Включение станции в глобальные сети мониторинга, такие как GAW WMO и AERONET (NASA), обеспечило получение высокоточных данных о состоянии озонового слоя, концентрациях парниковых газов и параметрах аэрозольной оптической толщины. Анализ данных за 2019–2025 гг. показал наличие сезонной изменчивости AOD с максимальными значениями в летний период и минимальными - зимой, а также тенденцию к незначительному увеличению данного показателя в последние годы.

Полученные результаты подтверждают важную роль атмосферных аэрозолей в формировании радиационного режима и климатических процессов горного региона. Географическое положение станции, её удалённость от крупных антропогенных источников и благоприятные климатические условия обеспечивают репрезентативность фоновых измерений для Центральной Азии.

Активное участие сотрудников станции в международных научных конференциях и проектах, включая мероприятия под эгидой American Geophysical Union, способствует укреплению научных связей и распространению результатов исследований на международном уровне.

В целом деятельность научной станции «Иссык-Куль» представляет собой значимый вклад в развитие региональных и глобальных исследований атмосферы, формируя научную основу для оценки климатических изменений, обеспечения экологической безопасности и устойчивого развития горных территорий. Данное направление соответствует приоритетам развития науки в Кыргызской Республике до 2028 года, утверждённым Кабинетом Министров, среди которых особое значение имеют вопросы изменения климата и охраны окружающей среды.

Список использованной литературы

1. Токтомышев С.Ж. Становление кыргызских ученых: до и после суверенизации: публикации, интервью, очерк и эссе. - Бишкек: Улуу Тоолор, 2014. - 440 с.
2. Токтомышев С. Высшее образование, озоновый слой и космический проект Кыргызстана. - Бишкек, 2019.
3. Материалы о научной станции «Иссык-Куль» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://drive.google.com/file/d/1p3Z9Cu5DEWymRt2c0JsPtFbl4c2uUuSt/view?usp=drivesdk
4. Seasonal analysis of aerosol optical depth during summer over Lake Issyk-Kul in Central Asia [Electronic resource] // AGU24 iPosterSessions. - 2024. - Режим доступа: https://agu24.ipostersessions.com/Default.aspx?s=4A-5B-C8-6D-C1-92-5E-57-49-BB-DE-BA-61-36-BF-10&pdfprint=true&guestview=true

УДК 631.234

Рецензент: кандидат физико-математических наук, доцент Медралиев Б.Н.

УДК 631.234
DOI 10.58649/1694-9099-2026-2-309-317

Бакытбеков У.Б., Бейшекеева Г.Д., Мамытова Д.К.
Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясы

Жусуп Баласагын атындагы КУУ
Бакытбеков У.Б.,[1] Бейшекеева Г.Д.,[2] Мамытова Д.К.[3]
Национальная академия наук Кыргызской Республики
КНУ имени Жусупа Баласагына
Bakytbekov U.B., Beishekeeva G., Mamytova D.K.
National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic
KNU Jusup Balasagyn

ORCID 0009-0003-2301-2856[1]
ORCID 0009-0003-5476-3396[2]
ORCID 0009-0001-4780-313X[3]

КҮНӨСКАНАДА ТЕХНОЛОГИЯЛЫК ПРОЦЕССТЕРДИ БАШКАРУУНУН МИКРОКОНТРОЛЛЕРДИК СИСТЕМАСЫН ИШТЕП ЧЫГУУ
РАЗРАБОТКА МИКРОКОНТРОЛЛЕРНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ В ТЕПЛИЦЕ
DEVELOPMENT OF A MICROCONTROLLER SYSTEM FOR CONTROLLING THE TECHNOLOGICAL PROCESS IN A GREENHOUSE

Кыскача мүнөздөмө: Макалада күнөсканада микроконтроллердин негизинде процесстерди башкаруу системасын иштеп чыгуунун негиздери келтирилген. Таймер же микроклиматтын индикаторлору/башка датчиктер автоматташтыруу керек болгон жерде 10 өзүнчө конфигурацияланууучу башкаруу каналдары, ирригацияны башкаруу, жарыктандыруу, терезелерди ачуу, график боюнча температураны кармоо жана башка көптөгөн нерселер бар. Бул күнөсканалар үчүн да, аквариумдар, террариумдар, инкубаторлор жана башка автоматтык системалар үчүн да колдонсо болот.

Аннотация: В статье приведены основы системы управления микроконтроллерной системы управления технологическим процессом в теплице. Система включает автоматизацию по таймеру или показателям микроклимата/другим датчикам, имеет 10 отдельно настраиваемых каналов управления, управление поливом, освещением, открытием окон, поддержанием температуры по расписанию и многого другого. Может использоваться как для теплиц, так и для аквариумов, террариумов, инкубаторов и прочих автоматических систем.

Abstract: The purpose of the article is to develop a microcontroller system for controlling the technological process in a greenhouse. Where timer or microclimate indicators /other sensors need automation, it has 10 separately configurable control channels, control of irrigation, lighting, opening windows, maintaining temperature on a schedule and much more. Can be used both for greenhouses, and for aquariums, terrariums, incubators and other automatic systems.

Негизги сөздөр: күнөскана; башкаруу системаларын автоматташтыруу; сенсорлор; микроконтроллер; реле; сервопривод.

Ключевые слова: теплица; автоматизация систем управления; датчики; микроконтроллер; реле; сервопривод.

Keywords: greenhouse; automation of control systems; sensors; microcontroller; relay; servo drive.

Введение. В настоящее время актуальность технологий «умный дом» и, в частности, «умная теплица» не вызывает сомнений. В зарубежной практике такие системы широко применяются как в быту, так и в сельском хозяйстве, однако для большинства регионов Кыргызстана они пока остаются недостаточно распространёнными. Одной из основных причин является нехватка знаний о принципах работы данных технологий и их практической пользе. Между тем главным преимуществом автоматизированных систем является их экономическая эффективность. Так, автоматический полив с использованием капельного орошения уже доказал свою результативность на приусадебных и сельскохозяйственных участках [8; 9; 10].

В статье представлены результаты проектирования и практической реализации рабочей многофункциональной модели «умной теплицы», отличающейся простотой эксплуатации и низкой себестоимостью конструкции. При разработке структурной схемы были определены основные параметры, которым должна соответствовать модель теплицы [1; 2; 4; 5; 6; 7; 12] :

– отображение на дисплее контролируемых параметров микроклимата, включая данные датчиков влажности воздуха, температуры, влажности почвы и освещённости, а также состояние реле, управляющих помпой, светодиодным освещением, вентилятором, и работу сервоприводов, обеспечивающих открытие и закрытие окон;

– использование источника питания 5 В для микроконтроллера и 9 В для реле, управляющего светодиодным освещением, насосом, вентилятором и нагревательной спиралью от сети 220 В;

– реализация функций автоматического проветривания, искусственного освещения, автоматического полива растений и подогрева воздуха с помощью нагревательной спирали.

На рисунках 1, 2, 3, 4, 5. приведены структурные схемы проектируемой модели:

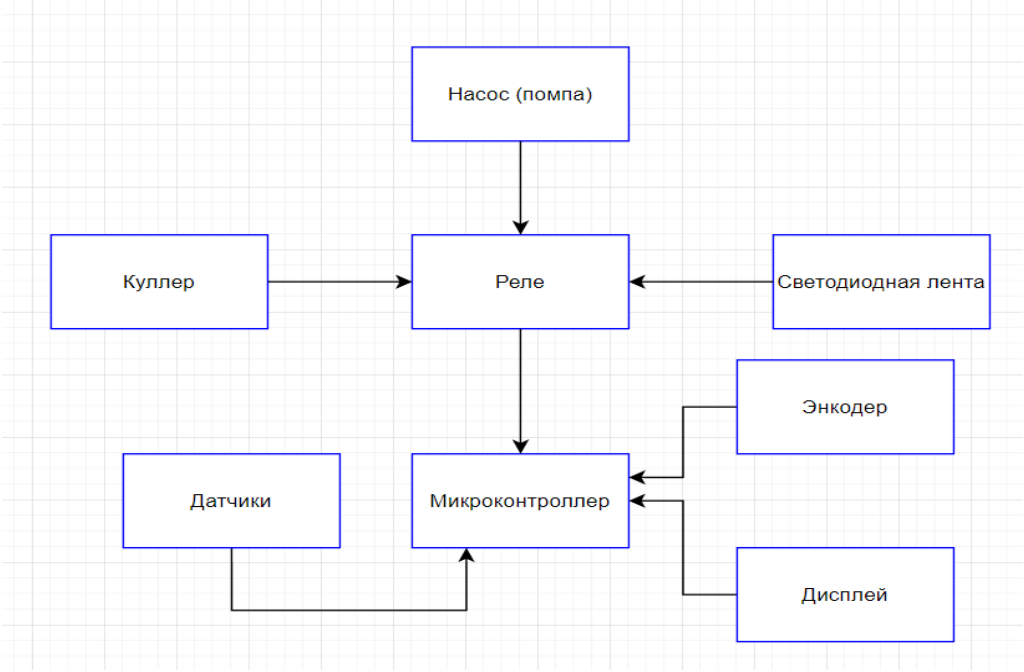


Рис.1. Структурная схема модели

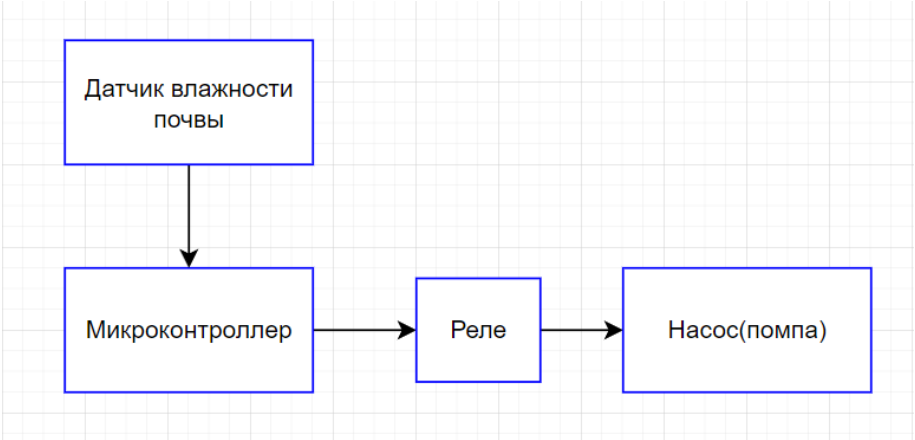


Рис.2. Структурная схема автоматического полива почвы

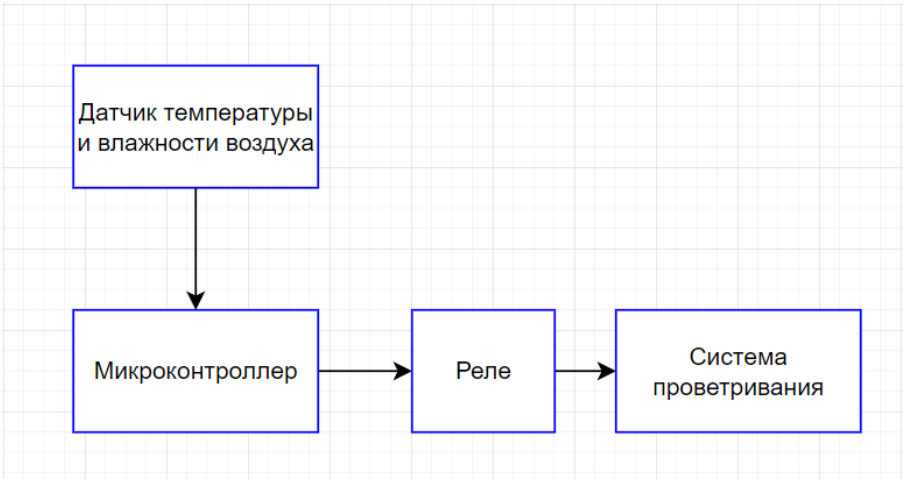


Рис.3.Структурная схема авто проветривания

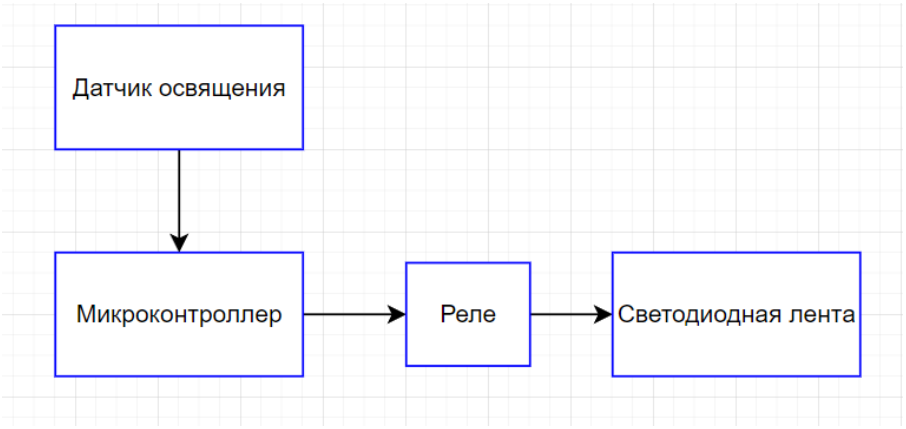


Рис.4. Структурная схема искусственного освящения

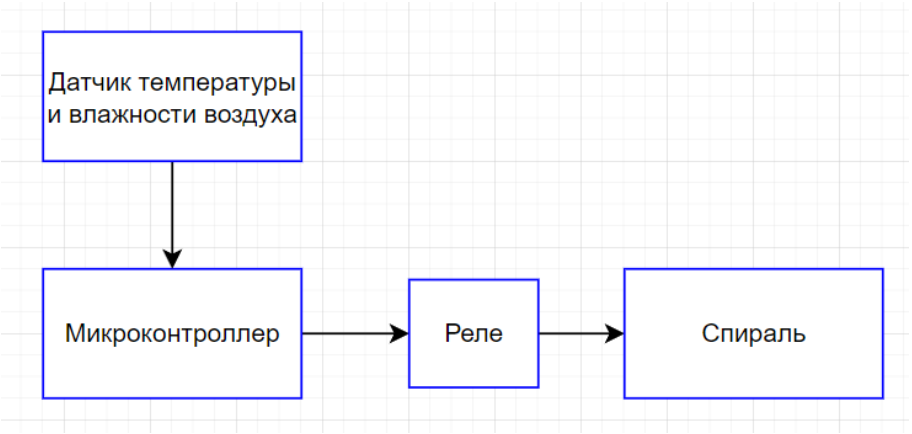


Рис.5.Структурная схема подогрев воздуха.

Алгоритм работы устройства представлен на Рис.6.

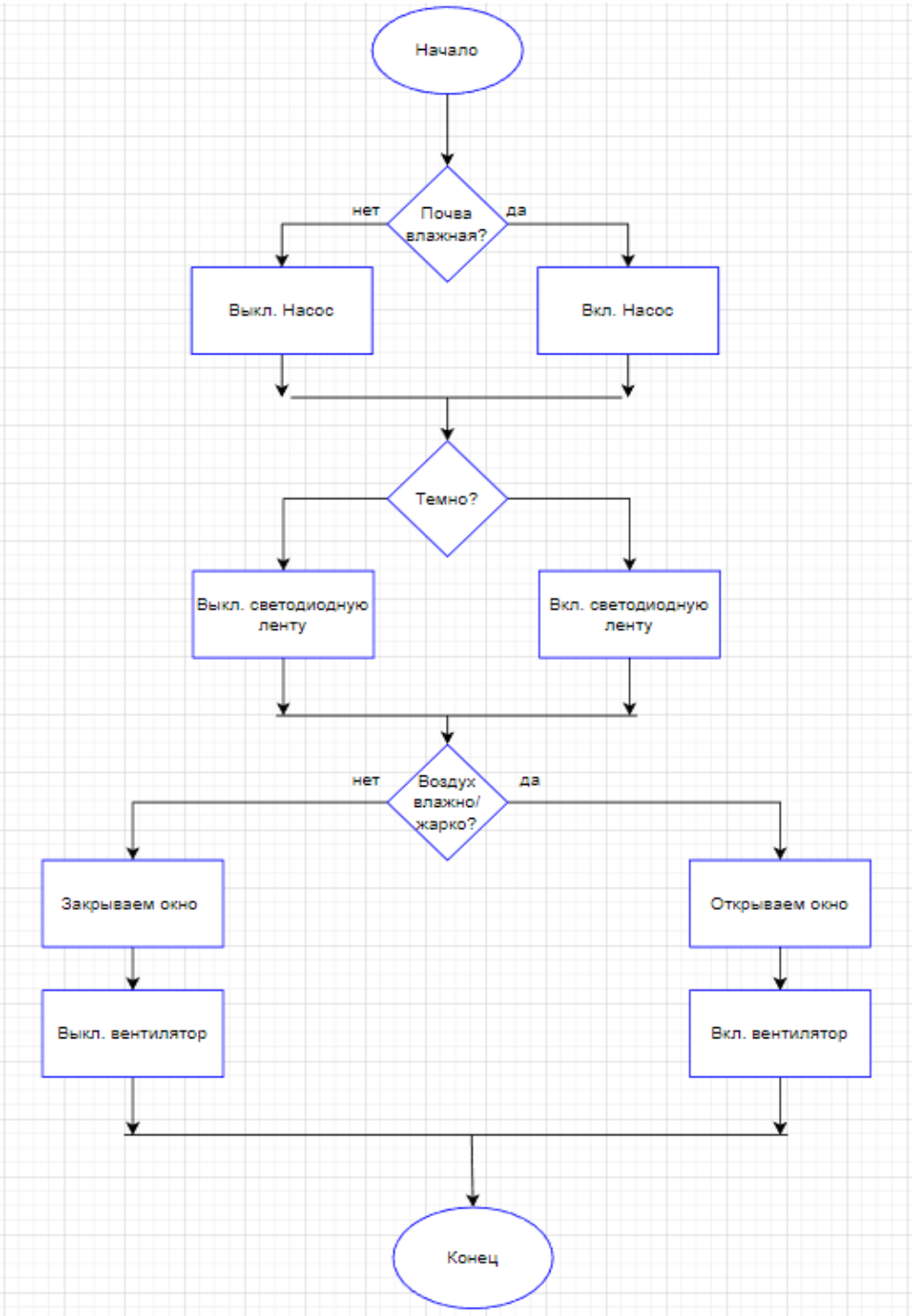


Рис.6. Алгоритм работы теплицы

Рассмотрим порядок работы схемы теплицы. После подачи питания 5V происходит базовая настройка по умолчанию. В первую очередь надо протестировать реле в параметрах “service” а именно насос, светодиодную ленту, далее надо настроить систему датчиков в параметре “settings”.

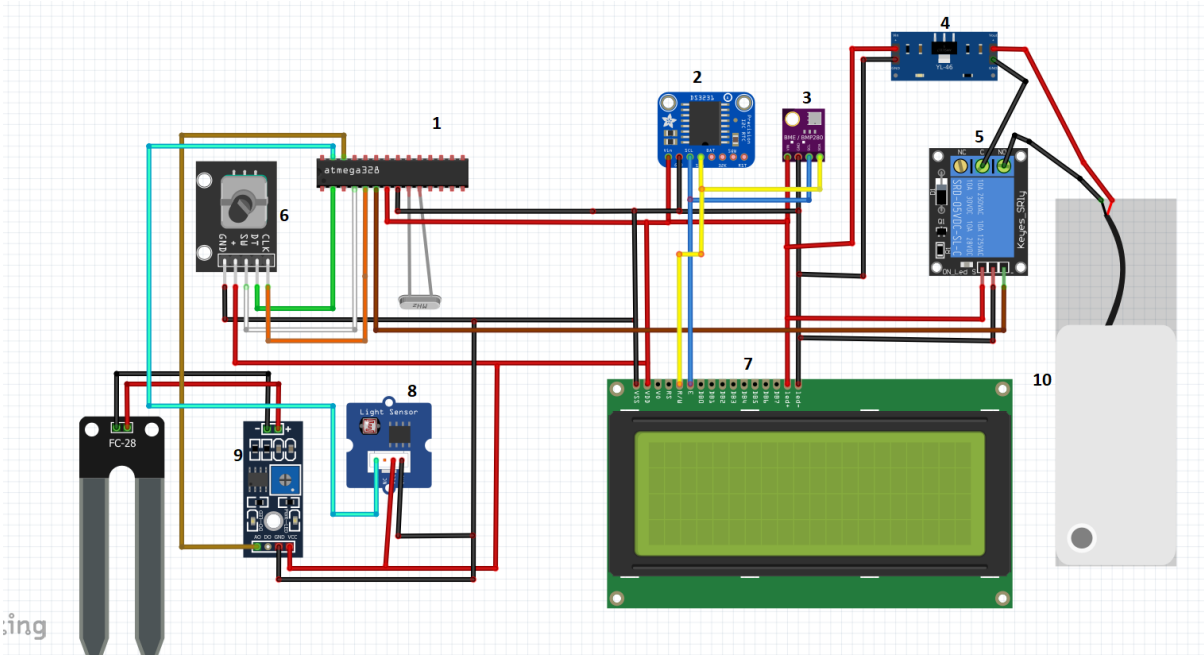


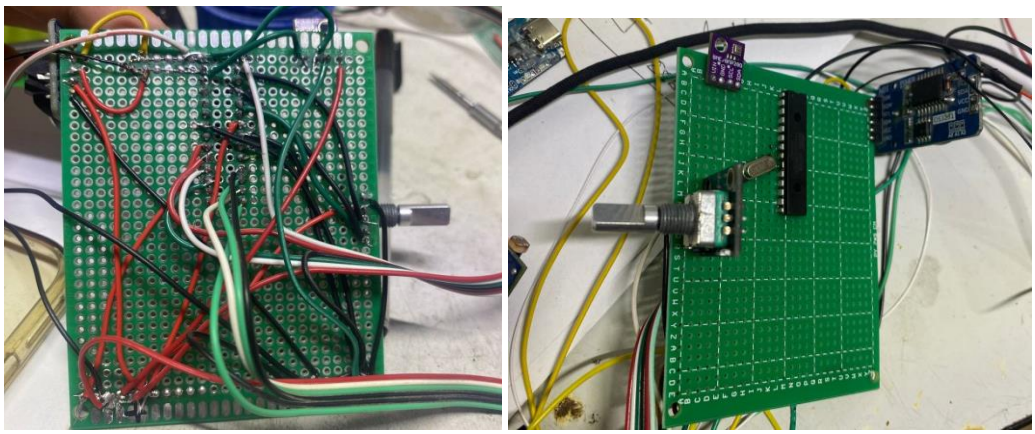
Рис.7. Принципиальная схема

Схема подключения макетной платы, у микроконтроллера есть 28 входов. Самым первым подключаю питания микроконтроллера и кварцевый резонатор к 9 и 10 пину микроконтроллера, питания подключается к микроконтроллеру GND и VCC. После это к подключению часы реального времени RTC DS3231, у часов 4 выхода (VCC подключение к общему +, GND подключение к общему -, SDA подключаются к 27 пину микроконтроллера SCL подключаются к 28 пину микроконтроллера), далее подключение датчика температуры и влажности воздуха bme280 4 выхода два общих подключение земля и питание vss и gnd SDA подключаются к 27 пину микроконтроллера scl подключаются к 28 пину микроконтроллера, после подключаю дисплей для вывода изображения lcd2004 тоже к подключению 4 выхода, два общих выхода земли и питания vss, gnd SDA подключаются к 27 пину микроконтроллера scl подключаются к 28 пину микроконтроллера. Самое главное в проекте это энкодер для управления всей системой, энкодер выполняет роль кнопки, также у энкодера 5 выхода две общих + и –, 3 выхода данные clk к 4пину, dt к 5пину, sw к 2пину. Подключение датчиков влажности почвы и датчика освещённости подключаются поэтому же принципу по две контакта питания и 1 данный A0 (Analog output) влажности почвы A0 к A3 пину подключается, датчик освящение A0 к A2 пину подключается. В самом конце подключение Rele, у реле 3 контакта 5, 6 и 7 пин микроконтроллера.

Также подключение описано на Рис.8.

1.Микроконтроллер Atmega 328p-u [1; 4; 5; 12]
2.Часы реального времени RTC DS3231.
3.Датчик температуры и влажности BME-280 [6].
4.DC – DC преобразователь Type-c 5V для питания микроконтроллера.
5.Rele.
6.Encoder для управления интерфейсом.
7.LCD 2004 – для вывода изображения.
8.Датчик освещенности.
9.Датчик влажности почвы.

Подключение макетной платы было выполнено по схемам и выше указанными компонентами которое указана на Рис.8.



а) б)

Рис.8. Подключение вид снизу(а) и внешней стороны (б) макетной платы

Реализация макетного стенда теплицы из оргстекла, которая состоит из двух частей. Один из разделов разработанного макета содержит большую часть всех элементов, размещенных в макете. Второй раздел содержит различные датчики.

На Рис.9. представлен демонстрационный макет теплицы, где показано расположение LCD дисплея. В качестве нагревательного элемента для компоновки было решено сконструировать спиральные обогреватели своими руками. Датчик освещенности и светодиодная лента прикреплены к верхнему части крышки (крыши).

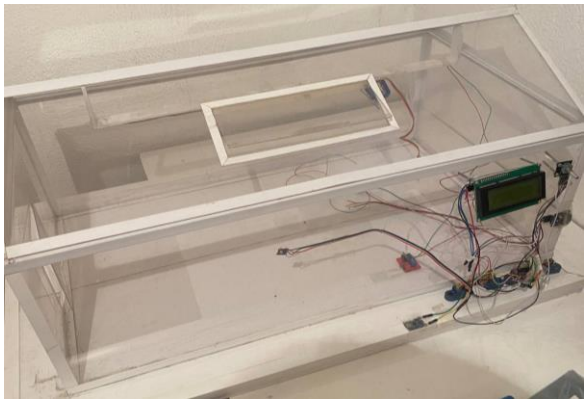


Рис.9. Вид сверху стенда

При разработке интерфейса на экране обслуживания можно изменить положение любых компонентов (реле, сервопривода). Новая позиция существует только в том случае, если экран обслуживания активен, и когда вы выходите из экрана обслуживания, все устройство возвращается на свое место в соответствии с режимом. Пока режим обслуживания активен, таймеры приостанавливаются, что означает, что действия таймера не выполняются, когда экран обслуживания активен. Вы также можете установить системное время на экране обслуживания.



Рис.10. Экран Сервиса

На экране отладки (Debug) в реальном времени (период обновления – 1 секунда) отображаются состояния всех компонентов системы: позиции реле, серво и привода, показания всех датчиков, системное время.



Рис.11.Экран отладки

S1 – Серво приводы (положение серво 1 в градусах оборота)
S2 – Серво приводы (положение серво 2 в градусах оборота)
H: - Влажность воздуха %
T: - Температура воздуха в Цельсиях
R: - Открытые реле



Рис.12.Экран настройки каналов

Находится между отладкой и сервисом, позволяет настроить некоторые параметры контроллера:

• A-BKL – вкл/выкл, автоматическое отключение подсветки дисплея
• BKL-time – время в секундах, через которое отключится дисплей, если не трогать энкодер
• Drv – 0-255, скорость линейного привода
• Day / Month / Year – день, месяц и год
• Sens prd – секунд, главный период опроса датчиков
• Plot prd – Min, Hour, Day – выбор отображения графиков (столбик-минута, столбик-час, столбик-сутки)
• S1 sp – скорость серво 1 (при активном SERVO_SMOOTH)
• S1 acc – ускорение серво 1 (при активном SERVO_SMOOTH)
• S2 sp – скорость серво 2 (при активном SERVO_SMOOTH)
• S2 acc – ускорение серво 2 (при активном SERVO_SMOOTH)

При работе пользователю необходимо подключить адаптер для питания микроконтроллера 5V, далее подключить питание для реле 9V. При подключении стенда помним рекомендуемое подключение от 7-12V включительно. Питание непосредственно микроконтроллера от usb с напряжением 5V, при этом надо учитывать при падении напряжения возможны сбои в работе датчиков и реле.

После подключения питания, стенд начинает работать в автоматическом режиме как было сохранена в первом включении. Если включение в первый раз, то в интерфейсе надо задать нужные значения параметров, а именно датчиков освещения, температуры, влажности воздуха как указана на рисунке 11, далее параметры реле для правильной работы системы как указана на рисунке 10 и 12. При изменении одного из параметров, их показания измениться на дисплее.

При возникновении короткого замыкания или скачка напряжения немедленно отключить от питания, так как в схеме не предусмотрены предохранители устройства, кроме встроенных датчиков.

Безопасность проекта. В ходе сбора макета требуется использовать сторонние инструменты ручного и электрического типа. В процессе перемещения крайне важно соблюдать такое правило, как запрет на перенос инструментов режущей или колющей стороной по отношению к человеку, что может привести к повреждению тела. Перед тем как начинать работы по эксплуатации электроприборов, крайне важно убедится в отсутствие изоляционных пробелов проводки или же вообще самого кабеля. Если же во время проведения работ был обнаружен запах гари или же визуально определено дымление, необходимо немедленно обесточивать макетный стенд. Немало важным является обращать внимание на ручные инструменты при работе с ними, так как они должны обладать нанесенным изоляционным слоем.

Во время проведения паяльных работы нельзя допускать перегрев компонентов макетной платы, в следствие не соблюдение данного правила, возможно, выведение из строя компонента. При

попадании паяльных кислот на кожу, также требуется избавиться от инородной жидкости как можно скорей.

Перед началом запуска работы макетного стенда, необходимо заменять недостающие проводники или же устранять разрывы. После процесса устранения неполадок стенда можно продолжить работу, подключив питание. В случае, когда проблема обнаруживается во время работы со стендом, незамедлительно требуется отключить от питания и исправить уже проводятся устранения ошибок.

Заключение. Система автоматизированного управления теплицей позволяет оставлять слишком требовательное к условиям растения без присмотра на неопределённый срок. Система анализирует изменения в микроклимате внутри теплицы и реагирует на них активируя те или иные компоненты системы, что позволяет удерживать условия выращивания продолжительный период времени. Можно подключить данную систему к источнику бесперебойного питания, однако энергопотребление лампы весьма высокое и не подразумевает использование каких-либо источников кроме сетевого. Из данного рассуждения следует что использование аккумуляторов способно только сохранить цикл дня и ночи в системе, питать лампу или вытяжной вентилятор можно только централизованным напряжением. В результате разработанная система - недорогая, простая в установке, эксплуатации и настройке, но самое главное гибкая, что позволяет модифицировать ее без особых усилий и временных затрат практически под любую задачу.

Список использованной литературы

1. Блум, Дж. Изучаем Arduino: инструменты и методы технического волшебства / Дж. Блум; пер. с англ. – 2-е изд. – СПб.: БХВ-Петербург, 2020. – 529 с.: ил. – ISBN 978-5-9775-6736-7.
2. Петин, В. А. Проекты с использованием контроллера Arduino / В. А. Петин. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2025. – 454 с. – ISBN 978-5-9775-3550-2.
3. Соммер, У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freeduino / У. Соммер. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 256 с.: ил. – (Электроника). – ISBN 978-5-9775-0727-1.
4. Monk, S. Programming Arduino: Getting Started with Sketches / S. Monk. – 2nd ed. – New York: McGraw-Hill Education, 2016. – 192 p. – ISBN 978-1259641633.
5. Atmel Corporation. ATmega328P Datasheet: 8-bit AVR Microcontroller. – Technical documentation. – URL: https://www.microchip.com/en-us/product/ATmega328P
6. Bosch Sensortec GmbH. BME280 Combined Humidity and Pressure Sensor: Datasheet. – URL: https://www.bosch-sensortec.com/products/environmental-sensors/humidity-sensors-bme280/
7. Maxim Integrated. DS3231 Extremely Accurate I²C-Integrated RTC/TCXO/Crystal: Datasheet. – URL: https://www.analog.com/en/products/ds3231.html
8. FAO. Greenhouse technology for sustainable crop production / Food and Agriculture Organization of the United Nations. – URL: https://www.fao.org/home/en
9. Resh, H. M. Hydroponic Food Production: A Definitive Guidebook / H. M. Resh. – 7th ed. – CRC Press, 2012. – 560 p. – ISBN 978-1439878675.
10. Kacira, M. Optimization of greenhouse microclimate using automatic control systems / M. Kacira, S. Sase, L. Okushima // Biosystems Engineering. – 2002. – URL: https://www.sciencedirect.com/
11. Jones, J. W. Decision support systems for agricultural management / J. W. Jones // Agricultural Systems. – 1997. – URL: https://www.sciencedirect.com/
12. Arduino Documentation. Official Arduino documentation and libraries. – URL: https://docs.arduino.cc/
13. IEC 60364. Low-voltage electrical installations: Safety requirements. – URL: https://www.iec.ch/
14. ГОСТ 12.2.007.0–75. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности. – URL: https://docs.cntd.ru/

Рецензент – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Доржуева Г.Ж.