

УЧЕБНЫЙ ПРОЕКТ ПО СОЗДАНИЮ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛИЧНЫМ КОМПЛЕКСОМ

Брагинский М.Я., Тараканов Д.В.

Сургутский государственный университет, г. Сургут, Российская Федерация

Аннотация. В статье приведено описание разработки проекта автоматизированной системы управления тепличным комплексом, включающей контроллер с датчиками, а также облачный сервер с универсальным web-интерфейсом для отображения показаний с датчиков. Все разработки в рамках исследования осуществлялись на основе современных, свободно-распространяемых технологий интернета вещей. Использование данных технологий позволило реализовать рабочую версию прототипа контроллера для мониторинга параметров тепличного комплекса с наименьшими затратами ресурсов.

Ключевые слова. Автоматизация, гидропоника, облачные технологии, интернет вещей, Arduino, система управления.

EDUCATIONAL PROJECT TO CREATE AN AUTOMATED CONTROL SYSTEM OF THE GREENHOUSE COMPLEX

Braginskii M.Y., Tarakanov D.V.

Surgut State University, Surgut, Russian Federation

Abstract. The article presents the process of design of educational project to create an automated control system of the greenhouse complex, which includes a controller with sensors, as well as a cloud server with a universal web-interface for displaying data from sensors. All developments within the framework of the research were carried out on the basis of modern, free-distributed technologies of the Internet of things. The use of these technologies made it possible to implement a working version of a prototype controller for monitoring parameters of the greenhouse complex, with the least expenditure of resources.

Keywords. Automation, hydroponics, cloud technology, Internet of things, Arduino, control system.

В настоящее время существует большая потребность в формировании компетенций у студентов технических направлений в сфере практического применения знаний в области командного проектирования систем автоматики [1, 2]. Для этого в Сургутском государственном университете в Политехническом институте студенты направлений «Управление в технических системах» и «Программная инженерия» участвуют в групповой разработке инновационных проектов на кафедре автоматики и компьютерных систем.

Одним из таких проектов для студентов являлось задание по созданию действующего макета автоматизированной системы управления тепличным комплексом (АСУТК), которая включала в себя интегрированную систему сбора данных о состоянии выращиваемых культур, систему управлением режимами освещения, питания, микроклиматом [3]. Для решения поставленной задачи был сформирован коллектив исполнителей - разработчиков проекта из учащихся магистратуры и старших курсов бакалавриата общей численностью восемь человек. Для общего руководства проектом и консультирования студентов были привлечены два сотрудника кафедры автоматики и компьютерных систем. Полный состав коллектива разработчиков АСУТК приведен в таблице 1.

Традиционно модули автоматизации подачи питательного раствора в гидропонную систему решают задачи управления уровнем pH и автоматической подачи жидкости в ванны с растениями. Модули автоматизации с функцией поддержания параметров среды выращивания отвечают за регулирование микроклимата в помещении, где располагается гидропонная установка. Они представляют собой автономные устройства с контроллером и необходимыми датчиками для контроля соответствующих параметров микроклимата. Изменения параметров микроклимата осуществляется с помощью электроприборов таких как: обогреватель, вентилятор вытяжной вентиляции, увлажнитель воздуха [4].

В начале проектирования был проведен анализ существующих решений по созданию автоматизированных систем управления гидропонными установками таких производителей, как Overgrower, E-mode, Iron Ox и др. [5-7]

Таблица 1 - Состав коллектива разработчиков АСУТК

№ поз.	Проектная роль	Содержание работы	Исполнитель
1	Куратор проекта	Общий контроль и обеспечение проекта ресурсами	Доцент кафедры
2	Руководитель проекта, консультант	Управление проектом, консультирование	Старший преподаватель
3	Проектировщик	Создание архитектуры системы	Магистрант, 2 курс
4	Конструктор, монтажник	Проектирование и сборка гидропонной установки	Бакалавр, 4 курс
5	Электромонтажник	Монтаж и подключение датчиков и исполнительных устройств	Бакалавр, 3 курс
6	Программист баз данных	Создание базы данных, тестирование	Бакалавр, 4 курс
7	Программист	Написание кода для Arduino, тестирование	Бакалавр, 4 курс
8	Web-дизайнер	Создание Web-интерфейса	Бакалавр, 3 курс
9	Разработчик человеко-машинного интерфейса	Создание интерфейса панели мониторинга	Магистрант, 1 курс
10	Разработчик ресурсов IoT	Создание и администрирование виртуального выделенного сервера	Магистрант, 2 курс

В результате проведенного анализа существующих на рынке решений по автоматизации вертикальной гидропонной фермы, было решено разработать собственную АСУТК. Также предполагалось к традиционным функциям этих систем (управление процессом работы гидропонной установки, поддержание микроклимата и уровня освещения) добавить функцию управления источниками света с различной длиной волны.

Разрабатываемая система должна адаптироваться к условиям помещения и ко всему оборудованию, установленному в помещении, а также должна сама определять и устанавливать параметры микроклимата, состава питательного раствора и т.д. в зависимости от текущих потребностей растения.

Система должна иметь модульную структуру, с единым центром локального управления, а также возможностью удаленного контроля и управления через облачную среду администрирования.

Архитектура АСУТК (рисунок 1) представлена тремя основными частями: контроллером, облачным сервером и удаленным клиентом.

Контроллер АСУТК непосредственно управляет основными параметрами тепличного комплекса, такими как температура, влажность, освещение и т.п. Получение информации о текущем значении параметров осуществляется с помощью датчиков: температуры, влажности, освещенности и т.д. Изменение параметров осуществляется путем вычисления управляющих воздействий для соответствующих систем: освещения, полива, увлажнения воздуха. Управляющие воздействия вычисляются контроллером на основе текущих значений параметров и необходимых установочных значений, полученных с сервера. В качестве контроллера была выбрана отладочная плата Arduino Mega на базе ATmega 2560, она имеет все необходимые интерфейсы для подключения датчиков и исполнительных устройств [8].

Для передачи данных с контроллера на удаленный клиент был выбран протокол MQTT (message queuing telemetry transport). Он представляет собой облегченный сетевой протокол, работающий поверх TCP/IP, ориентированный для обмена сообщениями между устройствами по принципу издатель-подписчик, данный протокол широко применяется в технологиях интернета вещей [9].

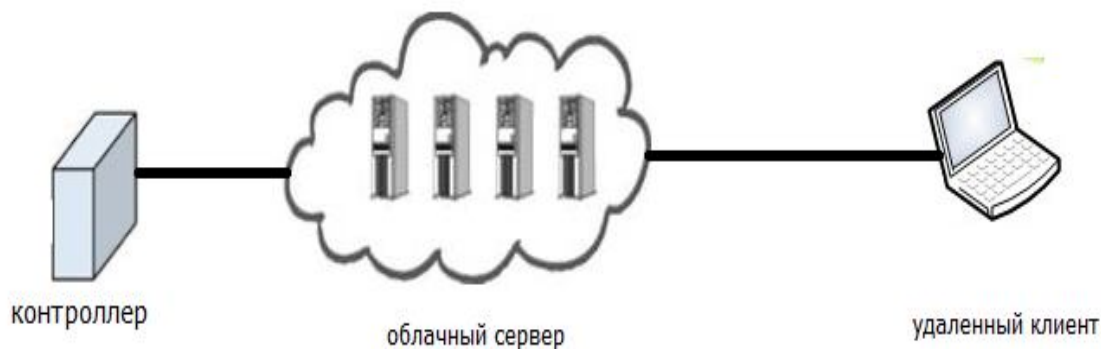


Рисунок 1 - Структурная схема архитектуры АСУТК

Дополнительный контроль за процессом выращивания растений осуществляется при помощи установленных на тепличном комплексе камер видеонаблюдения, изображение с которых в реальном времени обрабатывается и сохраняется на облачном сервере, а затем передается удаленному клиенту.

Облачный сервер служит хранилищем для истории наблюдения за параметрами фермы, а также каналом связи между удаленным клиентом и контроллером. Этот сервер состоит из:

- web – сервера;
- сервера базы данных;
- сетевого хранилища.

WEB - сервер обеспечивает работу web-приложения, выполняющего роль удаленного клиента, а также отправляет на контроллер управляющие воздействия и получает основные параметры тепличного комплекса из контроллера.

Удаленный клиент представляет собой web-приложение, с помощью которого осуществляется первоначальная настройка фермы, а также наблюдение и управление процессом выращивания растений.

Все части этой системы связаны с помощью глобальной сети Интернет.

Возможная схема взаимодействия компонентов системы с указанием протоколов представлена на рисунке 2.

Основываясь на полученных выводах в ходе испытаний первой версии модуля мониторинга параметров для вертикальной гидропонной фермы, было решено использовать полноценную платформу для интернета вещей.

Проведя анализ рынка услуг по аренде виртуальных выделенных серверов, было выяснено, что одно из лучших предложений предоставляет компания Reg.ru, дающая возможность арендовать выделенный сервер на базе виртуализации KVM, которая позволяет организовать быстрое создание сервера и предоставляет возможность почасовой оплаты за хостинг по мере использования.

Для проекта АСУТК был выбран VPS (Virtual Private Server, виртуальный выделенный сервер), предоставляемый современной технологией хостинга, которая гарантирует мощность выделенного сервера, гибкость и простоту управления. В рамках тарифа VPS предоставляется виртуальный выделенный сервер, расположенный на отдельной физической машине, где имеется доступ в систему на уровне root, то есть возможность установки любых программ и изменения настроек сервера. При этом каждый тарифный план предоставляет гарантированный минимум системных ресурсов (количество выделяемой оперативной памяти и мощности процессора).

По нашим оценкам, для работы разрабатываемой системы было достаточно 1 Гб оперативной памяти и 20 Гб памяти жесткого диска.

Для установки системы Thinger.io на выделенный сервер необходимо было осуществить к нему удаленное подключение [10]. Платформа Thinger.io использует для хранения информации систему управления базами данных (СУБД) MongoDB, документно-ориентированную СУБД с открытым исходным кодом, не требующая описания схемы таблиц.

Установка платформы Thinger.io осуществлялась через пакетный менеджер Snappy (систему развёртки и управления пакетами, разработанная Canonical для мобильной Ubuntu), который позволяет создавать дистрибутивно-независимые программные продукты.

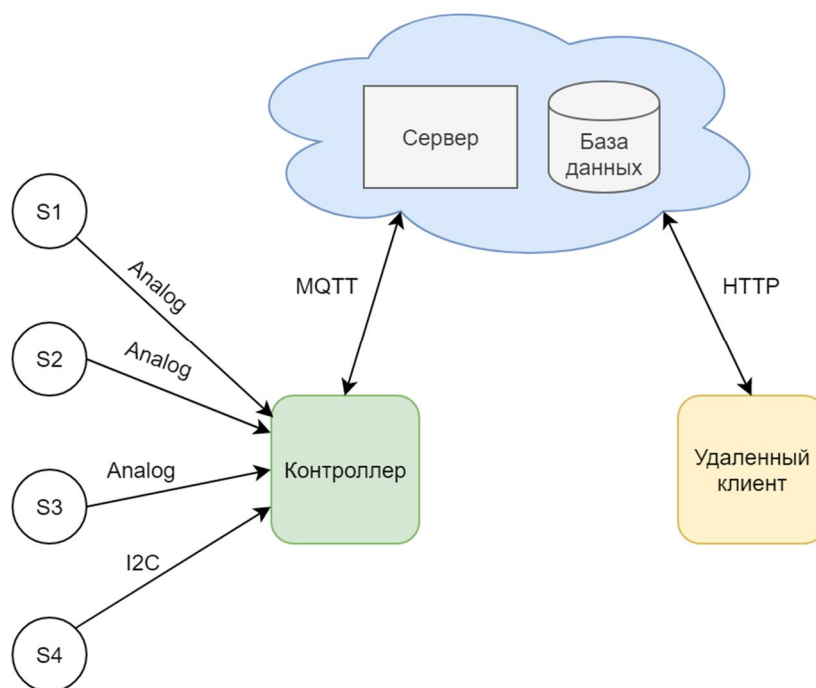


Рисунок 2 - Структурная схема взаимодействия компонентов системы, где S1..S3 – датчики с аналоговыми выходами, S4 - датчик с цифровым выходом; I2C - последовательная асимметричная шина для связи между интегральными схемами внутри электронных приборов

В этой платформе были использованы следующие компоненты (сущности) для работы с данными:

- устройства (devices) – конкретные устройства, непосредственно получающие информацию с датчиков и передающие данные в систему, представляют собой контроллеры, подключенные к сети интернет;
- наборы данных (data buckets) – записи значений в базе данных, полученных от устройств;
- панели мониторинга (dashboards) – информационные табло, отражающие состояния показаний с датчиков.

Основной целью настройки платформы было создание панели мониторинга, но для реализации данной цели необходимо было сначала создать объект устройства и набор данных, чтобы иметь возможность их мониторинга. В данном случае данные в системе будут передаваться в соответствии с последовательностью: устройства – наборы данных – панели мониторинга.

Таким образом, в ходе данной работы была разработана система сбора параметров вертикальной гидропонной фермы, включающая в себя контроллер с датчиками, а также установлен облачный сервер с универсальным web-интерфейсом для отображения показаний с датчиков.

Все разработки в рамках исследования осуществлялись на основе свободно-распространяемых технологий интернета вещей, которые в последнее время набирают всё большую популярность. Использование данных технологий позволило реализовать рабочую версию прототипа проектируемой системы с наименьшими затратами ресурсов. В перспективе развития данной разработки планируется внедрить методы идентификации состояния растений по их цифровому изображению [11, 12].

Список использованных источников

1. Work in the automation age: sustainable careers today and into the future [Electronic resource] : Association for Advancing Automation, Ann Arbor, April 2017. – URL: <https://www.a3automate.org/docs/Work-in-the-Automation-Age-White-Paper.pdf>.
2. Skills for a Digital World. Policy Brief on The Future of Work [Electronic resource] // OECD. – 2016. – URL: <http://www.oecd.org/els/emp/Skills-for-a-Digital-World.pdf>.
3. Брагинский М. Я., Д В Тараканов Командное проектирование автоматизированной системы управления тепличным комплексом // Вестник кибернетики. 2019. № 2 (34). С. 33-40.
4. Компьютерное управление микроклиматом в теплицах. П. Кэмп, Г. Тиммерман. – Центр инноваций и практического обучения в Эдде, 1997. – 178 с.

5. W. Gong, X. Zhang, Y. Wang, W. Tang, Y. Chen and D. Li, "Review of Intelligent Control Methods for Greenhouse Cluster Systems," 2019 International Conference on Internet of Things (iThings) and IEEE Green Computing and Communications (GreenCom) and IEEE Cyber, Physical and Social Computing (CPSCom) and IEEE Smart Data (SmartData), Atlanta, GA, USA, 2019, pp. 235-239. DOI: <https://doi.org/10.1109/iThings/GreenCom/CPSCom/SmartData.2019.00059>
6. L. Lin, S. Tian, J. Yang and Y. Pan, "The Design and Application of Intelligent Agricultural Greenhouse in Big Data Era," 2019 Chinese Automation Congress (CAC), Hangzhou, China, 2019, pp. 1398-1402. DOI: 10.1109/CAC48633.2019.8996209
7. Faouzi D, Bibi-Triki N, Draoui B and Abène A 2016 Greenhouse Environmental Control Using Optimized, Modeled and Simulated Fuzzy Logic Controller Technique in MATLAB SIMULINK Computer Technology and Application 7 273-286
8. Соммер У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freduino: Пер. с нем. — 2-е изд., перераб. и доп. — СПб.: БХВ-Петербург, 2016. - 256 с.
9. Mutambara, A. Decentralized Estimation and Control for Multisensor Systems. New York: Routledge, 2019. <https://doi.org/10.1201/9781315140803>
10. Luis Bustamante A., Patricio M. A., Molina J. M. Thinger. io: An Open Source Platform for Deploying Data Fusion Applications in IoT Environments //Sensors. – 2019. – Т. 19. – №. 5. – С. 1044.
11. Braginskii M. Y., Tarakanov D. V. Identification of plants condition using digital images //Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2019. – Т. 1353. – №. 1. – С. 012108. DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1353/1/012108>
12. Oo Y. M. 2018 Plant Leaf Disease Detection and Classification using Image Processing Int. J. of Res. and Eng. 5 516-523