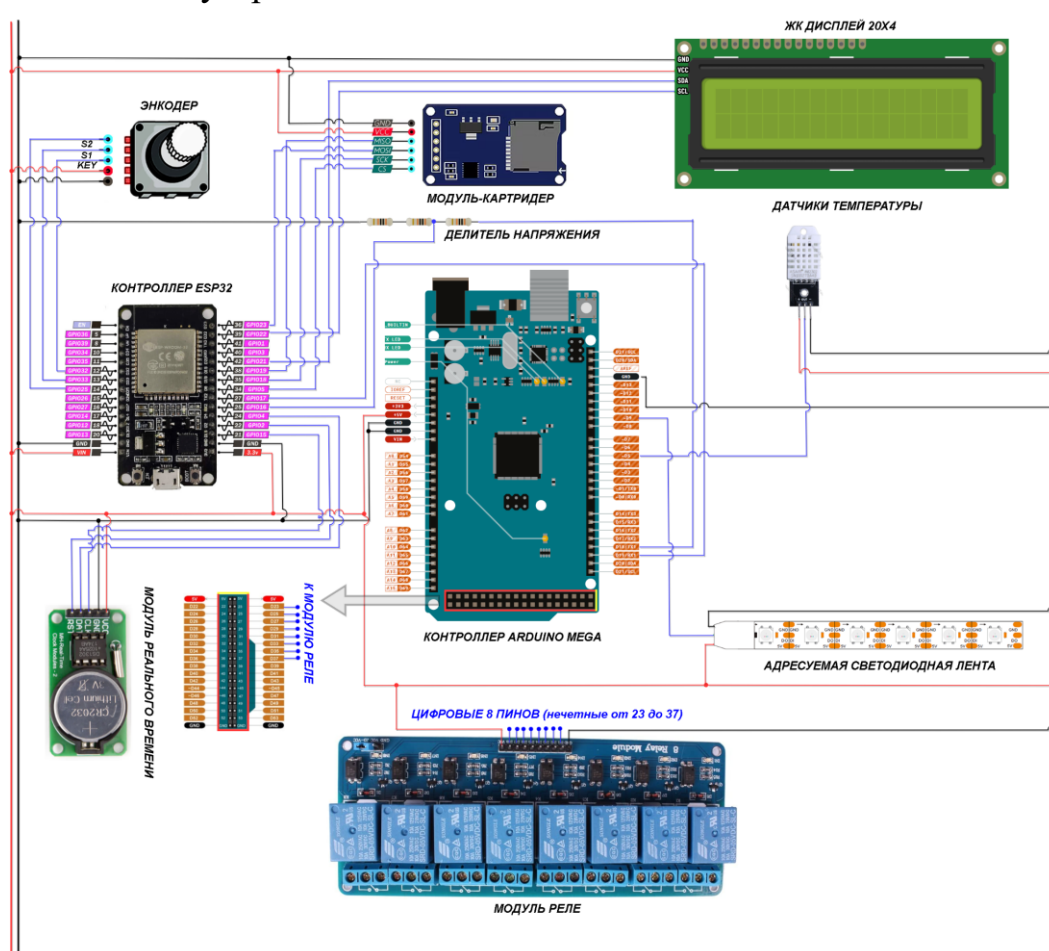
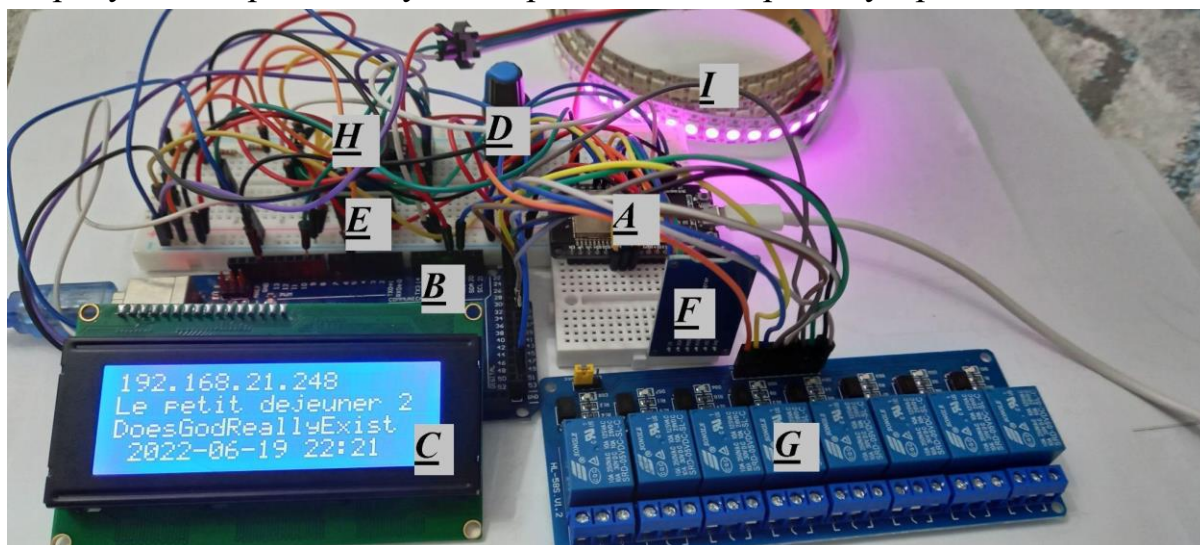


Рисунок 1. — Монтажная схема комплекса

Как видно из монтажной схемы, данное устройство состоит из следующих компонентов: контроллера (ESP32), контроллера (Arduino Mega), датчика температуры и влажности воздуха (DHT11), адресуемой светодиодной ленты (WS2812B), блока из 8-и модулей реле (Jbtek 8), модуля SD картридера, модуля реального времени (DS1302), энкодера вращения (Bondar BBI-32), ЖК дисплея 20x4 с I2C интерфейсом. Ниже, на рисунке 2, приведена уже собранная иллюстрация устройства.



A - контроллер (ESP32); B - контроллер (Arduino Mega); C - ЖК дисплей 20x4 с I2C интерфейсом; D - энкодер вращения (Bondar BBI-32); E - датчик температуры и влажности воздуха (DHT11); F - модуль SD картридера; G - блок из 8-и модулей реле (Jbtek 8); H - модуль реального времени (DS1302); I - адресуемая светодиодная лента (WS2812B);

Рисунок 2. — Собранная модель устройства

Данное устройство функционирует в двух режимах работы, а именно в веб-ориентированном и ручном. Подробный разбор особенностей работы в вышеуказанных режимах рассматривается ниже.

Листинг программ загруженных на контроллеры приведены по ссылкам ниже.

ESP32: https://github.com/Yerlan999/SmartGreenHouse-KazATU/blob/main/Automatic_GreenHouse/Advanced_Combined_GUI/Advanced_Combined_GUI.ino

Arduino Mega: https://github.com/Yerlan999/SmartGreenHouse-KazATU/blob/main/Automatic_GreenHouse/Arduino_to_ESP32_date_exchange/Arduino_to_ESP32_date_exchange.ino

2. Веб-ориентированный режим работы.

Данный режим предназначен для осуществления контроля за микроклиматом фитокамеры посредством внесения изменений в систему через веб-страницу, создаваемую на микроконтроллере ESP32. Этот контроллер позволяет подключаться к доступной WiFi сети и хостить (публиковать) веб-страницы, так как обладает встроенным WiFi модулем.

При включении, устройство автоматически осуществляет поиск доступных WiFi сетей или точек доступа, данные которых уже заранее внесены в прошивку программы. Количество таких известных сетей можно вносить неограниченное количество раз. Веб-страничный режим работы, (далее онлайн режим работы), составлен таким образом, что при подключении к одной из уже известных точек доступа или WiFi сети выводит основные данные этой самой сети, такие как: IP адрес страницы, по которому располагается веб-страница, название сети и пароль. На самой нижней строке ЖК дисплея производится вывод текущей даты и времени полученной от устройства распространяющий сеть. Пример приведен на рисунке 3, ниже. Важно заметить, что по IP адресу можно будет пройти к веб-странице только при подключении к указанной сети на нижней строке.

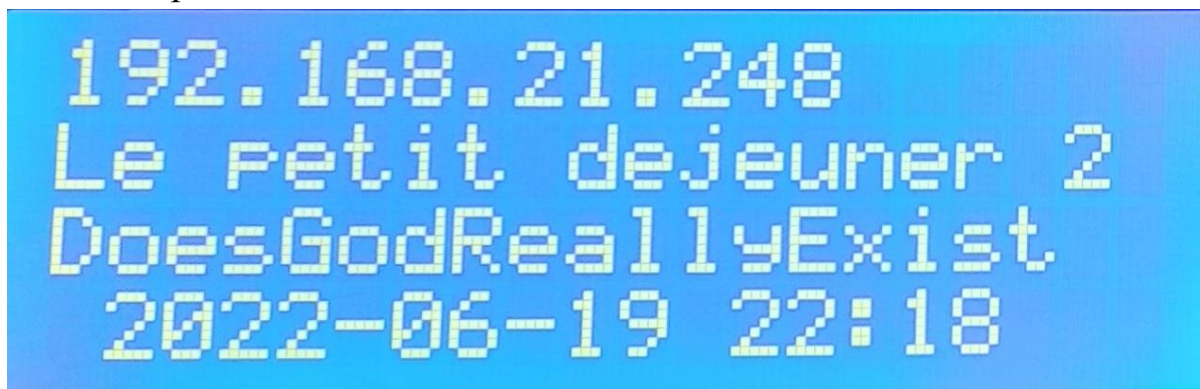


Рисунок 3. — Пример вывода данных о подключенной сети.

При переходе по IP адресу пользователя встретит окошко ввода данных входа. Данное окошко запрашивает входные данные устройства. Пример приведен на рисунке 4. В данном случае, входными данными являются “migo” для имени и для пароля.

Connexion

http://192.168.21.248 nécessite un nom d'utilisateur et un mot de passe. Votre connexion à ce site n'est pas privée

Nom d'utilisateur

Mot de passe

Annuler

Connexion

Рисунок 4. — Окошко ввода входных данных.

После успешной валидации данных, пользователя встретит следующий интерфейс, приведенный на рисунке 5. Данный интерфейс состоит из раздела показании значения с датчиков и раздела осуществления контроля над основными параметрами системы.

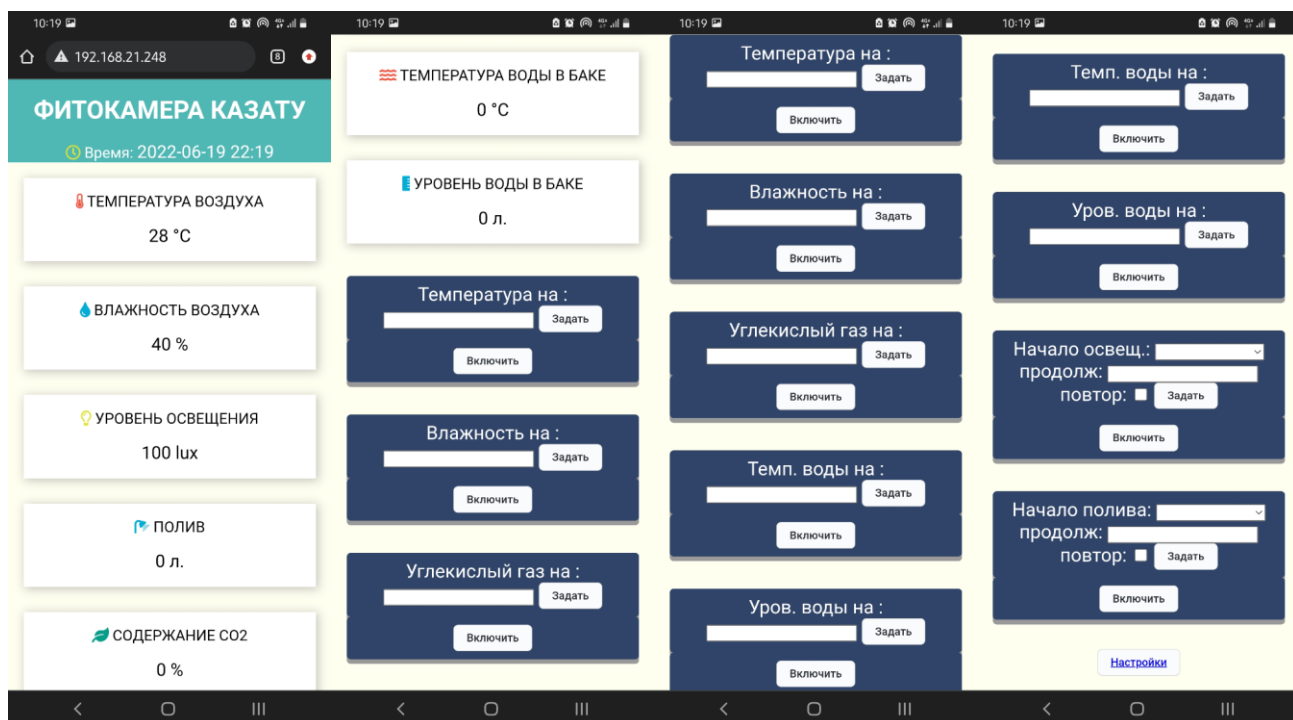


Рисунок 5. — Веб-интерфейс программы.

Ниже находится кнопка для перехода в раздел настроек в котором может осуществляться корректировка значения интервала времени обмена данными между контроллерами и яркость светодиодной ленты. Иллюстрация приведена на рисунке 6.

Интервал обновления(сек) :

[Задать](#)

Яркость светодиодной ленты:

[Задать](#)

[Главная](#)

Рисунок 6. — Раздел настроек

Контроль параметров системы производится посредством ввода необходимого значения в ячейку кнопки контроля и подтверждения через

нажатия на кнопку “Задать”. После чего в разделе отображения значений датчиков соответствующий раздел окрасится в красный цвет, тем самым подтверждая что осуществляется слежение за значением системы. Пример данного процесса приведен на рисунке 7.

The image shows a vertical stack of three UI panels for temperature control. The top panel is dark blue and contains the text 'Температура на :' followed by an input field with '36' and a 'Задать' button. The middle panel is dark blue and contains a 'Включить' button. The bottom panel is red and contains the text 'Температура на :' followed by an empty input field and a 'Задать' button, and a 'Выключить' button. Below the red panel is a light pink panel with a thermometer icon, the text 'ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА', and the value '28 >>> 36 °C'.

Рисунок 7. — Задание параметра системы температуры воздуха

Также данная кнопка может в обычном режиме включать и выключать исполнительный орган системы посредством дополнительной кнопки “Включить” или “Выключить”. По выше описанной логике функционируют и другие системы, такие как: влажность воздуха, уровень воды в баке, уровень углекислого газа, температура воды.

Совсем иным функционалом обладает системы слежения за освещением и поливом растений. Параметры данных систем преимущественно контролируются через контроль времени, реализованный в виде двух основных режимов. Первый режим позволяет задавать время начала и продолжительность полива с возможностью ставить на ежедневный повтор. Второй режим дает возможность задавать продолжительность полива и продолжительность паузы. Важно заметить, что для перехода кнопки контроля во второй режим необходимо нажать на кнопку контроля соответствующей системы два раза. Пример кнопок

контроля приведены на рисунке 8 ниже. Более подробный пример приведен на рисунке 9.

The figure shows four UI panels arranged in a 2x2 grid, each with a dark blue background and white text. The top-left panel is for 'Начало освещ.' (Start lighting) with a dropdown menu, a 'продолж:' (duration) input field, a 'повтор:' (repeat) checkbox, and a 'Задать' (Set) button. The top-right panel is for 'Продолж. освещ.' (Continue lighting) with two input fields for duration and pause, and a 'Задать' button. The bottom-left panel is for 'Начало полива:' (Start irrigation) with a dropdown menu, a 'продолж:' input field, a 'повтор:' checkbox, and a 'Задать' button. The bottom-right panel is for 'Продолж. полива:' (Continue irrigation) with two input fields for duration and pause, and a 'Задать' button. Each panel has a 'Включить' (Turn on) button at the bottom. Red arrows point from the 'Задать' button in the top-left panel to the 'Задать' button in the top-right panel, with the text 'Нажать 2 раза' (Press 2 times) above them.

Рисунок 8. — Задание параметра систем полива и освещения.

The figure shows a mobile app interface for 'ФИТОКАМЕРА КАЗАТУ'. The status bar at the top shows the time 10:33, a home icon, a warning icon, the IP address 192.168.21.248, and a battery icon. The app title 'ФИТОКАМЕРА КАЗАТУ' is in a teal header, with the time 'Время: 2022-06-19 22:33' below it. The main content consists of four pink panels. The first panel shows 'ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА' (Air temperature) as 28 >>> 36 °C. The second panel shows 'ВЛАЖНОСТЬ ВОЗДУХА' (Air humidity) as 38 >>> 100 %. The third panel shows 'Начало с: 21:45 прод: 5 мин (пов.)' (Start at: 21:45 duration: 5 min (repeat)) and 'УРОВЕНЬ ОСВЕЩЕНИЯ' (Light level) as 100 lux. The fourth panel shows 'В течение: 1 с паузой в: 1 мин' (During: 1 s pause in: 1 min) and 'ПОЛИВ' (Irrigation) as 0 л. (0 l). The bottom of the screen shows a navigation bar with back, home, and menu icons.

Рисунок 9. — Пример более полного контроля систем.

Данный режим работы при потере WiFi сети автоматический переходит в ручной режим работы, который будет подробно описан ниже. Также онлайн режим с определенной периодичностью, назначаемый в разделе настройки, совершает поиск известных сетей и точек доступа, а при нахождении обратно возвращается в веб-ориентированный режим. Переход от одного режима к другому производится без потери данных и основных параметров систем заданных пользователем, так как подключенный модуль SD картридера осуществляет запись всех параметров системы и ведет учет текущий значения с датчиков для дальнейшего их анализа.

3. Ручной режим работы.

Ручной режим работы полностью сообщен с онлайн режимом работы и отзеркаливает его. Для управления и ввода данных в систему пользователю необходимо вращать энкодер, который имеет несколько состояний. Данный энкодер можно вращать в обе стороны, нажимать, нажимать и удерживать, нажимать и вращать в обе стороны. Общая логика контроля приведена на рисунке 10.

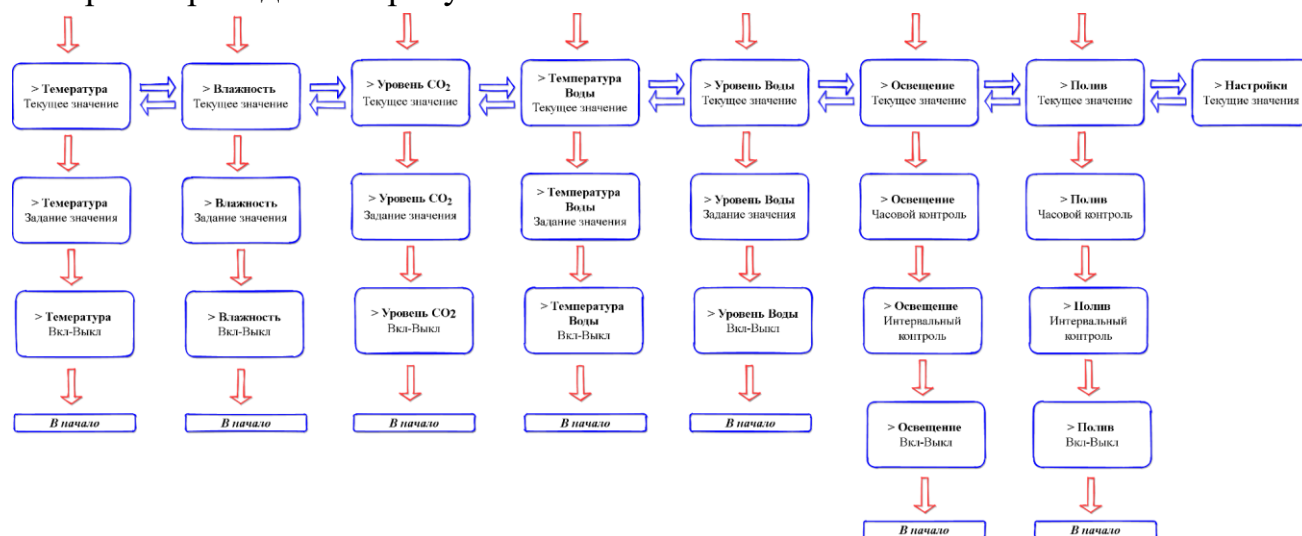


Рисунок 10. — Окна меню и логика контроля ручного режима.

Красные стрелки - переход нажатием энкодера. Синие стрелки - переход нажатием(удержанием) и вращением энкодера. Данные переходы между меню осуществляется лишь при том условии, если указатель “>” установлен на заглавии соответствующего режима. Пример данного состояния приведен на рисунке 11.

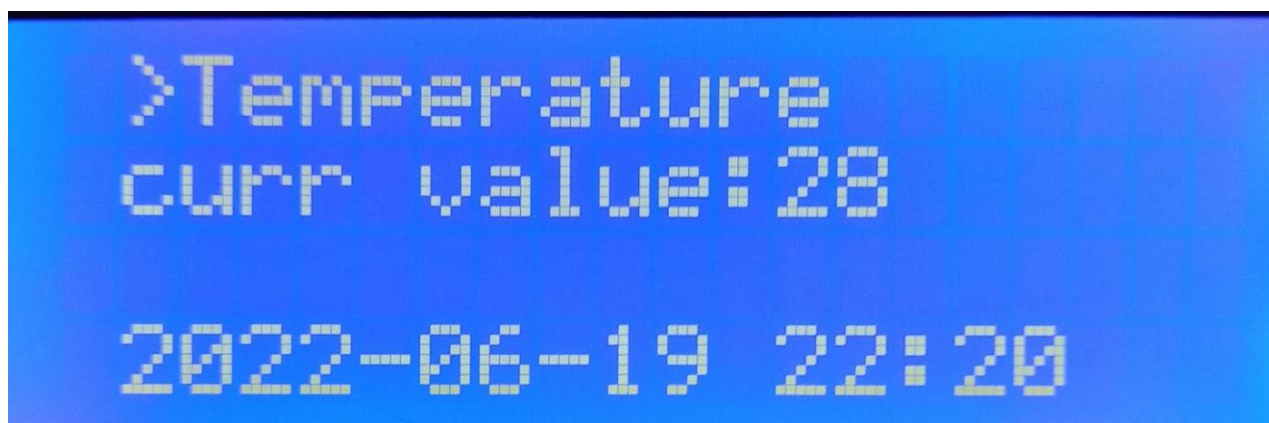
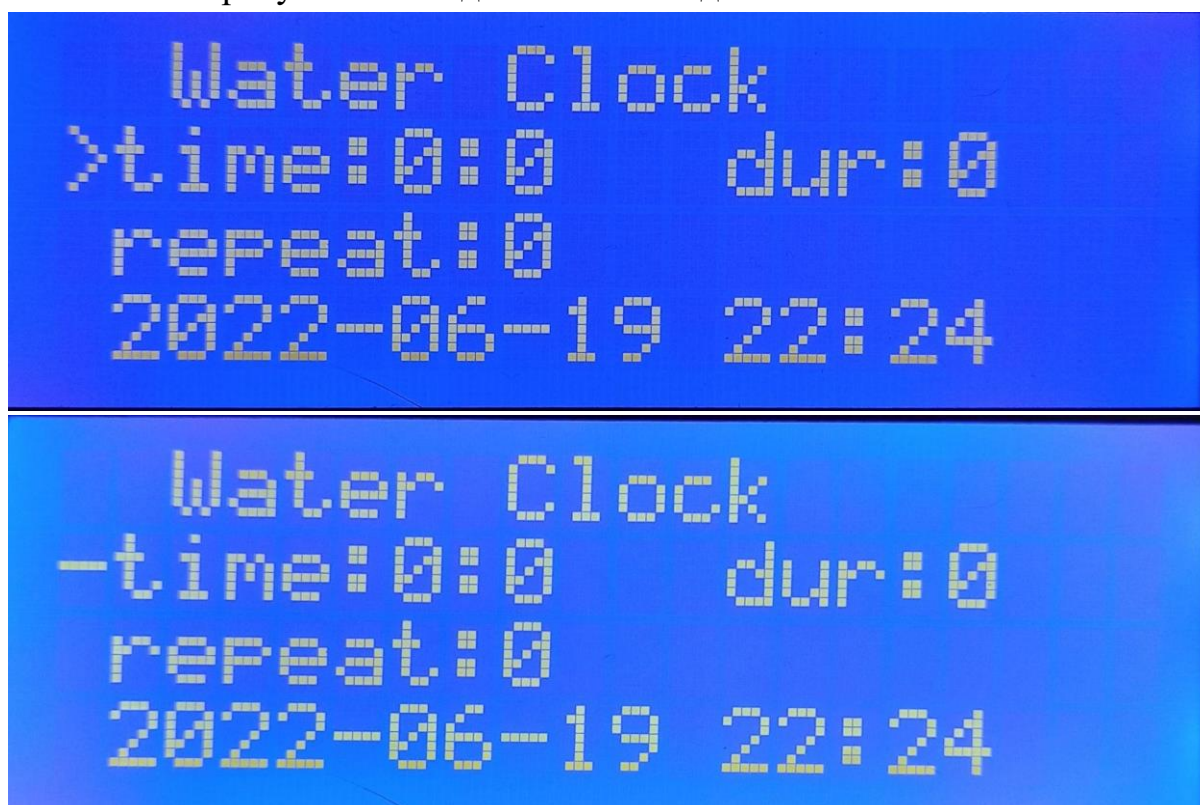


Рисунок 11. — Пример правильного расположения указателя “>” для перехода между окнами меню.

Для внесения изменений в параметры системы необходимо пройти в интересующее пользователя меню и направить указатель на соответствующую ячейку. На рисунке 12 показан пример установления параметров времени системы полива. Данная ячейка имеет особенность в том, что для внесения часов и минут пользователю необходимо нажать на энкодер один и два раза соответственно. То есть, при виде указателя “ - ” вносятся часы, а при “ = ” минуты времени системы. Все остальные ячейки всех систем требуют лишь одного нажатия для внесения изменений.



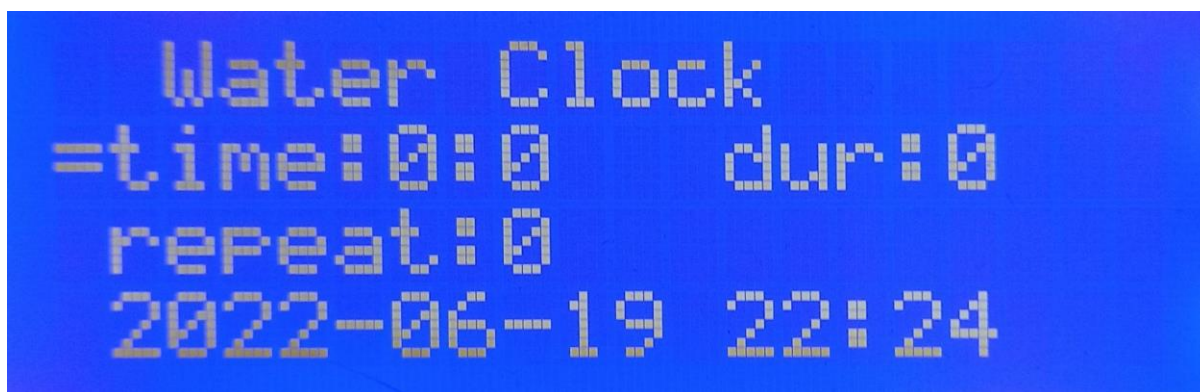


Рисунок 12. — Пример правильного расположения указателя “>” для внесения изменения в систему полива.

За вывод текущего времени в ручном режиме отвечает модуль реального времени DS1302. Пример уже установленных значений для системы освещения проиллюстрирован на рисунке 13 ниже.

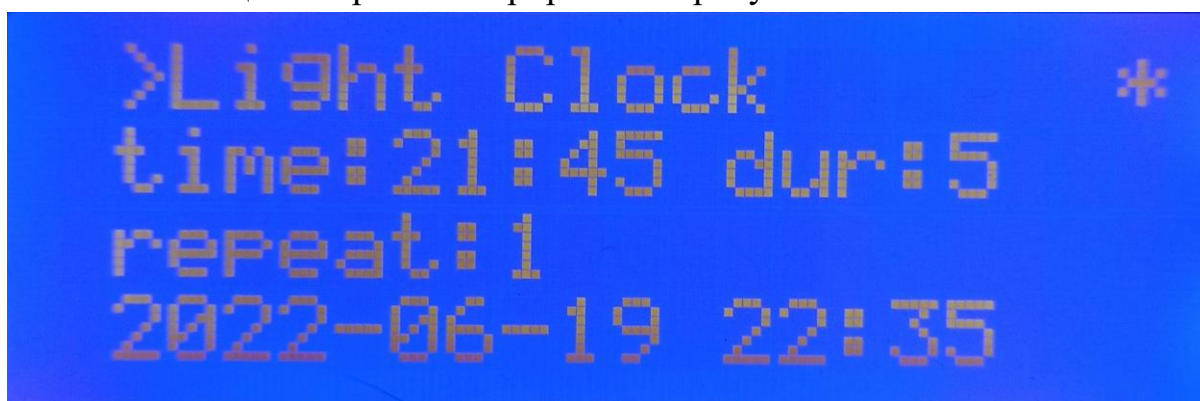


Рисунок 12. — Пример внесенных изменений в систему освещения.

Для закрепления уже внесенных данных пользователем, необходимо пройти указателем “>” в заголовок соответствующей системы и нажать удерживая энкодер. Показателем установления внесенных значений служит символ “ * ”, иллюстрирующий о том что внесенные значения установлены и системы начала контроль системы по данным параметрам. Стоит заметить, что нельзя устанавливать другой режим контроля при осуществлении контроля по другому режиму в рамках одной системы. То есть, для установки нового режима необходимо снять текущий повторным нажатием и удержанием энкодера на заголовке режима с символом “ * ”. А также, нельзя менять значения ячеек в режиме в котором уже осуществляется контроль, то есть установлен символ “ * ”.

На рисунке 13 показан меню настроек в ручном режиме.



Рисунок 13. — Меню настроек в ручном режиме.

Далее на рисунке 14 показаны примеры меню некоторых остальных систем.



Рисунок 14. — Примеры других меню систем.

4. Преимущества и недостатки устройства.

Преимущества:

- Возможность подключения к нескольким точкам доступа и/или WiFi сетям
- Полная сообщенность онлайн и ручных режимов управления

- Способность восстанавливать параметры режимов при потере питания
- Автоматическое переключение между режимами при потере или нахождении WiFi сети и/или точки доступа.

Недостатки:

- Переполнение очереди шлюза (buffer) цифрового последовательного канала (Serial), что в некоторых случаях приводит к некорректным данным от датчиков. (Данный недостаток нивелируется при помощи логического фильтрования значений. Например показания датчиков не могут быть -1 или 0)
- Постепенное накопление отставания времени на модуле реального времени DS1302, что не наблюдается в онлайн режиме, так как система полагается на время локальной сети.

6. Выводы

Разработанное устройство предназначено для осуществления контроля основных параметров системы микроклимата фитокамеры. Данная система включает в себя режимы веб-ориентированного и ручного режимов.