

УДК 62-523.8

УСТРОЙСТВО ПОДДЕРЖАНИЯ МИКРОКЛИМАТА В ПРОМЫШЛЕННОЙ ТЕПЛИЦЕ

Пивоварчук Е.Л.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники филиал
«Минский радиотехнический колледж»,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Гавриленко В.С. – преподаватель цикловой комиссии «Программируемые цифровые устройства» Учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» филиал «Минский радиотехнический колледж»

Аннотация. Микроклимат в промышленной теплице должен быть легко контролируемым, так как от него зависит количество урожая, поставляемое сельским хозяйством Республики Беларусь. В понятие режима микроклимата классически включается три показателя: температура воздуха, влажность и давление. Для управления перечисленными параметрами теплицы оборудуются исполнительными системами: системой отопления, вентиляции и увлажнения воздуха. Проектируемое устройство выполняет функции управления ими.

Ключевые слова: микроклимат, теплица, микроконтроллер, сельское хозяйство.

Введение. В рамках статьи часть системы бытовой метеостанции рассматривается как информационная база для данных систем управления, что позволит создать стратегию управления, где в зависимости от фазы роста растений и экономической целесообразности можно будет выбрать приоритетными или задачу экономии энергии, или максимального соблюдения технологии выращивания. Данный проект является актуальным, поскольку важную роль в экономике Республики Беларусь играют сельское хозяйство и экспорт соответствующей продукции за границу.

Основная часть. Для определения основных функциональных частей изделия и их взаимосвязи разработана схема электрическая структурная, представленная на рисунке 1.

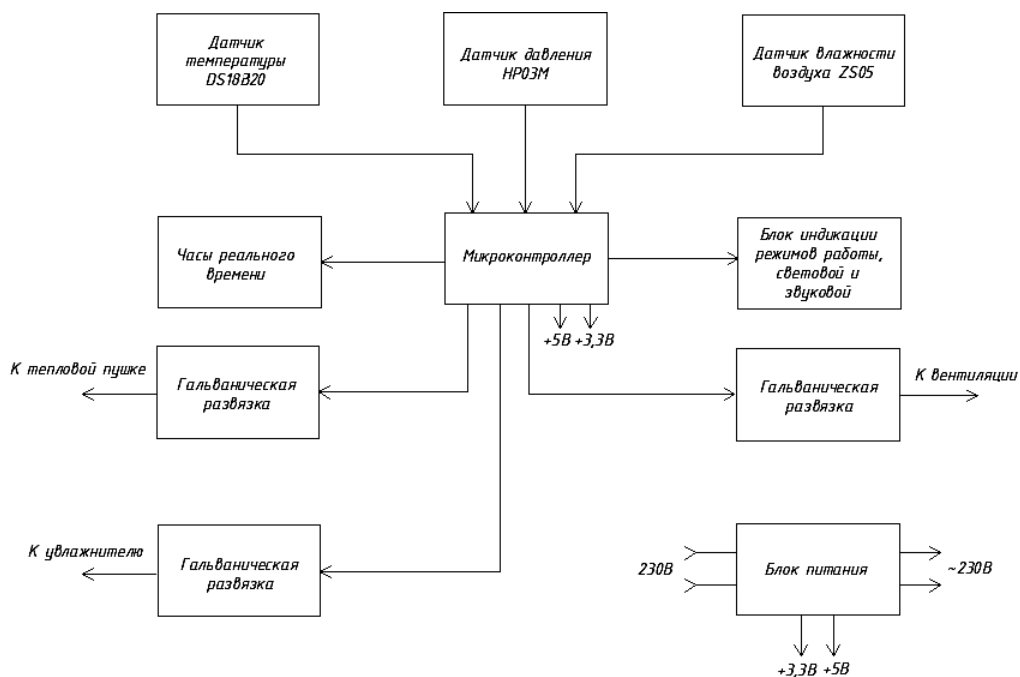


Рисунок 1 – Схема электрическая структурная

Главным блоком в схеме является микроконтроллер. На него с датчиков атмосферного давления НР03М, влажности ZS05 и температуры воздуха DS18B20 (они применяются для

фиксирования соответствующих показателей и при больших габаритах теплицы должны располагаться по всему периметру, однако в рассматриваемом случае теплица не имеет больших размеров, поэтому на устройстве расположено по одному датчику каждой группы) в виде двоичного кода поступают данные, которые он в свою очередь преобразует в цифровую информацию и отображает ее на графическом дисплее блока индикации. В зависимости от установленных программой минимальных и максимальных значений микроконтроллер посылает сигналы через гальванические развязки, предназначенные для снижения уровня коммутационных помех, на соответствующие системы управления с целью регулирования данных показателей.

Для нормального развития растений требуется соответствующая температура и влажность воздуха. Требуемая влажность воздуха в помещении установлена по умолчанию в пределах 40 %...85 %. Когда сигнал о пересечении минимально допустимого значения приходит с датчика влажности воздуха, микроконтроллером сигнал отправляется через гальваническую развязку на увлажнитель, который должен обеспечить повышение показателей влажности. По достижении необходимых показателей микроконтроллером подается сигнал о прекращении подачи питания на увлажнитель.

Температура помещения должна поддерживаться строго определенной. При этом нельзя поддерживать постоянную температуру в течение всего года. Чтобы выполнить это требование, в память микроконтроллера Atmega16-32PU записан закон изменения температуры в помещении по месяцам в течение года (для этого используются максимально и минимально установленные значения и фактически полученные). Он содержит значения комфортной и минимально допустимой температуры для каждого месяца. Если температура в помещении по каким-либо причинам упала ниже минимально допустимой, на тепловую пушку подается питание, и она не выключается до тех пор, пока установленные значения температуры не будут достигнуты.

При поступлении сигнала с датчика атмосферного давления устройством трижды подается короткий звуковой сигнал, а далее данные заносятся в память микроконтроллера и хранятся там для расчета оптимальных температуры и влажности, которые должны поддерживаться в теплице. Данные расчеты строятся на максимально и минимально установленных и фактически полученных показателях трех измеряемых величин.

В начале каждых семи суток программа рассчитывает усредненные за прошедшую неделю значения температуры и влажности воздуха, и атмосферного давления. Эти сведения заносятся в очередные ячейки области EEPROM, хранящей метеоданные за текущий год. Проверяется, не требуется ли обновление максимальных и минимальных за текущий квартал значений температуры и влажности воздуха. Если требуется, хранящиеся в памяти значения будут обновлены.

В начале очередного года проверяется корректность его смены. Дело в том, что значение в регистре года может измениться не только в результате его естественной смены, но и по ряду других причин. Например, при сбое или неисправности микросхемы часов реального времени. Несвоевременная смена года грозит тем, что метеоданные, накопленные в EEPROM за все прошедшее с начала текущего года время, будут уничтожены.

Проверка корректности смены года считается успешно выполненной, если наступивший год на единицу больше предыдущего. Чтобы иметь возможность проверить это, в процессе установки даты значение года загружается как в регистр микросхемы часов реального времени, так и в памяти микроконтроллера, откуда выбирается в качестве контрольного в ходе проверки. Если проверка прошла успешно, программа обновляет контрольное значение года в памяти и стирает прошлогодние метеоданные. В противном случае содержимое памяти остается неизменным, а программа продолжает работать.

В цикле регулирования температуры программа управляет работой систем отопления и вентиляции. Исходные данные для регулирования – температура в помещении, ее градиент, состояние и доступность для управления систем отопления и вентиляции.

Дело в том, что изменение температуры в помещении под воздействием средств ее регулирования происходит не мгновенно, а с некоторой задержкой, зависящей от ряда факто-

ров, например, от теплоемкости помещения и эффективности средств регулирования. Поэтому в каждом конкретном случае оптимальный период выполнения этого цикла необходим строго определенный. Это значит, что программа должна определять наиболее благоприятные условия.

И наконец, основной цикл, который программа повторяет с периодом около раза в час. В этом цикле она считывает и отображает информацию с датчиков температуры, влажности, давления и с часов реального времени, управляет увлажнителем, опрашивает органы управления. При выполнении соответствующих условий из главного цикла вызываются рассмотренные выше циклы.

Напряжение на устройство поступает от блока питания сети 230В.

При подборе элементной базы для устройства следует руководствоваться техническими требованиями к устройствам, предусмотренными ГОСТ 15150-69 по УХЛ4. В таком случае выбранные элементы будут работать точно и без сбоев, а наработка часов на отказ выше.

Для удаленного доступа к устройству было разработано программное обеспечение на базе операционной системы Android. Во многом это необходимо для избегания оказания негативного влияния среды теплицы на организм человека. Разработанное программное обеспечение выполняет следующие функции: показывает средние показатели с датчиков за неделю, показывает актуальные на данный момент времени значения, осуществляет принудительный контроль исполнительными устройствами.

Алгоритм начинает работу с просмотра главного окна приложения, где пользователю предлагается три функциональные кнопки. Для начала пользователь должен найти и подключить устройство, перейдя по кнопке «ПОДКЛЮЧИТЬ УСТРОЙСТВО», а затем его перенаправляет на страницу с поиском устройства. Поиск осуществляется по Wi-Fi модулю. Когда устройство считается найденным, пользователь может начать работу с основным функционалом приложения, однако, чтобы перейти на страницу с основным функционалом приложения, привязка устройство необязательна, но в таком случае демонстрации работы не будет, а данные будут загружаться из предустановленных программой значений.

Вернувшись на главную страницу, пользователь может просмотреть статистику показателей датчиков влажности, температуры и давления с устройства, перейдя по кнопке «ПОСМОТРЕТЬ СТАТИСТИКУ». Для получения актуальных данных следует нажать кнопку «ПОЛУЧИТЬ ДАННЫЕ». Также под информацией на данный момент времени располагаются средние показатели значений, полученных за последнюю неделю, что позволяет устройству корректировать его работу.

В приложение добавлена страница, позволяющая пользователю вручную (удаленно или на месте) включить или выключить систему устройств управления, если их автоматическое включение дало сбой. Для перехода на нее пользователь должен на главной странице нажать кнопку «СОСТОЯНИЕ УПРАВЛЕНИЯ». Все действия с данными системами сохраняются в приложении и не сбрасываются после выхода из него, оставаясь неизменными до следующего входа.

По окончании разработки программного обеспечения было проведено его тестирование. Тестирование программного обеспечения – проверка соответствия между реальным и ожидаемым поведением программы, осуществляемая на конечном наборе тестов, выбранном определенным образом. Тестирование ставит перед собой цели:

- повышения вероятности, что приложение, предназначенное для тестирования, будет работать правильно при любых обстоятельствах;
- повышения вероятности, что приложение, предназначенное для тестирования, будет соответствовать всем описанным требованиям;
- предоставления актуальной информации о состоянии продукта на данный момент.

При тестировании мобильного приложения использовался метод тестирования черного ящика (или поведенческое тестирование). Данный метод – это метод тестирования функционального поведения объекта с точки зрения внешнего мира, при котором не используется знание о внутреннем устройстве тестируемого объекта.

Разработанные тест-кейсы разработанного программного обеспечения представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Тест-кейсы программного обеспечения

Название	Описание тестового случая	Ожидаемые результаты	Фактический результат
Поиск устройства	1. Нажать кнопку «ПОДКЛЮЧИТЬ УСТРОЙСТВО». 2. Ожидать подключения устройства.	1. Нажатие кнопки «ПОДКЛЮЧИТЬ УСТРОЙСТВО». 2. Ожидание подключения устройства.	Открывается окно поиска устройства. При успешном подключении устройства можно видеть всплывающее окно уведомления о корректном подключении – в противном случае появляется уведомление об ошибке.
Просмотр статистики	1. Нажать кнопку «ПОСМОТРЕТЬ СТАТИСТИКУ». 2. Нажать кнопку «ПОЛУЧИТЬ ДАННЫЕ». 3. Просмотреть полученные значения.	1. Нажатие кнопки «ПОСМОТРЕТЬ СТАТИСТИКУ». 2. Нажатие кнопки «ПОЛУЧИТЬ ДАННЫЕ». 3. Просмотр полученных значений.	Открывается страница просмотра данных, полученных с датчиков, установленных на устройстве. Появляются средние значения за последнюю неделю считывания данных и кнопка получения актуальных данных. При ее нажатии данные в окне настоящих значений сменяются на только что считанные.
Изменение состояния устройств управления	1. Нажать кнопку «СОСТОЯНИЕ УПРАВЛЕНИЯ». 2. Изменить состояние устройств управления с их последующим сохранением.	1. Нажатие кнопки «СОСТОЯНИЕ УПРАВЛЕНИЯ». 2. Изменение состояния выбранных устройств управления с их последующим сохранением.	Открывается страница изменения состояния устройств управления, появляются переключатели состояний увлажнителя, тепловой пушки и вентиляции. При изменении их положения устройства включаются или выключаются в зависимости от выбранного варианта. При выходе из приложения состояния не сохраняются.

После проведения тестирования выявленные дефекты с обновлением информации о состоянии системы устройств управления устройства были исправлены.

По окончании проектирования устройства и разработки программного обеспечения была рассчитана экономическая эффективность разработки, по итогу которой был вынесен вывод о том, что рентабельность устройства поддержания микроклимата в промышленной теплице составляет 16,4 %, а размер чистой прибыли от продажи 373,52 рубля, а внедрение устройства является экономически эффективным как для стороны закупки, так и для стороны поставщика.

Стоимость разработки полного проекта составит 3279,68 руб., а себестоимость устройства 296,85 руб.

Заключение. Спроектированная система предназначена для мониторинга показателей температуры, атмосферного давления и влажности воздуха, на основе полученных данных осуществляет автоматическое управление исполнительными системами поддержания микроклимата: увлажнителем воздуха, вентиляцией и тепловой пушкой. Также устройство дополнено программным обеспечением на базе операционной системы Android, доступ к которому будет осуществляться по QR-коду при поставке устройства покупателю. Приложение позволит удаленно следить за температурно-влажностным режимом в теплице и изменять состояние устройств управления принудительно. Установленные состояния не будут изменяться автоматически, пока флаг не будет установлен в состояние бездействия.

Список литературы

- [1] Системы поддержания микроклимата в теплицах [Электронный ресурс] / Электроника для дома – Минск, 2020. – Режим доступа: <https://guyone>. – Дата доступа: 05.12.2022
- [2] ГОСТ 2.702-2011 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем [Электронный ресурс] / Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов – Минск, 1999. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200012270>. – Дата доступа: 10.12.2022
- [3] Троелсен, Э. Язык программирования JAVA 5.0 и платформа .NET 4.5 / Э. Троелсен. – Москва: Филинь, 2015.
- [4] Тест-кейсы [Электронный ресурс] / Оформление таблицы кейсов, и их правильное определение – Минск, 2014. – Режим доступа: <https://yidiagrams.com/>. – Дата доступа: 19.01.2023
- [5] Бейзер, Б. Тестирование черного ящика. Технологии функционального тестирования программного обеспечения и систем / Б. Бейзер. – Санкт-Петербург: Питер, 2004.

UDC 62-523.8

MICROCLIMATE MAINTENANCE DEVICE IN INDUSTRIAL GREENHOUSE

Pivovarchuk E.L.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, branch "Minsk Radio Engineering College", Minsk, Republic of Belarus

Gavrilenko V.S. – Lecturer of the cycle commission "Programmable Digital Devices" of the Educational Institution "Belarusian State University of Informatics and Radio-Electronics" branch "Minsk Radio Engineering College"

Annotation. The microclimate in an industrial greenhouse should be easily controlled, since the amount of crop supplied by the agriculture of the Republic of Belarus depends on it. The concept of the microclimate regime classically includes three indicators: air temperature, humidity and pressure. To control the above parameters, greenhouses are equipped with executive systems: a heating, ventilation and air humidification system. The designed device performs the functions of managing them.

Keywords. microclimate, greenhouse, microcontroller, agriculture.