



**ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИИ ИОТ В
АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ НА ПРИМЕРЕ МОДЕЛИ
АРДУИНО**

**THE USE OF DIGITAL IOT TECHNOLOGIES IN THE AGRO-INDUSTRIAL
COMPLEX ON THE EXAMPLE OF THE MODEL ARDUINO**

^{1,2}**Кокиева Галия Ергешевна**, доктор технических наук, декан Инженерного факультета ¹ФГБОУ ВО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова» (670024, Республика Бурятия, город Улан-Удэ, ул. Пушкина, д.8), тел. 8-924-8-66-537, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3447-1911> , kokievagalia@mail.ru

²Профессор кафедры «Информационные и цифровые технологии» ФГБОУ ВО Арктический агротехнологический университет (677007, Республика Саха (Якутия), г.Якутск, шоссе Сергеляхское, 3 км., дом.3,), тел. 8-924-8-66-537, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3447-1911> , kokievagalia@mail.ru

²**Парников Ю.А.**, студент Инженерного факультета ФГБОУ ВО Арктический агротехнологический университет (677007, Республика Саха (Якутия), г.Якутск, шоссе Сергеляхское, 3 км., дом.3,), тел. 8-924-8-66-537, ORCID: <http://orcid.org/> , ParnikovUA@mail.ru

^{1,2} **Kokieva Galiya Ergeshevna**, Doctor of Technical Sciences, Dean of the Faculty of Engineering of the 1st Buryat State Agricultural Academy named after V.R. Filippov

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

(670024, Republic of Buryatia, Ulan-Ude, Pushkin str., 8), tel. 8-924-8-66-537,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3447-1911> , kokievagalia@mail.ru

²Professor of the Department "Information and Digital Technologies" of the Arctic Agrotechnological University (677007, Republic of Sakha (Yakutia), Yakutsk, Sergelyakhskoye highway, 3 km., house 3,), tel. 8-924-8-66-537, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3447-1911> , kokievagalia@mail.ru

²**Parnikov U.A.**, student of the Engineering Faculty of the Arctic Agrotechnological University (677007, Republic of Sakha (Yakutia), Yakutsk, Sergelyakhskoye highway, 3 km., house 3,), tel. 8-924-8-66-537, ORCID: <http://orcid.org/> , ParnikovUA@mail.ru

Аннотация. В статье описано применение цифровых технологии Iot в агропромышленном комплексе на примере модели ардуино

Annotation. The article describes the application of digital Iot technology in the agro-industrial complex using the Arduino model as an example

Ключевые слова: цифровые технологии, агропромышленный комплекс, автоматизированная система

Keywords: digital technologies, agro-industrial complex, automated system

Введение

Потенциальные возможности применения IoT многочисленны и разнообразны. Они проникают практически во все сферы повседневной жизни людей, предприятий и общества в целом. Это такие сферы, как: Здравоохранение. IoT-платформы обеспечивают централизованный мониторинг и агрегацию данных медицинского оборудования и приложений. Транспорт. Процессы транспортировки, дистрибуции и логистики нуждаются в постоянном контроле и аналитике. IoT-платформа может в реальном времени информировать о меняющихся условиях, помогая при этом принимать быстрые и обоснованные решения. Интернет вещей делает возможным внедрение высоких технологий на предприятиях розничной и оптовой торговли, предлагая решения по

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

автоматизации производства. Сельское хозяйство. IoT-платформа позволяет автоматизировать множество аспектов деятельности сельхозпроизводства, повышая эффективность и финансовые показатели на производстве. Сферы применения интернет вещей не ограничиваются указанными, в каждой можно найти наиболее эффективный сценарий использования. Оценок объема рынка IoT-технологий, используемых в сельскохозяйственной отрасли, не существует. Однако, есть данные для некоторых компонентов, которые уже сейчас задействованы фермерами. Например, объем мирового рынка беспилотного для выполнения аграрных задач к 2022 году составит \$3,69 млрд, сообщают аналитики Research & Markets. Дроны показали свою эффективность в картографировании, посевных работах, дистанционном зондировании и опрыскивании. Таким образом, можно сделать вывод о возможностях развития данной отрасли и внедрения проектов с IoT-концепцией. Аналитиками выделяются четыре основные причины, которые склоняют сельскохозяйственные предприятия использовать технологии Интернета вещей. Оптимизация операционных расходов Интернет вещей позволяет перейти к точному земледелию. Технологии точного земледелия заключаются в выявлении неоднородностей отдельно взятого земельного участка. Для этого используются различные базы геоданных, которые подскажут, в какой части поля не хватает определенных минеральных веществ, где вредителей больше, а где – меньше и т.д. Фермер, используя эти знания, вносит определенное количество средств химзащиты растений и минеральных удобрений. В процессе наблюдения за земельным участком с помощью баз геоданных можно прогнозировать время созревания и объемы урожая. Экономия воды специальные сенсоры, которые установлены на земельном участке, в определенное время в течение суток проводят оценку анализа влажности почвы. Основываясь на этих данных, сенсоры регулируют полив. Это позволяет существенно сократить расход воды особенно в засушливых территориях. Кроме того, фермерам не нужно производить полив в ручном режиме: теперь они могут сосредоточиться на других. Перед созданием собственной автоматизированной системы для

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

управления теплицей необходимо ознакомиться с требованиями, которые могут к ней предъявляться, а также рассмотреть варианты аппаратной базы, на основе которой может быть создана такая система. При выборе месторасположения теплицы питания следует учесть следующие аспекты: роза ветров, климатический пояс. Сильные порывы ветра системы способны нанести вред теплице, особенно если используется ее облегченная конструкция. Да и температурный режим внутри теплицы может стать проблемой. Ветер способен оказать существенное влияние, «выдув» все тепло, скорости которого создавать не стоит. Для предупреждения этого можно позаботиться о защите – живая изгородь является хорошим решением проблемы.

Стоит заметить, что умная теплица при кажущейся сложности, имеет достаточно простую и понятную конструкцию. Справиться с ее обустройством вполне по силам каждому, кто имеет начальные навыки строительства и «дружит» с инструментом. Впрочем, для этой цели вполне можно привлечь команду мастеров-профессионалов, способных выполнить весь спектр требуемых работ с максимальным качеством и в кратчайшие сроки. После того, как мы решим, за какими показателями мы хотим следить, а также чем управлять, необходимо выбрать аппаратную базу для реализации нашей системы. Для этого рассмотрим основные способы и технологии, разберем их достоинства, недостатки.

Микроконтроллер – это специальная микросхема, предназначенная для управления различными электронными устройствами. Это уже не процессор, но ещё и не компьютер. В современной терминологии это система на чипе (SoC). Микроконтроллер содержит один или несколько процессорных ядер, а также память и программируемые периферийные устройства ввода/вывода. Программная память в виде сегнетоэлектрического ОЗУ, флэш-памяти NOR

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

или ОТПРОМ также часто включается в чип, а также небольшой объем оперативной памяти. Микроконтроллеры предназначены для встроенных систем, в отличие от микропроцессоров, используемых в персональных компьютерах или других приложениях общего назначения, состоящих из различных дискретных чипов. Микроконтроллеры используются в автоматизированных устройствах, таких как автомобильные системы управления двигателями, имплантируемые медицинские устройства, пульты дистанционного управления, офисные машины, электроприборы, электроинструменты, игрушки и другие встраиваемые системы. За счет уменьшения размера и стоимости по сравнению с конструкцией, которая использует отдельные устройства, как микропроцессор, память и устройства ввода/вывода, микроконтроллеры позволяют более экономно управлять еще большим количеством устройств и процессов.



Рисунок 1. Расположение значение теплицы

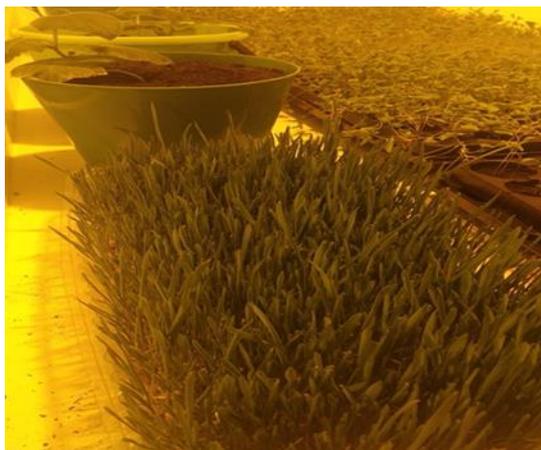


Рисунок 2. Автоматический парник – мини теплица

Таким образом, микроконтроллеры обеспечивают низкое энергопотребление, достаточную надежность системы, а также очень гибко-настраиваемую логику благодаря их программированию. На рисунке 3 представлен один из популярных микроконтроллеров. Хотя микроконтроллеры и обладают в большинстве случаев низкой стоимостью, но это достоинство можно перечеркнуть сложностью разработки и создания прототипа для непромышленных и частных проектов, а также отсутствием универсальности в некоторых случаях.

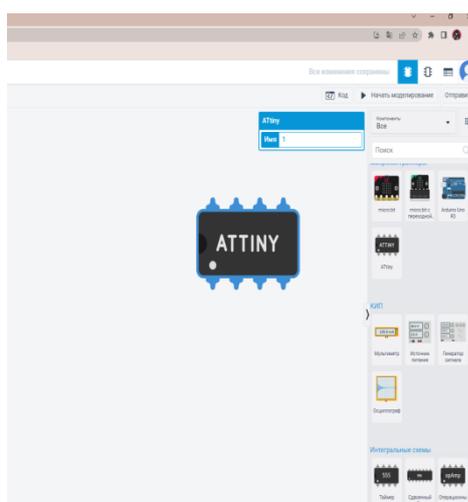


Рисунок 3. Микроконтроллер ATtiny2313 американской фирмы Attiny

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

Но появление таких решений, как, например, Arduino и одноплатные компьютеры, вывело домашнюю и непромышленную автоматизацию на новый уровень. Существенно снизилась стоимость данных систем, без ущерба надежности. Из-за массового внедрения в повседневную жизнь, так же снизилась и стоимость датчиков (сенсоров) для них. Arduino –это платформа с открытым исходным кодом, используемая для создания проектов электроники. Arduino состоит из физической программируемой монтажной платы (часто называемой микроконтроллером) и программного обеспечения, или IDE (Integrated Development Environment), которая работает на вашем компьютере, используется для записи и загрузки компьютерного кода на физическую плату. Платформа Arduino стала довольно популярной среди людей, только начинающих работать с электроникой, и не без основания. В отличие от большинства предыдущих программируемых печатных плат, Arduino не нуждается в отдельном аппаратном обеспечении (так называемом программаторе) для загрузки нового кода на плату –вы можете просто использовать USB-кабель. На рисунке 3. представлена одна из моделей Arduino.

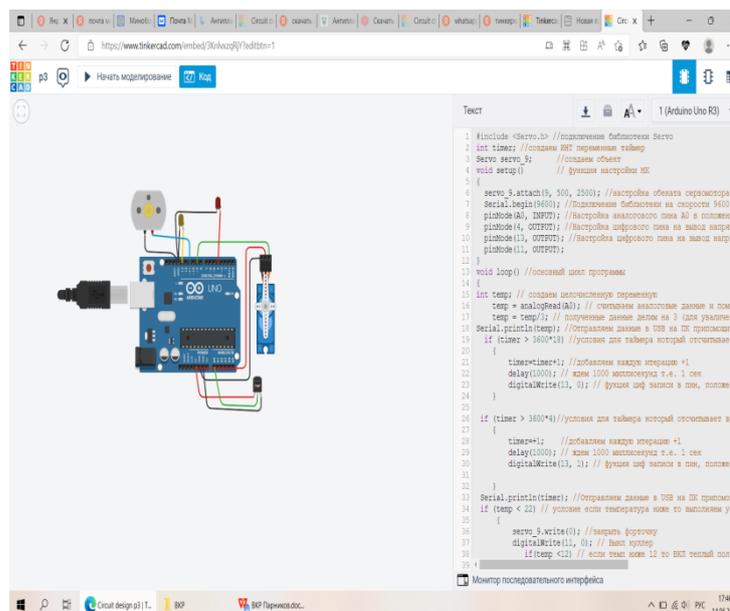


Рисунок 4. ArduinoUno

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

Кроме того, в среде IDE Arduino (рисунок 4) используется упрощенная версия C++, что упрощает обучение разработки под эту плату.

Рисунок 4 – Arduino Uno – одна из наиболее популярных плат в семействе Arduino. Кроме того, в среде IDE Arduino (рисунок 4) используется упрощенная версия C++, что упрощает обучение разработки под эту плату.

Рисунок – скриншот Arduino IDE. Аппаратное и программное обеспечение Arduino было разработано для художников, дизайнеров, любителей, хакеров, новичков и всех, кто заинтересован в создании интерактивных объектов или сред. Arduino может взаимодействовать с кнопками, светодиодами, моторами, громкоговорителями, устройствами GPS, камерами, Интернетом и даже вашим смартфоном или телевизором. Эта гибкость в сочетании с тем, что программное обеспечение Arduino бесплатное, аппаратные платы довольно дешевые, а программное и аппаратное обеспечение легко освоить, привело к большому сообществу пользователей, которые написали код и выпустили инструкции для огромного разнообразия проектов на базе Arduino. Для всего, что угодно: от роботов и греющего одеяла для обогрева до умных гаджетов, Arduino можно использовать как «мозг» практически любого проекта электроники. Существует множество разновидностей плат Arduino, которые могут использоваться для разных целей. Некоторые платы немного отличаются от приведенных ниже, но большинство имеют следующие компоненты (рисунок 5):

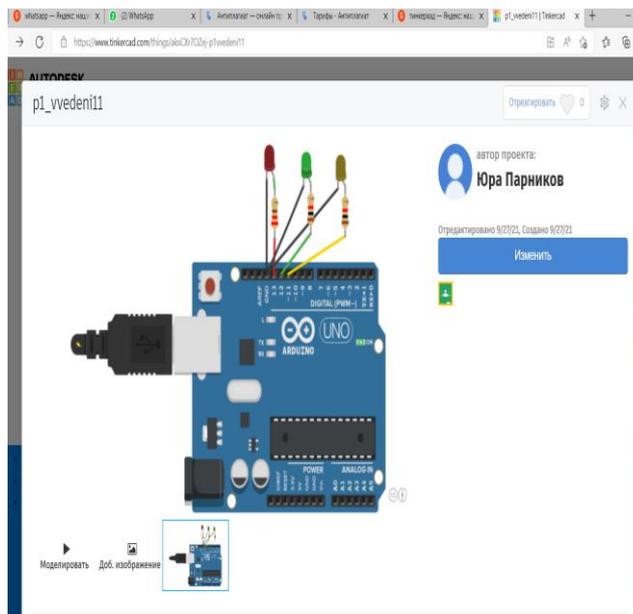


Рисунок 5. Компоненты платы Arduino

Каждой плате Arduino необходим способ подключения к источнику питания. Устройство Arduino UNO может питаться от USB-кабеля, идущего от вашего компьютера, или похожего источника питания. На рисунке выше USB-соединение обозначено (1), а barreljack обозначено (2). USB-соединение – это также способ загрузки кода на вашу плату Arduino. Рекомендуемое напряжение для большинства моделей Arduino составляет от 6 до 12 вольт. Можно выделить следующие достоинства использования Arduino:

- **Готовность к использованию:** готовая к использованию структура делает ее очень простой в использовании. Вам не нужно заботиться о программаторе, настройках предохранителей, программных средствах серийного монитора и т. д.
- **Примеры кода:** много стандартных библиотек, которые облегчают и ускоряют разработку. Также стоит отметить, что это open-source продукт.
- **Легкие функции:** в программном обеспечении Arduino есть много функций, которые делают кодирование настолько простым и быстрым, что это невозможно при использовании простого микроконтроллера.

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

- Большое сообщество: есть много форумов в Интернете, на которых люди говорят о Arduino. Инженеры, любители и профессионалы делают свои проекты через Arduino. Вы можете легко найти помощь во всем.

Кроме того, сам сайт Arduino объясняет все функции Arduino.

- Хорошая поддержка IoT-концепции. Также стоит выделить недостатки этой платформы:24
- Структура Arduino также является ее недостатком. Обычно во время создания проекта вы должны постараться сделать его размер как можно меньшим. Но с большими структурами Arduino мы должны придерживаться больших размеров печатных плат. Если вы работаете на небольшом микроконтроллере, таком как ATmega8, вы можете легко сделать свою PCB настолько маленькой, насколько это возможно.
- Стоимость. Самый важный фактор, который нельзя отрицать – это стоимость. Это проблема, с которой сталкивается каждый любитель, инженер или профессионал. Иногда для некоторых решений выгоднее организовать решение на микроконтроллере.

Исследование конструктивных особенностей установок для омагничивания воды

На рисунке 6 приведён чертеж расчетной конструктивной схемы устройства, содержащий тороидальный трансформатор с первичной обмоткой 1, намотанной на сердечник 2 из электротехнической стали. Концентрические электропроводящие цилиндры 3 и 4 образуют вторичную короткозамкнутую обмотку трансформатора. Цилиндр 3 электрически разделен на две части и соединен диэлектрической втулкой для герметизации пространства с жидкостью. Цилиндр 4 замыкает торцы цилиндра 3 и служит для создания вторичного контура и основного воздействующего магнитного потока на жидкость.

Трубки 5 охватывают магнитопровод 2 с обмоткой 1 и соединены с цилиндром 3 так, чтобы образовать замкнутый вторичный контур трансформатора. Патрубки 6 и 7 предназначены для подвода и отвода омагничиваемой жидкости.

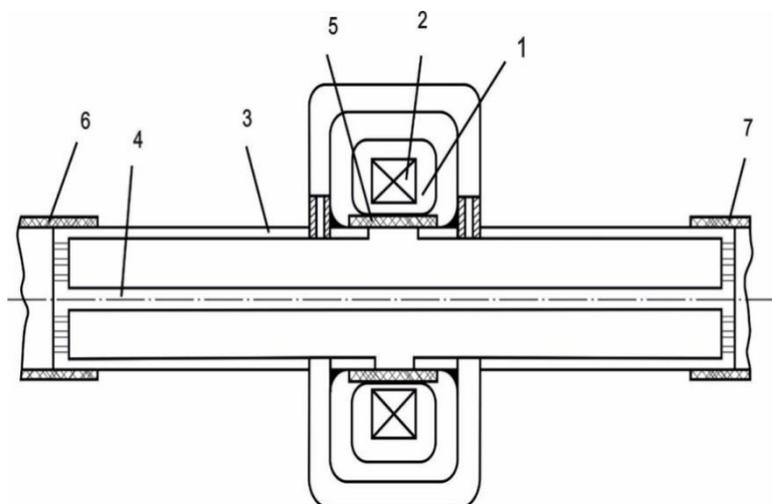


Рисунок 6. Конструктивная схема устройства омагничивания до модернизации

При работе устройство подключается к промышленной сети переменного тока. В магнитопроводе 2 появляется первичный переменный магнитный поток. Во вторичном контуре, образованном цилиндрами 3 и 4 наводится значительный индукционный ток. В пространстве между цилиндрами 3 и 4, заполненном жидкостью, создается мощное вторичное переменное магнитное поле. Напряженность этого поля направлено перпендикулярно движению жидкости, действие которого вызывает омагничивание воды. Максимальное значение магнитного поля в активной зоне определяется величиной тока (порядка нескольких килоампер) вторичной цепи и может достигать уровня 20 кА/м при современных материалах и требуемых скоростях потока жидкости.

Вторичное магнитное поле сосредоточено в пространстве между цилиндрами 3 и 4, заполненном жидкостью, и не нарушает состояние окружающего пространства. Это обстоятельство повышает электромагнитную совместимость устройства, снижает потери энергии и улучшает

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

энергетические характеристики. Для эффективного функционирования устройства необходимо создать:

- равномерный уровень электромагнитных нагрузок по цилиндрическим слоям активной зоны намагничивания;
- максимально приблизить к единице коэффициент преобразования электроэнергии. Многообразие форм камеры нагрева электронагревателя трансформаторного типа свидетельствует о главной особенности - все они представляют собой трубчатые тела с различной конфигурацией поперечного сечения тепловыделяющих и омагничивающих элементов, которые можно свести к двум основным: цилиндрической и прямоугольной.

Малая суммарная толщина стенок камеры электронагрева (меньше глубины проникновения), выполненного как из однородного, так и разнородных металлов, позволяет моделировать электромагнитные и тепловые процессы аналогично исследованию распространения энергии в полном цилиндре или плоской стенке. При падении электромагнитной волны на поверхности камеры нагрева, обращенную к индуктору, внутренняя стенка находится под воздействием максимального электромагнитного поля, а внешние цилиндрические стенки воспринимают электромагнитную волну, уровень которой определяется процессом затухания. Изменение характеристик поля вызывает различную реакцию среды и приводит в ряде случаев к существенному отличию электрофизических параметров вдоль координаты. Например, в камере нагрева, выполненной из ферромагнитного материала, величина магнитной проницаемости в стенках меняется от минимального значения до максимума в направлении действия волны, что влечет неравномерность распределения источников тепла в стенках и возможные перегревы обмоточных структур нагревателя.

Основная часть

Применение информационных технологий LoT в агропромышленном комплексе на примере модели умной теплицы

Важным этапом проектирования автоматизированной системы является макетирование. Для наглядности схем будем использовать программу Fritzing.

Программа позволяет в графическом режиме моделировать сборку разрабатываемой системы. Первым этапом сборки системы является подключение самой платы Arduino Nano к питанию. В качестве источника питания используется блок питания AC-DC 220 вольт – 12 вольт. Платформа Arduino Nano предполагает подключение к нестабилизированному источнику питания 5-20В, однако для стабильной работы необходимо подключение к стабилизированному источнику с напряжением 5В. В качестве понижающего стабилизатора используется преобразователь DC-DC LM2596. У данного преобразователя предусмотрена регулировка выходного напряжения. Регулировка напряжения осуществляется при помощи построечного резистора, установленного на модуле. Входное напряжение 3.2 - 40 В, выходное 1.25 - 35 В, которое всегда меньше входного. Максимальный выходной ток до 3А при условии достаточного охлаждения. Подключив к питанию Arduino Nano начнём подключение датчиков. На плате Arduino присутствует контакт для подключения питания на датчики, однако использование данного контакта приведёт к повышенной нагрузке на встроенный стабилизатор. По этой причине подключение датчиков и механизмов следует делать непосредственно к источнику питания Arduino. Рассмотрим подключение датчика температуры и влажности воздуха. На рисунке 7 представлена платформа Arduino численным Nano асоса и датчика учетом температуры

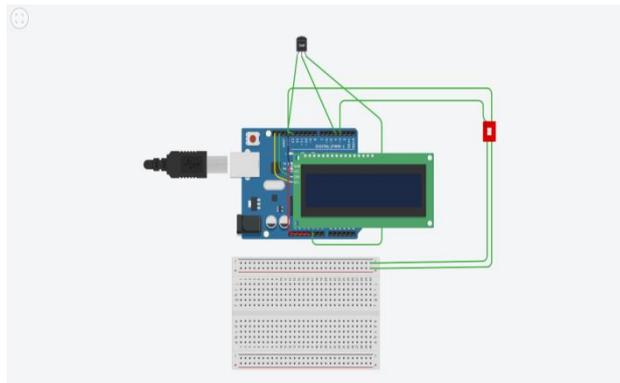


Рисунок 7. платформы Arduino Nano и датчика температуры

На рисунке 8 изображено графическое представление подключенной платформы Arduino Nano и датчика температуры и влажности воздуха. Следующим этапом макетирования системы будет установка дисплея. Так как дисплей управляется шиной I2C подключение управляющих контактов необходимо осуществлять в точно обозначенные контакты на плате Arduino. Датчик температуры и влажности, дисплей подключённые к плате Arduino Nano

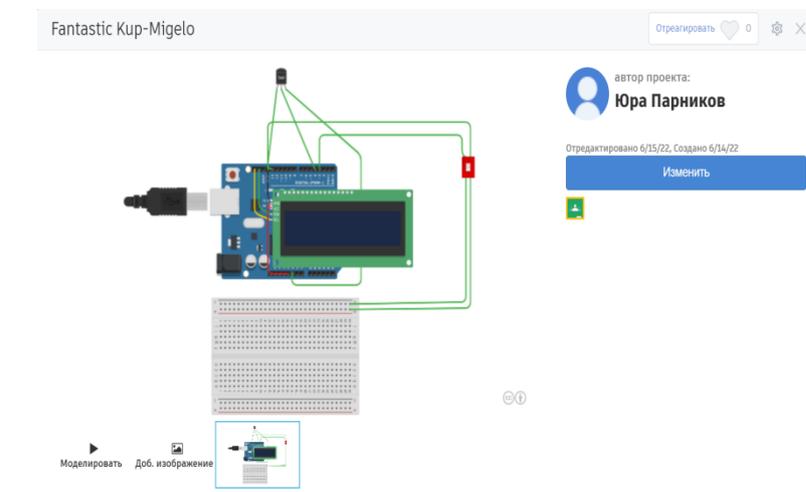


Рисунок 12. установка аналоговых

На рисунок 12 Следующим этапом макетирования является установка аналоговых датчиков. В качестве выводов, принимающих сигналы с аналоговых датчиков, были выбраны выводы А0-А3 включительно. Аналоговые датчики так, как и все, требует внешнего подключения питания 5 вольт. На схематичном изображении подключения аналоговых

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

датчиков, датчик MQ-2 заменён на MQ-3, в связи с отсутствием в базе элементов первого. Однако светотехника полностью идентичная, разница заключается только в чувствительных элементах. Подавать питание на датчики можно напрямую с платы Arduino, однако использование источника питания на прямую для подачи напряжения на датчики гарантирует стабильную работу системы и отсутствие вероятности выхода из строя основной платы микроконтроллера. На датчике влажности почвы присутствует потенциометр, регулирующий пороговое значение, сравниваемое компаратором LM393 со значением, полученным с датчика. В случае если значение, установленное потенциометром, окажется ниже полученного с датчика на плате датчика засветится светодиод. Схематичное изображение подключения аналоговых датчиков изображено на рисунке 13.

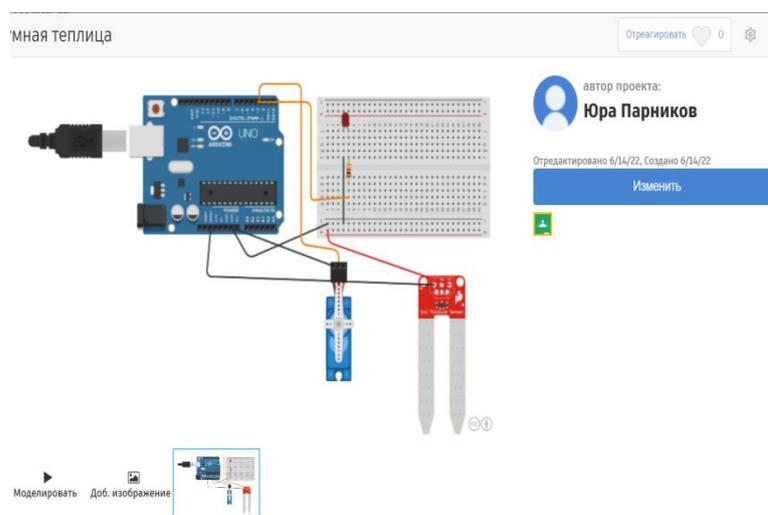


Рисунок 13. Аналоговые датчики

Для коммутации силовых цепей необходимо использовать реле. Реле бывают выполнены в качестве релейного модуля, содержащего в себе один или несколько реле, а также радиодеталей, осуществляющих гальваническую развязку между управляющими контактами и силовыми. Реле может управлять практически чем угодно, но проблемы возникают именно с индуктивной нагрузкой, причём как постоянного, так и переменного тока.

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

При резком включении и отключении индуктивной нагрузки создаётся выброс, напряжение которого может в несколько раз превышать напряжение питания цепи, этот выброс провоцирует электромагнитные наводки в электрических цепях, которые приводят к сбоям в работе микроконтроллера и других компонентов. Индуктивной нагрузкой являются моторы, приводы, помпы, соленоиды, электромагниты, соленоиды клапаны. По этой причине не рекомендуется использование обычных реле без обвязки. Для коммутации цепей переменного тока рекомендуется использование твердотельных реле, так как обычные реле работают по принципу замыкания контактов. При больших мощностях в момент замыкания происходит искрение, что приводит к подгоранию контактов, уменьшению площади соприкосновения контактных площадок. В результате происходит нагревание реле, что опасно возникновением пожара. Следует учесть, что твердотельные реле также нагреваются, однако данное явление проявляется на более высоких мощностях, и не связано с ухудшением характеристик реле. Рассмотрим схематичное подключение реле к плате. В качестве сигнальных выводов обозначены контакты D2-D5. На схеме изображено подключение релейного модуля с двумя реле, двух твердотельных реле средней мощности, для подключения вытяжного вентилятора и лампы. Схема подключения проиллюстрирована на рисунке 14.

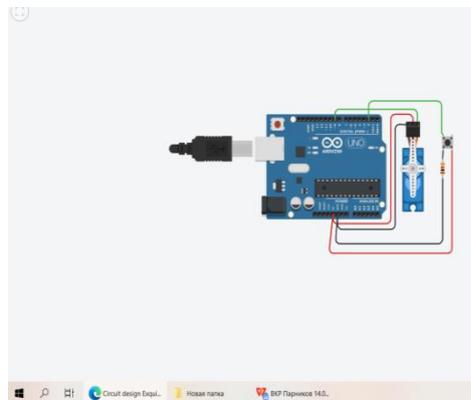


Рисунок 14. Подключения вентилятора и лампы

Тестирование системы будет осуществляться путем активации устройств, созданием условий для активации тех или иных приборов. При понижении

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

температуры датчик DHT11 должен передать соответствующие данные микроконтроллеру, который в свою очередь должен их обработать, основываясь на обработанных показаниях задействовать алгоритмы включения или выключения исполнительных механизмов. Датчик уровня воды должен обнаружить наполнение поддона горшка излишней водой, подать управляющий сигнал на реле, которое в свою очередь замкнёт цепь питания откачным насосом. Данная ситуация исключительно редка, так как объём жидкости в системе автоматического полива не может увеличиться без вмешательства человека. Датчик концентрации газа в воздухе должен определить наличие в воздухе взрывоопасных веществ. Данная мера предосторожности необходима, так как в данной системе используется лампа накаливания, разогревающаяся до большой температуры. Температуры колбы достигает 400 градусов Цельсия, однако температура горелки лампы (внутри колбы) достигает значения 1300-1400 градусов Цельсия. Для того что бы знать значения, выдаваемые датчиками в системе предусмотрен дисплей, отображающий все параметры в режиме реально времени, с частотой обновления 1 раз в 2 секунды. Так же дисплей служит для информирования о неполадках в системе, таких как повышенная температура, наличие газа в воздухе. В данной системе предусмотрены все возможные показания и условия, из-за которых могут возникнуть те или иные показания датчиков. Система полностью автоматизирована, может работать без вмешательства человека до тех пор, пока не будет потрачена вода в резервуаре системы автоматического полива или не будут устранены условия, потенциально опасные для растения, теплицы и самой системы. В ходе тестирования системы были выявлены некоторые недостатки, связанные со сложностью проектирования системы, осуществляющей автоматизированный уход за живым существом. Так же одной из проблем тестирования оказалась проблема моделирования, так как датчики не часто используемые и их модели отсутствуют во множестве САПР, а некоторые отсутствуют во всех. Одной из основных проблем была реализация таймера на включение\выключение освещения, однако был составлен алгоритм, обновляющий значение `Millis ()`; , что решило данную

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

сложность. Так же в процессе тестирования выявилась проблема с датчиком уровня воды, заключающаяся в окислении контактов, в связи с постоянным опросом датчика, соответственно подачей напряжения. Опытным путём установлено что датчик можно опрашивать раз в 2 часа что продлевает срок его службы в несколько десятков раз.

Использование дисплея в качестве источника обработанной информации, полученной с датчиков, является лучшим решением, в соотношении стоимость – результат. Наличие оставшихся свободных контактов, как аналоговых, так и дискретных, является неоспоримым плюсом данной системы, так как осталась возможность для индивидуальной доработки системы датчиками и исполнительными механизмами. Максимальная оптимизация кода, подбор дешёвых и распространённых датчиков повлияла на готовую систему положительно. Одним из положительных качеств в данной системы является простота сборки, заключающаяся в отсутствии необходимости точной установки и калибровки не большого количества датчиков. Алгоритмы программы используют простые алгоритмы, исключаящие ошибки и не загружающие процессор, использование гальванической развязки реле исключает возможность помех в работе системы. Тестирование было пройдено успешно и совпало с ожидаемыми результатами. Система может быть введена в эксплуатацию. Полностью собранная система изображена на рисунке 15.

Вывод

В работе рассмотрено применение IoT-концепции в сельском хозяйстве на примере автоматизации управления и мониторинга показаний датчиков на макете теплицы. В первую очередь был произведен обзор и выбор аппаратной базы для дальнейшей разработки системы автоматизации теплицы с возможностью мониторинга и управления через сеть Интернет.

Литература

1. Балабанов В.И., Димитров Д.М., Сабиров И.Х. Разработка агротехнологического роботизированного комплекса // Инновации в сельском хозяйстве. 2017. № 1 (22). С. 107–110.

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

2. 2.Гаврилова И.В. Концепция интеллектуальной системы управления роботизированными тепличными комплексами // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: Тезисы докладов 77-й международной научно-технической конференции. 2019. С. 429.
3. 3.Елшин, А. И. Электроподогрев грунта зимней теплицы с помощью электропроводящей шины / А. И. Елшин, С. В. Степанова // Инновационная деятельность в АПК: состояние, проблемы, перспективы : Сборник материалов научно-практической конференции «XIV Ларионовские чтения». Электронный ресурс, Якутск, 25 февраля 2020 года. – Якутск: Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова, 2020. – С. 121-127.
4. 4.Елшин, А. И. Моделирование электромагнитного поля в активной зоне индуктивно-кондуктивного омагничивателя воды / А. И. Елшин, С. В. Степанова, В. С. Трофимова // Инновационная деятельность в АПК: состояние, проблемы, перспективы: сборник материалов научно-практической конференции "XIV Ларионовские чтения", Якутск, 25 февраля 2020 года. – Якутск: Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова, 2020. – С. 128-134.
5. ИТ в агропромышленном комплексе России. TAdviser: Государство. Бизнес. ИТ. 14.06.2019г.
6. Иванов А., Моисеев В. Сельское хозяйство по-умному. IoT приложение к журналу CONTROL ENGINEERING РОССИЯ / 06.04.2017.
7. Kokieva, G. E. Greenhouse microclimate control / G. E. Kokieva, V. S. Trofimova, I. R. Fedorov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Rostov-on-Don, 20–22 октября 2020 года. – Rostov-on-Don, 2020. – P. 012136.
8. 8.Кириллина, М. Ф. Исследование системы управления микроклиматом теплицы / М. Ф. Кириллина, Б. Е. Кокиев, Д. М. Ноев // Ларионовские чтения-2021: Сборник научно-исследовательских работ по итогам научно-

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

практической конференции, якутск, 25 февраля 2021 года. – Якутск: издательский дом СВФУ, 2021. – с. 134-138.

9. Трофимова, В. С. Комбинированная гелиоэлектрическая система отопления с электромагнитным подогревателем / В. С. Трофимова, Г. Е
10. Чернышова Е. Оцифрованная ферма. Как современные технологии повышают рентабельность животноводческого предприятия. // Агротехника и технологии, январь-февраль 2020.

References

1. Balabanov V.I., Dimitrov D.M., Sabirov I.H. Development of agrotechnological robotic complex // Innovations in agriculture. 2017. No. 1 (22). pp. 107-110.
2. Gavrilova I.V. The concept of an intelligent control system for robotic greenhouse complexes // Actual problems of modern science, technology and education: Abstracts of the 77th International Scientific and Technical Conference. 2019. p. 429.
3. Elshin, A. I. Electric heating of the soil of a winter greenhouse using an electrically conductive tire / A. I. Elshin, S. V. Stepanova // Innovative activity in the agro-industrial complex: state, problems, prospects : Collection of materials of the scientific and practical conference "XIV Larionov readings". Electronic resource, Yakutsk, February 25, 2020. – Yakutsk: North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov, 2020. – pp. 121-127.
4. Elshin, A. I. Modeling of the electromagnetic field in the core of an inductively conductive water magnetizer / A. I. Elshin, S. V. Stepanova, V. S. Trofimova // Innovative activity in the agro-industrial complex: state, problems, prospects: collection of materials of the scientific and practical conference "XIV Larionov readings", Yakutsk, February 25, 2020. – Yakutsk: North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov, 2020. – pp. 128-134.
5. IT in the agro-industrial complex of Russia. TAdviser: State. Business. IT. 14.06.2019
6. Ivanov A., Moiseev V. Agriculture in a smart way. IIoT appendix to the journal CONTROL ENGINEERING RUSSIA / 06.04.2017.

7. Kokieva, G. E. Greenhouse microclimate control / G. E. Kokieva, V. S. Trofimova, I. R. Fedorov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Rostov-on-Don, October 20-22, 2020. – Rostov-on-Don, 2020. – P. 012136.
8. Kirillina, M. F. Investigation of the greenhouse microclimate management system / M. F. Kirillina, B. E. Kokiev, D. M. Noev // Larionovsky readings-2021: Collection of research papers on the results of the scientific and practical conference, Yakutsk, February 25, 2021. – Yakutsk: NEFU Publishing House, 2021. – pp. 134-138.
9. Trofimova, V. S. Combined solar-electric heating system with an electromagnetic heater / V. S. Trofimova, G. E.
10. Chernyshova E. Digitized farm. How modern technologies increase the profitability of a livestock enterprise. // Agrotechnics and Technologies, January-February 2020.

© Кокиева Г.Е., Парников Ю.А. 2023 Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral" №3/2023

Для цитирования: Кокиева Г.Е. Парников Ю.А. Применение цифровых технологии ИОТ в агропромышленном комплексе на примере модели Ардуино//Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral" №3/2023