

УДК 681.5

УСТРОЙСТВО ДИСТАНЦИОННОГО КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ ДОМАШНЕЙ АВТОМАТИЗАЦИИ

¹Салкин Д.А., ²Душутин С.С.¹ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет
им. Н.П. Огарёва», Саранск, e-mail: salkin_da@mail.ru;²Компания «АВЕРТ», Саранск, e-mail: newavert@gmail.com

В настоящей статье предлагается устройство дистанционного контроля и управления (контроллер), разработанное для системы домашней автоматизации. Описаны функциональные возможности и приведены технические характеристики разработанного устройства. При создании устройства был применен сервис-ориентированный подход. Особенность данной разработки заключается в том, что в устройство были заложены изначально наиболее востребованные у потребителя опции домашней автоматизации. Также предусмотрена возможность масштабирования системы домашней автоматизации в процессе ее эксплуатации, с использованием одного контроллера. По сравнению с имеющимися на российском рынке аналогами предлагаемое устройство обладает следующим конкурентным преимуществом: установка, настройка и эксплуатация самого контроллера и всей системы домашней автоматизации в целом производится потребителем, не обладающим какими-либо профессиональными навыками. Дистанционное управление устройством реализовано с помощью встроенного GSM/GPRS-модуля. При этом реализовано три взаимозаменяемых вида управления: с помощью web-интерфейса, SMS-сообщениями, звонком через голосовое меню. Мониторинг и управление системой домашней автоматизации через сеть Интернет реализовано с помощью web-платформы «Тепломонитор», в которой встроены необходимые для этих задач web-сервисы. Взаимодействие контроллера с сервером реализовано по протоколу MQTT.

Ключевые слова: контроллер, система домашней автоматизации, «умный дом», датчики, опции домашней автоматизации, дистанционное управление

DEVICE FOR REMOTE CONTROL AND CONTROL FOR HOME AUTOMATION SYSTEMS

¹Salkin D.A., ²Dushutin S.S.¹Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «National Research Ogarev
Mordovia State University», Saransk, e-mail: salkin_da@mail.ru;²Company «AVERT», Saransk, e-mail: newavert@gmail.com

This article proposes a remote control and control device (controller) designed for the home automation system. Functional capabilities are described and technical characteristics of the developed device are given. When creating the device, a service-oriented approach was applied. The peculiarity of this development lies in the fact that the device originally built the most popular home automation options for the consumer. It is also possible to scale the home automation system during its operation using a single controller. In comparison with the analogues available in the Russian market, the proposed device has the following competitive advantage: installation, adjustment and operation of the controller itself and the entire home automation system as a whole is performed by a consumer who does not possess any professional skills. The remote control of the device is realized with the help of the built-in GSM / GPRS module. At the same time, three interchangeable types of management are implemented: via the web-interface, SMS-messages, a call through the voice menu. Monitoring and management of the home automation system via the Internet is realized using the web-platform «Teplomonitor», in which web services necessary for these tasks are built. The controller is interfaced with the server using the MQTT protocol.

Keywords: controller, home automation system, smart home, sensors, home automation options, remote control

С развитием информационного общества повышается интерес населения к внедрению систем информатизации в бытовой сфере. Становится более востребованной и активно внедряется концепция «интернет вещей» [1–2]. Однако российский рынок домашней автоматизации имеет ряд отличий от рынка западных стран. В странах Европы и Северной Америки востребованы «зеленые функции» «умного дома», а у российского потребителя наибольшей популярностью пользуются опции безопасности. Это видно по наличию и объему предоставляемых на рынке услуг. Например, предприятия, специализирующиеся на инсталляции охранных

систем, предлагают физическим лицам, государственным и коммерческим организациям системы охранно-пожарной сигнализации, которые могут оснащаться различными датчиками (утечки воды, газа, тепла и другими). Функции домашней автоматизации, связанные с удобством и комфортом, имеют низкий спрос из-за невысокой платежеспособности населения РФ. В сфере ЖКХ постепенно внедряются опции «умного дома», направленные на повышение энергоэффективности. Однако на уровне частного потребителя потребность в подобных опциях весьма низкая, так как затраты на внедрение и обслуживание систем довольно велики. Комплексные

интеллектуальные системы «умного дома» в России зачастую оказываются дорогими не только для индивидуальных потребителей, но даже для большинства коммерческих компаний. Поэтому актуальным направлением на российском рынке домашней автоматизации остается предложение потребителю отдельных опций «умного дома», связанных, прежде всего, с безопасностью жилья.

В настоящее время на рынке представлен большой спектр устройств контроля и управления (контроллеров), предназначенных для автоматизации технических объектов [3–4]. Однако при всех своих неоспоримых преимуществах для установки и настройки этих контроллеров на объекте часто требуется привлечение специалистов. При организации автоматизированной системы технологических процессов на промышленных объектах это является обычной практикой. Но в области домашней автоматизации существует спрос на устройства контроля и управления, которые можно купить в любом магазине по невысокой цене, установить и настроить самостоятельно, не обладая профессиональными навыками [5].

Цель работы: разработать устройство дистанционного контроля и управления (контроллер), применимое в системах домашней автоматизации, функционал которого позволял бы потребителю самостоятельно подключать и настраивать различные опции.

Материалы и методы исследования

В условиях большого предложения и невысокой платежеспособности на рынке устройств домашней автоматизации конкурентным преимуществом является гибкий подход к клиенту. Потребителя прежде всего интересует цена, надежность и простота настройки. Поэтому для достижения поставленной цели в настоящей работе был применен сервис-ориентированный подход. Он заключался в том, что разрабатываемый контроллер должен иметь возможность добавлять, уменьшать и изменять отдельные опции в автоматизированной системе по запросу потребителя. Клиент на этапе покупки системы, заказав базовый набор опций, впоследствии должен иметь возможность их расширить. При этом предлагаемая система должна быть обязательно масштабируема с минимальными затратами. То есть, с учетом того, что индивидуальный потребитель в России не готов платить большие суммы за организацию системы автоматизации в своем жилье, необходимо ему предлагать доступные простые, но технологичные решения по автоматизации.

Для создания конкурентного устройства в данной работе предлагается заложить в него определенный набор опций домашней автоматизации. При этом количество их должно быть ограничено, поскольку если снабжать всеми возможными опциями, то это потребует высокопроизводительного дорогого устройства. Поэтому необходимо определить наиболее востребованные опции домашней автоматизации. Исследования, проведенные нами ранее в работе [5],

показали, что наиболее востребованными опциями на российском рынке являются следующие:

- система контроля и управления отопительной системой (для жилых объектов с индивидуальным отоплением);
- система предотвращения утечки природного газа;
- система предотвращения протечки воды;
- система контроля уровня задымленности;
- система оповещения о несанкционированном проникновении в жилое помещение (через окно, дверь и т.д.);
- система контроля и управления электрически-ми розетками.

Работа по взаимодействию компании «АВЕРТ» с клиентами также показала, что наиболее востребованной опцией системы домашней автоматизации является дистанционный контроль и управление газовой или электрической системой отопления в частных жилых домах [6]. Это связано с тем, что система отопления требует постоянного контроля со стороны собственника жилья. Надежность работы газовых и электрических котлов зависит от таких факторов, как бесперебойность электропитания, давление в системе, погодные условия. Например, при пропадании электропитания может отключиться отопительный котел. Также котел может выйти из строя по причине низкого давления в системе или промерзнуть во время сильных морозов в отсутствие собственника. Ремонт системы отопления – всегда дорогостоящее мероприятие. Поэтому, несмотря на невысокую платежеспособность населения и, в связи с этим, низкий спрос на системы «умного дома» в нашей стране, опция домашней автоматизации, связанная с контролем и управлением системой газового отопления, пользуется популярностью и спрос на нее постоянно растет.

Таким образом, при разработке устройства в качестве основной нами была заложена именно эта опция, а в качестве дополнительных – другие вышеперечисленные опции.

На основании анализа существующих систем автоматизации, изучения предметной области к разрабатываемому устройству контроля и управления были сформулированы следующие основные требования:

- контроллер должен иметь возможность подключать все вышеперечисленные опции домашней автоматизации;
- должна быть предусмотрена возможность дистанционного контроля и управления системы на базе данного контроллера;
- должна быть предусмотрена возможность работы контроллера в автономном режиме;
- контроллер должен иметь возможность запуска и бесперебойной работы при отрицательных температурах;
- установка и настройка контроллера не должна требовать профессиональных навыков;
- система на базе данных контроллеров должна быть масштабируема;
- контроллер должен иметь невысокую стоимость.

Результаты исследования и их обсуждение

В результате проведенной работы в настоящее время была разработана модель контроллера «Оптима-3» (рис. 1). Характеристики контроллера приведены в таблице.

Характеристики контроллера «Оптима-3»

Характеристика	
Напряжение питания	8–40В постоянного тока
Потребляемая мощность	не более 1 Вт (текущая около 0,2 Вт)
Резервное питание	АКБ Li-ion 14500, 900мА·ч, с защитой от разряда
Время питания в автономном режиме	без нагрузки до 24 ч
Центральный процессор	8-разрядный RISC-процессор 16 МГц
Интерфейсы связи	GSM модем
Встроенная энергонезависимая память	Есть
Количество встроенных реле (тип – сухой контакт)	6
Максимально коммутируемый ток контактов реле	1А
Количество тревожных/аварийных входов	5
Количество температурных входов для датчиков типа DS18B20	10
Суммарная длина шлейфа с датчиками температур	50 м
Дискретность измерения температуры	0,1 °С
Интерфейс 1-Wire для датчиков температур	Есть
Питание активных датчиков напряжением + 12В	Есть
Максимальная нагрузка на выход + 12В аварийных датчиков	130 мА
Удаленный сброс сработавших тревожных датчиков	Есть
Диапазоны GSM-модема	800, 900, 1800, 1900 MHz
Канал передачи данных	GPRS
GSM антенна	Выносная, длина провода 3 м
Максимальное кол-во телефонных номеров для оповещения	3
Голосовое управление по звонку, управление по SMS	Есть
WEB-интерфейс для управления через интернет	Есть
Поддерживаемые операторы сотовой связи	Все операторы
Температура эксплуатации	от -40 до + 55 °С
Средний срок службы	8 лет
Гарантийный срок	24 месяца со дня продажи
Материал корпуса	Пластик
Степень защиты корпуса	IP20
Масса, не более:	500 г
Габаритные размеры устройства	160x90x60 мм
Габаритные размеры упаковки	200x100x70 мм

Контроллер «Оптима-3» снабжен аккумулятором Li-ion 14500 (900 мА·ч, с защитой от разряда), что позволяет, во-первых, работать ему в автономном режиме, до 24 часов сохраняя функциональность, и, во-вторых, оповещать собственника жилья об отсутствии напряжения сети 220 В. Кроме того, от этого встроенного аккумулятора контроллер обеспечивает питание активных датчиков (движения, дыма, объема, протечки и т.д.) напряжением + 12 В, и при пропадании напряжения 220 В датчики и каналы управления продолжают работать.

Важной особенностью разработанного контроллера является возможность запуска и устойчивой работы в условиях отрицательных температур (до –40 °С) за счет системы встроенного обогрева платы и ак-

кумулятора. Таким образом, можно организовать охрану и контроль температуры в неотапливаемом помещении.

Контроллер имеет следующие функциональные возможности:

- позволяет подключить 10 датчиков температуры,
- имеет 6 каналов управления,
- имеет канал управления котлом напряжением 0–10 В,
- имеет возможность контролировать 5 тревожных зон.

В «Оптима-3» два канала управляются по температуре или в режиме «включено – выключено». Дополнительные четыре канала управляются в режиме «включено – выключено», настраиваются в зависимости от срабатывания тревожных датчиков или включаются

по расписанию. Например, можно организовать систему автополива, настроив канал следующим образом: включать насос для полива в определенный день недели и определенное время. Если подключен датчик влажности, включать канал при недостаточной влажности почвы на задаваемое время.

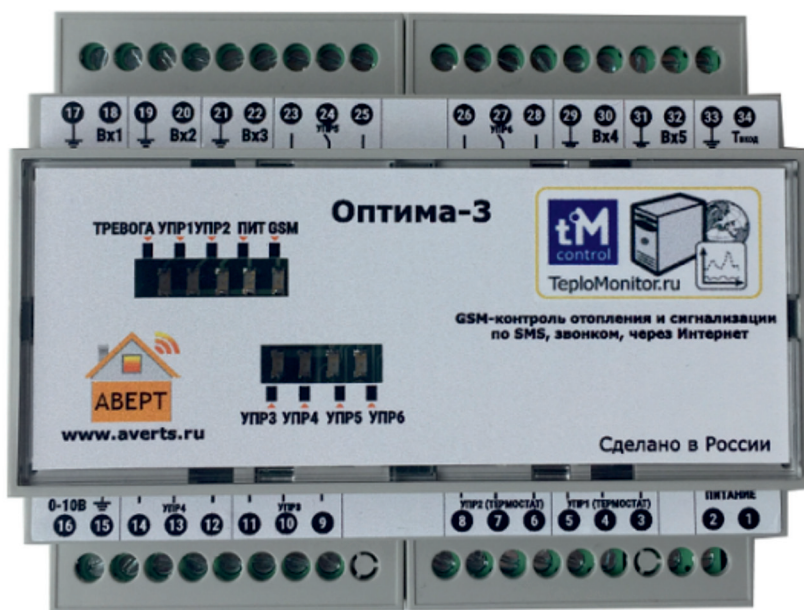
Разработанное устройство позволяет осуществлять дистанционный контроль и управление температурой помещения. Для осуществления этой функции контроллер подключается к газовому котлу вместо комнатного термостата (рис. 2). При этом устройство совместимо с газовыми котлами многих производителей. На практике в настоящее время контроллеры «Оптима» могут работать с котлами следующих фирм: Viessmann, Dakon, Navien, Beretta, Bosh, Buderus, Эван, Nibe, Protherm, Thermona, Electrolux, РусНИТ, Vaillant, Baxi, Ariston.

Контроллер «Оптима-3» поддерживает оптимальные температурные параметры во время управления котлом, вследствие чего

происходит значительная экономия газа и электроэнергии. Предусмотрена возможность настройки недельного расписания, а также включения режима «эконом» в отсутствие владельца. На некоторых объектах удалось достичь 50% экономии по потреблению природного газа и 30% – по потреблению электроэнергии.

Контроль температуры отопляемого помещения производится по 5 подключаемым по технологии 1-wire датчикам температуры DS18B20 (рис. 3).

Контроллеры «Оптима-3» можно использовать для механической регулировки системы отопления, разместив датчики температуры в комнате или на обратном контуре. Датчики температуры также контролируют и исправность отопительной системы. Оповещение собственника жилья о неисправности системы происходит в случае выхода температуры по каждому подключенному датчику за верхний или нижний пороги.



- 1, 2 – питание 8–40 В;
- 3, 4, 5 – управляющий выход УПР1 (ТЕРМОСТАТ) (1 нормально-замкнутый и 2 нормально-разомкнутых контакта);
- 6, 7, 8 – управляющий выход УПР2 (ТЕРМОСТАТ) (1 нормально-замкнутый и 2 нормально-разомкнутых контакта);
- 9, 10, 11 – управляющий выход УПР3 (1 нормально-замкнутый и 2 нормально-разомкнутых контакта);
- 12, 13, 14 – управляющий выход УПР4 (1 нормально-замкнутый и 2 нормально-разомкнутых контакта);
- 15, 16 – выход 0–10 В для «умного» управления горелкой котла;
- 17, 18 – дискретный вход Вх1;
- 19, 20 – дискретный вход Вх2;
- 21, 22 – дискретный вход Вх3;
- 23, 24, 25 – управляющий выход УПР5 (1 нормально-замкнутый и 2 нормально-разомкнутых контакта);
- 26, 27, 28 – управляющий выход УПР6 (1 нормально-замкнутый и 2 нормально-разомкнутых контакта);
- 29, 30 – дискретный вход Вх4;
- 31, 32 – дискретный вход Вх5;
- 33, 34 – дискретный вход Твход.

Рис. 1. Внешний вид и распиновка контроллера «Оптима-3»

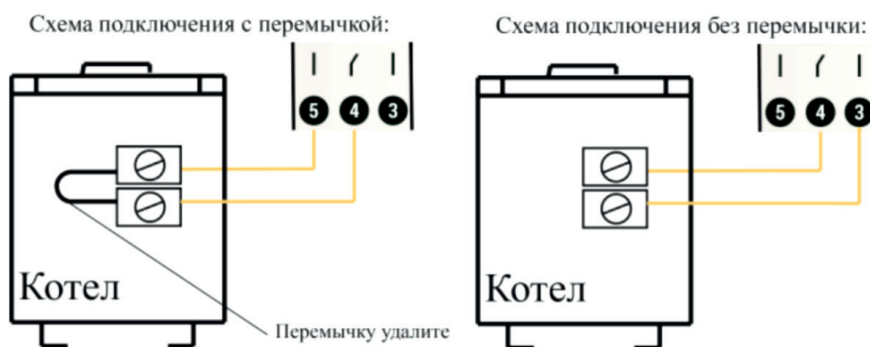


Рис. 2. Принципиальная схема подключения котла отопления к контроллеру

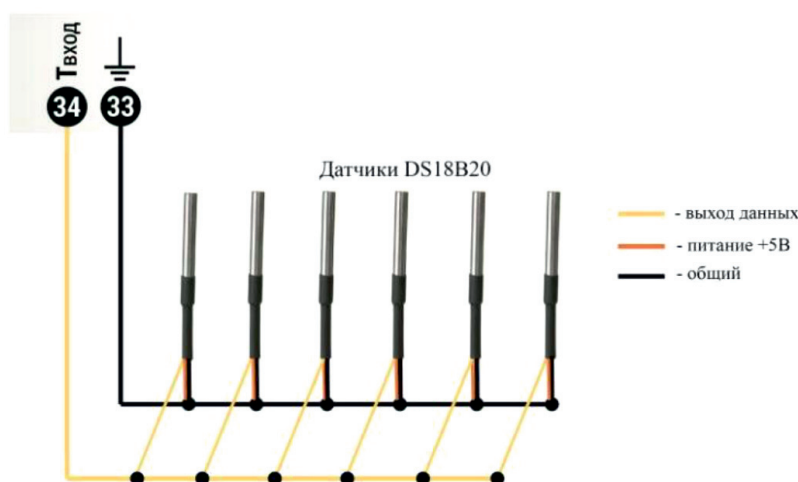


Рис. 3. Схема подключения датчиков температуры к контроллеру «Оптима-3»

Если необходимо осуществлять только контроль отопительной системы (без функции управления), то подключать контроллер к газовому котлу нет необходимости, достаточно разместить температурные датчики в ключевых точках помещения.

Современные газовые котлы имеют встроенную микропроцессорную систему управления и контроля, которая определяет неисправность и выводит на дисплей код ошибки. В случае появления ошибки подключенный к газовому котлу контроллер «Оптима-3» с помощью тревожного датчика оповестит собственника.

Возможности разработки «Оптима-3» позволяют кроме управления отопительной системы помещения на базе одного устройства реализовать другие опции домашней автоматизации. С помощью контроллера «Оптима-3» предлагается подключить систему контроля и сигнализации о состоянии других технических объектов жилья:

- контроль протечки воды;

- контроль проникновения в помещение;
- контроль задымленности;
- контроль утечки природного газа.

Вместе с контроллером в этом случае должны комплектоваться следующие совместимые датчики.

В качестве датчика низкого давления предлагается использовать реле давления РМ/5 фирмы ITALTECNICA. Оно представляет собой устройство, управляющее включением – выключением насоса при достижении в водопроводной сети определенного, заранее установленного давления. Когда давление падает ниже установленного уровня, «Оптима-3» передает тревожный сигнал пользователю, а реле включает насос. После достижения требуемого давления насос выключается.

Для контроля протечки воды в комплекте с устройством «Оптима-3» может поставляться датчик «Н₂О-Контакт», который предназначен для обнаружения воды или другой токопроводящей неагрессивной

жидкости в контролируемом объеме и используется для работы в адресных системах сигнализации, а также с контроллерами автоматизированных систем управления с «сухим контактом».

Для обнаружения несанкционированного проникновения в помещение и формирования извещения о тревоге в комплекте с «Оптима-3» могут поставляться датчики движения Астра-5 Б (ИО 309-11) и Астра-512 (ИО 409-42), а также датчик разбития стекла Астра-С (ИО 329-5). Датчики движения срабатывают в случае размыкания выходных контактов сигнального реле. Модель Астра-512 отличается тем, что снабжена защитой от срабатывания на животных весом до 20 кг.

Датчик Астра-С предназначен для обнаружения нарушения целостности стекол, остекленных конструкций закрытых помещений и формирования извещения о тревоге путем размыкания выходных контактов сигнального реле. Принцип работы этого датчика основан на преобразовании звуковых колебаний в электрические сигналы электретным микрофоном со встроенным усилителем. Решение о наличии повреждения остекленной поверхности принимает встроенный в датчик микроконтроллер, на который поступает сигнал с микрофона.

Для организации пожарной сигнализации в комплекте с «Оптима-3» предлагается датчик дыма ИПД 3.2 производства российской фирмы «Артон», предназначенный для непрерывной круглосуточной работы по четырехпроводной схеме включения.

Также в комплекте с контроллером «Оптима-3» может поставляться датчик контроля утечки газа СГ-5. Данный датчик имеет автоматическую регулировку чувствительности. При первом включении СГ-5 в течение минуты измеряется средняя концентрация газа в помещении, после чего запоминается значение степени загазованности, которое впоследствии принимается за норму. В случае отклонения загазованности в сторону увеличения датчик переходит в тревожный режим – загорается световая индикация и посылается сигнал на выходное реле. Это позволяет использовать датчик в помещениях с заведомо повышенной загазованностью. Питается СГ-5 от источника постоянного напряжения + 5 В. Релейный выход можно подключить на включение вентиляции и электромагнитного клапана. Датчик СГ-5 может быть использован совместно с системами дистанционного управления и контроля, а также для моментального определения надежности резьбовых и сварных соединений газоподводящих конструкций. Применение СГ-5 совместно с устройством

«Оптима-3» позволяет оперативно узнать собственнику помещения об утечке газа, поскольку датчик зафиксировывает даже небольшое отклонение по загазованности.

Оповещение собственника о возникающих неисправностях в контролируемых технических системах жилого объекта, а также передача сигналов тревоги системы безопасности происходит по каналам связи GSM/GPRS, поэтому для работы устройства собственнику необходимо приобрести и подключить SIM-карту любого оператора сотовой связи. При этом устройство поддерживает устойчивую GSM/GPRS связь в месте установки и работает даже при низком уровне сигнала. На устройствах «Оптима-3» реализовано 3 вида дистанционного управления:

- с помощью web-платформы «Тепломонитор»;
- SMS-сообщениями;
- звонком через голосовое меню.

Контроль состояния подключенных датчиков, управление и настройка могут осуществляться пользователем через интернет с помощью web-платформы «Тепломонитор». «Тепломонитор» – это платформа для мониторинга и диспетчеризации объектов. В нее входят веб-сервисы сайта teplomonitor.ru и аппараты, непосредственно контролирующие работу системы отопления и состояния тревожных датчиков [7]. После покупки контроллера собственнику необходимо зарегистрироваться на сайте, используя IMEI и номер билета одноразовой регистрации с коробки устройства. В дальнейшем всеми сервисами можно пользоваться бесплатно, так как стоимость сервиса включена в стоимость контроллеров. Для контроля и управления пользователь может использовать мобильное приложение на своем смартфоне или планшете под операционными системами Android или IOS.

С помощью web-сервисов можно составлять схемы отопительной системы, управлять, наблюдать за состоянием устройства и помещения со смартфона, планшета или компьютера в режиме реального времени.

Взаимодействие контроллера с сервером реализовано по протоколу MQTT [8]. MQTT – сетевой протокол, работающий поверх TCP/IP и в настоящее время широко используемый для обмена данными между отдельными устройствами в сетях IoT. Клиенты в системе, работающей по протоколу MQTT, могут быть издателями или подписчиками сообщений. Сообщения между издателем и подписчиком передаются не напрямую, а через брокер сообщений. То есть издатель отправляет данные на MQTT бро-

кер, указывая в сообщении определенную тему (topic). Другой клиент может подписаться на этот topic и считывать сообщения от издателя. Таким образом, всё общение между клиентами проходит транзитом через сервер, который перенаправляет данные другим клиентам с учетом их подписок. Подписчики могут получать разные данные от множества издателей. Иерархическая структура топиков имеет формат «дерева», что упрощает их организацию и доступ к данным.

Помимо управления через web-интерфейс, в любой момент времени пользователь может запросить состояние устройства или изменить настройки звонком или SMS-командами. Особенно это актуально, если у пользователя отсутствует доступ к сети Интернет. При этом настройки SMS-сообщениями и звонками через голосовое меню взаимозаменяемы с настройками через web-сервис. Все настройки, сделанные по SMS или через голосовое меню, передаются на сервер. А то, что настраивается на сервере, в свою очередь, передается и запоминается устройством.

Порядок оповещения контроллером «Оптима-3» следующий: при наступлении нештатной ситуации сообщение о тревоге поступает в личный кабинет на сервер и на электронную почту. Затем, если настроены номера оповещений, осуществляется звонок владельцам устройства, при котором устройство проговаривает сработавшую зону. Если владелец не берет трубку, устройство отправляет тревожное сообщение по SMS.

Заключение

На базе разработанного устройства дистанционного контроля и управления «Оптима-3» можно реализовать систему

домашней автоматизации с набором наиболее востребованных опций. Как видно из приведенного выше функционала, помимо обеспечения высокой надежности системы, контроллер также снабжен всеми современными возможностями дистанционного управления. Конкурентным преимуществом является возможность управления, настройки и масштабирования системы домашней автоматизации на базе предложенного устройства потребителем, не обладающим профессиональными навыками.

Список литературы

1. Miorandi D., Sicari S., Pellegrini F. De, Chlamtac I. Internet of things: vision, applications and research challenges. *Ad hoc Networks*. 2012. No. 10 (7). P. 1497–1516.
2. Ковалевский Ю. Интернет вещей: от концепции к реальности // *Электроника: НТБ*. 2017. № 1. С. 135–138.
3. Ицкович Э.Л. Особенности современных промышленных контроллеров // *Автоматизация в промышленности*. 2014. № 4. С. 3–8.
4. Столяров Ю.С. Отечественная автоматика IoT Controls: на стыке Интернета вещей и традиционной АСУТП // *Автоматизация в промышленности*. 2017. № 6. С. 25–29.
5. Салкин Д.А., Душутин С.С. Возможности интеграции дополнительных сервисов по обслуживанию технических систем жилого объекта в информационную систему ЖКХ // *Современные наукоемкие технологии*. 2018. № 2. С. 83–89.
6. GSM-управление, GSM-сигнализация, GSM-термостат для дома и дачи // Сайт компании «АВЕРТ» [Электронный ресурс]. URL: <http://averts.ru/categories/dly-doma-i-dachi> (дата обращения: 17.08.2018).
7. Тепломонитор. Сервис удаленного мониторинга // Сайт web-платформы «Тепломонитор» [Электронный ресурс]. URL: <http://teplomonitor.ru> (дата обращения: 17.08.2018).
8. Krishna P. Gopi., Ravi K. Sreenivasa, Kumar V.S., Sailendra S., Kumar M.V., Sai S.N. Implementation of MQTT protocol on low resourced embedded network. *International Journal of Pure and Applied Mathematics*. 2017. Vol. 116. No. 6. P. 161–166. URL: <http://www.ijpam.eu> (дата обращения: 17.08.2018).