

УДК 004.42:004.388:654.94

РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ЗДАНИЯ

Буткина А.А., Гущина О.А., Сидорин А.С., Шамаев А.В.

ФГБОУ ВО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева»,
Саранск, e-mail: butkinaaa@gmail.com

Данная статья посвящена разработке элементов автоматизированной системы контроля состояния инженерных сетей интеллектуального здания. В статье приведены определение и классификация инженерных сетей, описание концепции «Интеллектуальное здание». Выявлены и сформулированы основные функциональные требования к разрабатываемой системе, которые были использованы при разработке ее концептуальной модели, представленной в виде диаграммы вариантов использования. Приведена разработанная авторами структурная схема электронного устройства, являющегося ключевым элементом данной системы. Для реализации данной структурной схемы в виде физического макета выполнен подбор комплектующих указанного электронного устройства, на базе которых разработаны его принципиальная схема, физический макет и программное обеспечение. Приведено описание оборудования, используемого для тестирования данного физического макета и встроенного в него программного обеспечения. Работоспособность физического макета разработанного устройства подтверждена путем успешной отправки электронных писем-уведомлений пользователям системы о срабатывании соответствующих датчиков, происходящем при превышении допустимых значений контролируемых параметров, отражающих состояние инженерных сетей интеллектуального здания, или об их переходе в состояние, соответствующее штатному режиму работы. Описаны перспективы дальнейшего развития и расширения функциональных возможностей разрабатываемой системы.

Ключевые слова: инженерные сети, интеллектуальное здание, микроконтроллер, программное обеспечение, Arduino, NodeMCU, электронное устройство

DEVELOPMENT OF ELEMENTS OF AUTOMATED CONTROL SYSTEM OF GENERAL UTILITIES OF THE INTELLIGENT BUILDING

Butkina A.A., Guschina O.A., Sidorin A.S., Shamaev A.V.

National Research Mordovia State University, Saransk, e-mail: butkinaaa@gmail.com

This article is devoted to the development of elements of automated control system of general utilities of the intelligent building. The article presents the definition and classification of general utilities, description of «Intelligent Building» concept. The main functional requirements for the developed system are identified and formulated. These requirements are used to develop a conceptual model, which is presented as use case diagram. The developed by authors structural diagram of the electronic device is shown, which is a key element of this system. Selection of components of the electronic device is configured to implement the structural diagram as physical model. The circuit diagram, the physical model and the built-in software is developed on base of the selected components. The description of equipment used to testing of the physical model and the built-in software is presented. This testing is implemented successfully by sending of e-mail notifications to users of the system about changing of the corresponding sensors state. The prospects of further development and expansion of the functionality of the developed system are described.

Keywords: general utilities, Intelligent Building, microcontroller, software, Arduino, NodeMCU, electronic device

Инженерные сети и оборудование – это совокупность элементов современного здания, которые делают работу и жизнь в нем наиболее комфортной. Без таких компонентов невозможно назвать сооружение полноценным и пригодным для эксплуатации. Они обеспечивают снабжение зданий водой, электрической и тепловой энергией, водоотведение, вентиляцию и кондиционирование, наружное освещение, газоснабжение, сигнализацию и связь.

Система, которая объединяет все инженерные системы здания в единую систему жизнеобеспечения, реализует концепцию «Интеллектуальное здание». Согласно данной концепции, одна из систем может влиять на поведение других по заранее выработанным алгоритмам. При этом управление функциями инженерных систем здания осу-

ществляется через единый ситуационный центр, а работоспособность инфраструктуры интеллектуального здания напрямую влияет на условия жизни его обитателей.

Весь комплекс коммуникаций и сооружений интеллектуального здания можно поделить на два типа [1]:

– внешние инженерные сети, которые расположены на улицах, магистралях, трассах. Это линии, передающие электричество; трансформаторные подстанции; теплосети, обеспечивающие подачу тепловой энергии; гидротехнические комплексы; очистные, газораспределительные, насосные станции; наружное освещение дорог, трасс и т.д.;

– внутренние инженерные системы, которые находятся внутри здания. Это домовые электросети; коммуникации для подачи отопления и воды их конечному потребите-

лю; вентиляция; телефонные и кабельные системы и т.д.

Ключевыми критериями системы «Интеллектуальное здание» являются: обеспечение удобного интерфейса управления зданием, грамотное распределение ресурсов, снижение эксплуатационных затрат и, как следствие, создание оптимальной среды для жизни или бизнеса предприятия.

Проект интеллектуального здания должен быть выполнен таким образом, чтобы интеграция всех его систем управления была выполнена с минимальными затратами и обеспечивались максимальная простота и удобство его обслуживания. Такой проект должен обеспечивать возможность увеличения и видоизменения конфигурации установленных в здании систем, таких как комплексы технических средств охраны, офисные службы, системы жизнеобеспечения, противопожарные системы, локальные вычислительные сети.

Концепция «Интеллектуальное здание» может быть реализована и в более простом варианте – как совокупность датчиков, объединенных в единую систему, реализующую функции мониторинга и диспетчеризации. Особенностью данного варианта реализации концепции является возможность контролировать состояние инженерных сетей интеллектуального здания и задавать их параметры, однако не позволяет диспетчеру непосредственно управлять оборудованием.

Цель исследования: разработка автоматизированной системы контроля (АСК) состояния инженерных сетей интеллектуального здания в рамках упрощенной формы реализации данной концепции.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- выполнить обоснование и выбор инструментальной системы разработки проекта АСК инженерными сетями;
- разработать архитектуру АСК;
- разработать структурную и принципиальную схемы АСК;
- разработать программное обеспечение АСК;
- выполнить тестирование разработанной АСК.

Материалы и методы исследования

Ранее авторами было проведено исследование, одним из результатов которого является выбор в качестве инструментальной системы разработки проекта среды Arduino IDE и языка программирования Wiring [2].

Прежде чем приступить к разработке автоматизированной системы контроля, необходимо сформулировать предъявляемые к ней функциональные требования, а также разработать ее концептуальную модель, которая описывает участников, основные сценарии и варианты (прецеденты) работы системы. Необходимость использования концептуальной модели обуслов-

лена тем фактом, что все функциональные требования должны быть подробно зафиксированы в описаниях вариантов использования. В рамках проведенного исследования было выявлено 11 функциональных требований к АСК, которые использовались при описании взаимоотношения участников и прецедентов, представленных на диаграмме вариантов использования:

1. Для взаимодействия компонентов системы должно использоваться единое пространство данных.

2. Система предназначена для работы в непрерывном (круглосуточном) режиме.

3. Система должна иметь встроенные подсистемы диагностирования.

4. Система должна обеспечивать возможность хранения и обработки информации для каждого компонента системы в объеме не менее 1000 записей.

5. Система должна обеспечивать взаимодействие пользователей с системой посредством визуального графического интерфейса.

6. Система должна обеспечивать возможность выполнения ввода-вывода данных, приема управляющих команд и отображения результатов их исполнения в интерактивном режиме в реальном масштабе времени.

7. Система должна иметь возможность обслуживания и выполнения ремонтно-профилактических работ, а также работ по администрированию системы и технической поддержке пользователей.

8. Система должна обеспечивать возможность выполнения процедуры аутентификации и идентификации субъекта доступа (пользователя) при входе в нее с использованием соответствующей пары – идентификатор/пароль. При этом пользователь должна быть предоставлена возможность самостоятельной смены пароля неограниченное число раз.

9. Все действия пользователей в системе должны фиксироваться в журнале, доступ к содержанию которого должен быть предоставлен только администратору системы.

10. Программное обеспечение системы должно автоматически восстанавливать свое функционирование после аварии при корректном перезапуске аппаратных средств.

11. Система должна обеспечивать возможность организации автоматического или ручного резервного копирования данных.

Разрабатываемая система предназначена для работы только двух актеров – пользователя и администратора, основные функции которых отражены на диаграмме вариантов использования (рис. 1).

На следующем этапе исследования была разработана структурная схема электронного устройства, являющегося ключевым элементом автоматизированной системы контроля состояния инженерных сетей интеллектуального здания (рис. 2). Данная схема включает следующие блоки:

– сервер, на котором хранятся сведения о состоянии инженерных сетей;

– Wi-Fi модуль, обеспечивающий беспроводную связь с сервером;

– микроконтроллер, который обеспечивает управление датчиками посредством получения сигнала от сервера через Wi-Fi модуль и отправку показаний датчиков на сервер;

– датчики, выполняющие по запросу сервера измерения значений контролируемых параметров, отражающих состояние инженерных сетей;

– внешние воздействия, под которыми подразумеваются изменения параметров, контролируемых

датчиками и отражающих состояние инженерных сетей (утечка газа, жидкости, превышение допустимой температуры и/или влажности и т.д.).

Для реализации построенной структурной схемы электронного устройства в виде физического макета необходимы следующие комплектующие:

- отладочная плата NodeMCU со встроенным Wi-Fi модулем [3];
- инфракрасный датчик движения HC-SR505 [4];
- датчик контроля газа MQ-2, используемый для обнаружения утечек газа и задымления [5];
- датчик влажности и температуры DHT-11 [6].

Принципиальная схема макета данного электронного устройства, построенного на базе перечисленных выше компонентов, изображена на рис. 3.

Результаты исследования и их обсуждение

Физический макет в собранном виде выглядит следующим образом (рис. 4).

Финальным этапом исследования является тестирование работоспособности собранного физического макета. Начнем тестирование с проверки работы датчика контроля газа. Для моделирования ситуации утечки газа в помещении поднесем к нему источник газа, в роли которого используем газовую зажигалку. Когда считываемое датчиком значение превышало допустимое значение, установленное в программе микроконтроллера, он срабатывал, что свидетельствовало о превышении допустимой концентрации газа в помещении. Работоспособность датчика движения была продемонстрирована путем выполнения перемещений объекта в непосредственной близости от него, а датчика влажности и температуры – в результате воздействия парогенератора.



Рис. 1. Диаграмма вариантов использования

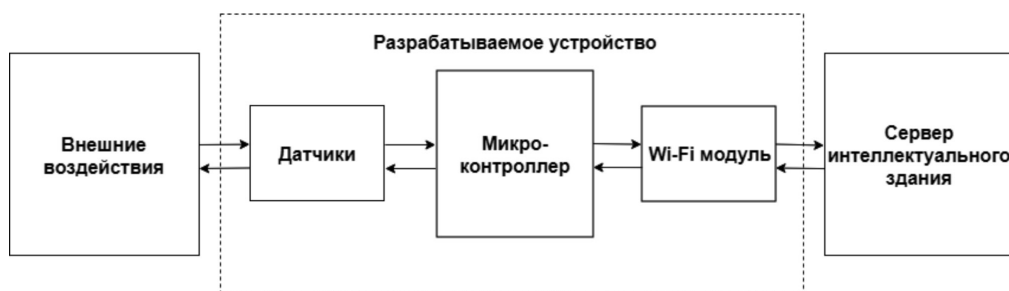


Рис. 2. Структурная схема разрабатываемого устройства

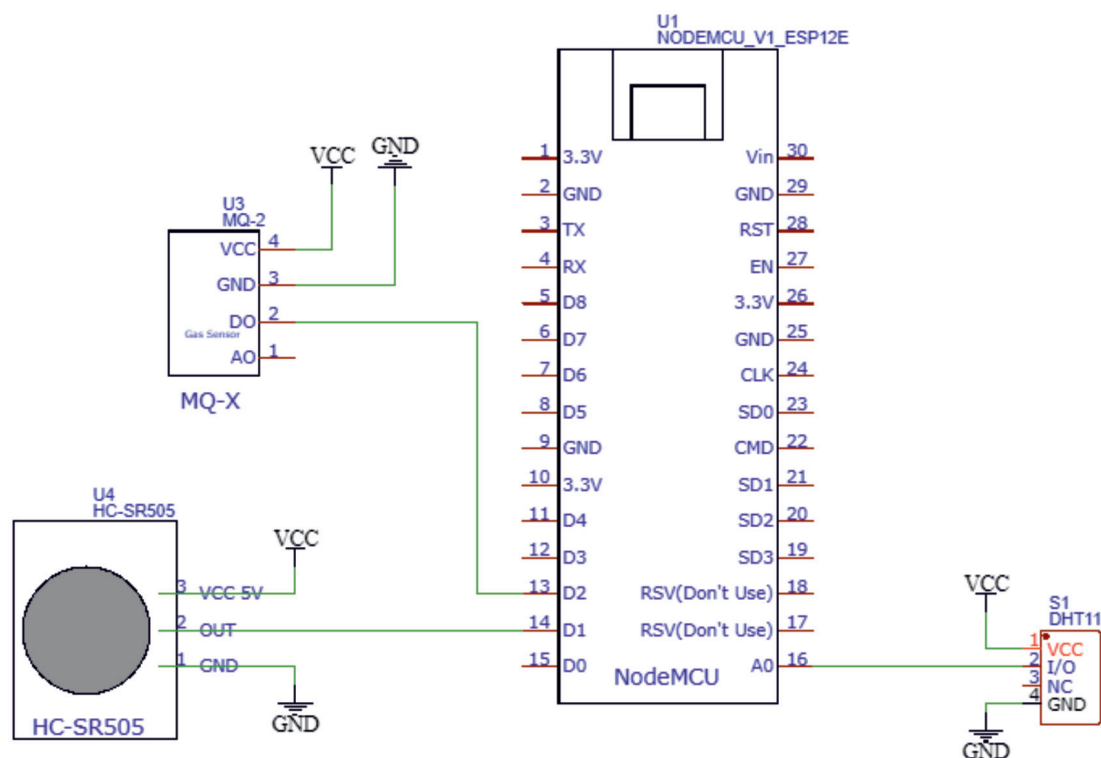


Рис. 3. Принципиальная схема физического макета разрабатываемого устройства

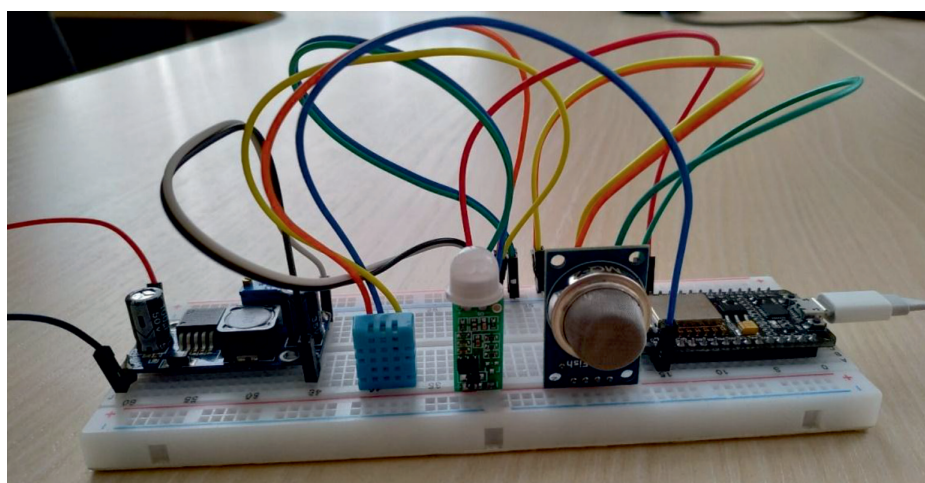


Рис. 4. Физический макет электронного устройства

В качестве способа получения уведомлений о сработавшем датчике или его переходе в состояние, соответствующее штатному режиму работы, использовалась отправка электронных писем (рис. 5). Данный способ является в настоящее время одним из самых удобных, так как подавляющее большинство пользователей всегда имеет при себе телефон с выходом в интернет, тем самым получая возможность связаться с практически любым электронным

устройством, имеющим возможность дистанционного управления.

Таким образом, разработанный физический макет электронного устройства и встроенное в него программное обеспечение позволяют организовать отставку всем пользователям системы электронных писем-уведомлений о срабатывании соответствующего датчика или его переходе в состояние, которое соответствует штатному режиму работы.

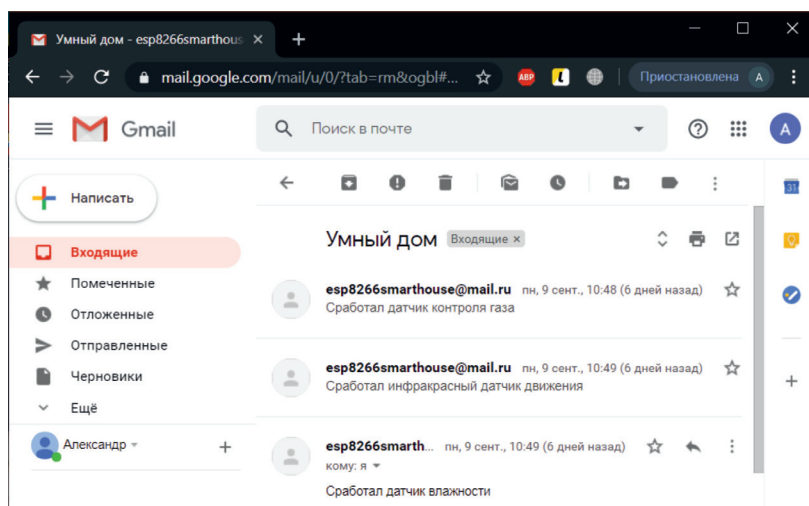


Рис. 5. Получение уведомлений о срабатывании датчиков по электронной почте

Заключение

В результате исследования был разработан физический макет и встроенное программное обеспечение электронного устройства, имитирующего работу ключевого элемента автоматизированной системы контроля состояния инженерных сетей интеллектуального здания. Работоспособность данного устройства была подтверждена путем успешной отправки электронных писем-уведомлений пользователям системы о срабатывании соответствующих датчиков, происходящем при превышении допустимых значений контролируемых параметров, отражающих состояние инженерных сетей интеллектуального здания.

Проведенное исследование является одним из начальных этапов комплекса работ, посвященных разработке автоматизированной системы управления инженерными сетями. Одним из его последующих этапов является создание клиент-серверного приложения, предоставляющего доступ к просмотру и контролю значений всех контролируемых параметров, отражающих состояние инженерных сетей интеллектуального здания в реальном режиме времени. Также предполагается дальнейшее расширение спектра контролируемых параметров

и функционала системы путем ее дооснащения дополнительными контролирующими (видеокамера, датчик огня и т.п.) и исполнительными устройствами (сервоприводы, реле и т.д.).

Список литературы

1. Мусажионов М.А.У., Умарова Д.З. Инженерные коммуникации зданий // Вопросы науки и образования. 2018. № 8 (20). С. 30–31.
2. Буткина А.А., Сидорин А.С., Шамаев А.В. Реализация методологии Internet of Energy при взаимодействии системы «Умный дом» с интеллектуальной энергетической системой // Современные наукоемкие технологии. 2018. № 8. С. 38–43.
3. Начало работы с ESP8266 NodeMCU v3 Lua с Wi-Fi. ArduinoMaster Российское Ардуино-сообщество. Разработка технической документации. [Электронный ресурс]. URL: <https://arduinomaster.ru/platy-arduino/esp8266-nodemcu-v3-lua> (дата обращения: 27.08.2019).
4. «HC-SR505» мини ИК датчик движения (встраиваемый). Умный дом. Его устройство и системы. [Электронный ресурс]. URL: <https://umnyjdomik.ru/hc-sr505-mini-ik-datchik-dvizheniya-vstraivaemyj.html> (дата обращения: 27.08.2019).
5. Определение концентрации углеводородных газов с помощью датчика MQ-2. Arduino это очень просто. [Электронный ресурс]. URL: <https://arduino-kit.ru/blogs/blog/45-opredelenie-kontsentratsii-uglevodorodnyh-gazov-s-pomoschyu-datchika-mq-2> (дата обращения: 27.08.2019).
6. DHT11 Датчик влажности и температуры. «Catcatcat electronics». [Электронный ресурс]. URL: http://catcatcat.d-lan.dp.ua/wp-content/uploads/2013/08/DHT11_Catcatcat_electronics.pdf (дата обращения: 27.08.2019).