

Создание IoT-системы для периметральной охраны

Гурьев Дмитрий Сергеевич

Владивостокский государственный университет

Бакалавр

Седова Нелли Алексеевна

Владивостокский государственный университет

Преподаватель

Аннотация

В статье рассматривается разработка системы периметральной охраны на основе технологий Интернета вещей (IoT). Описаны этапы выбора аппаратной платформы, датчиков, а также программной реализации системы. Особое внимание уделено интеграции магнитоконтактного датчика и PIR-сенсора для повышения достоверности обнаружения событий. Приведён анализ эффективности разработанного решения, его преимуществ и ограничений.

Ключевые слова: интернет-вещей, программирование, мониторинг окружающей среды.

Creation of an IoT system for perimeter security

Guryev Dmitry Sergeevich

Vladivostok State University

Bachelor

Sedova Nelly Alekseevna

Vladivostok State University

Lector

Abstract

The article examines the development of a perimeter security system based on Internet of Things (IoT) technologies. It describes the stages of selecting the hardware platform, sensors, and the software implementation of the system. Special attention is given to the integration of a magnetic contact sensor and a PIR sensor to improve the reliability of event detection. An analysis of the effectiveness of the developed solution, as well as its advantages and limitations, is presented.

Keywords: Internet of Things, programming, environmental monitoring.

Современные тенденции цифровизации и развития информационных технологий способствуют активному внедрению интеллектуальных систем безопасности. Одной из актуальных задач является обеспечение защиты объектов от несанкционированного доступа.

Технологии Интернета вещей позволяют создавать распределённые системы мониторинга, обеспечивающие сбор, обработку и передачу данных в режиме реального времени. В отличие от традиционных охранных систем, IoT-решения обладают гибкостью, масштабируемостью и сравнительно низкой стоимостью реализации.

Анализ научных публикаций по теме исследования показывает, что вопросы применения Интернета вещей, микроконтроллеров и датчиков в системах мониторинга и безопасности активно рассматриваются в современной научной литературе. С. Н. Воробей рассматривает технологию Интернета вещей и направления её практического применения, подчёркивая значение датчиков, устройств связи и обмена данными для построения цифровых систем мониторинга [1]. А. М. Полегенько анализирует особенности защиты информации в Интернете вещей и обращает внимание на необходимость проектирования безопасной архитектуры IoT-систем, включающих сенсоры, исполнительные устройства и сетевые каналы передачи данных [2]. В. В. Никулин рассматривает применение технологии Интернета вещей в системах безопасности и контроля, включая использование камер безопасности, датчиков движения и других средств автоматизированного наблюдения [3]. А. А. Туливетрова описывает разработку системы «Безопасный дом» на базе микроконтроллера Arduino, в которой применяется датчик движения HC-SR501 для организации охранной сигнализации [4]. М. В. Ушакова исследует энергосберегающую беспроводную самоорганизующуюся многопротокольную сеть передачи данных интернет-устройств и отмечает возможности микросхем семейства Espressif ESP32, поддерживающих Wi-Fi, Bluetooth и различные режимы энергопотребления [5]. Рассмотренные работы подтверждают актуальность разработки IoT-систем охраны, основанных на датчиках, микроконтроллерах и беспроводной передаче данных.

Целью исследования является разработка IoT-системы периметральной охраны с возможностью удалённого мониторинга и оповещения пользователя.

Датчики охраны периметра и датчики обнаружения являются одним из наиболее важных компонентов при разработке надёжной системы охраны периметра. Первым шагом является выбор группы датчиков, которые будут собирать информацию о событиях, касающихся человека, пытающегося незаконно проникнуть на территорию. В ходе исследования рассмотрено несколько различных типов датчиков. В конечном итоге выбрана комбинация магнитоконтактного датчика и инфракрасного датчика движения (PIR) в качестве базовой конфигурации. Данный выбор позволил достичь отличного баланса между тремя параметрами: надёжностью, стоимостью и реализацией [6].

Магнитоконтактный датчик используется для контроля того, открыта дверь или нет. Он состоит из двух частей: герконового выключателя и постоянного магнита. Герконовый выключатель функционирует путем изменения своего состояния в электрической цепи при снятии магнита с герконового выключателя. Это представляет собой действие по открыванию

двери. Благодаря высокой надежности, отсутствию необходимости во внешнем источнике питания, простому интерфейсу с микроконтроллером и проводной установке, исключающей необходимость замены батареи, этот датчик широко используется в системах охранной сигнализации.

Магнитные контактные датчики предлагают ограниченные возможности. Они могут только сигнализировать о движении, когда дверь действительно открыта. В качестве решения в конструкцию включен датчик пассивного инфракрасного излучения (PIR). Такие датчики распознают колебания инфракрасного света, происходящие в их зоне восприятия. Модель датчика, выбранная для использования, — HC-SR501. HC-SR501 обеспечивает оптимальную функциональность в плане чувствительности, времени задержки и диапазона обнаружения от 5 до 7 метров. На основе проведенных тестов датчик HC-SR501 хорошо работает с минимальным количеством ложных срабатываний по сравнению с другими датчиками категории PIR, кроме микроволновых датчиков [7].

При разработке систем Интернета вещей (IoT) проведено сравнение ведущих платформ микроконтроллеров, которые в настоящее время используются в проектах IoT. Таким образом, в короткий список вариантов для данного проекта вошли Arduino UNO, Raspberry Pi Pico и ESP32 [8].

Хотя Arduino Uno относительно прост в использовании и традиционно является предпочтительной платформой для образовательных проектов, он имеет ограниченный объем памяти и не имеет функции Wi-Fi, что потребовало бы добавления других коммуникационных модулей.

Raspberry Pi Pico обеспечивает более высокую производительность, чем его более старые аналоги, но, хотя он по-прежнему использует современную технологию процессоров ARM, в базовой модели отсутствует встроенный Wi-Fi или Bluetooth. Микроконтроллер ESP32 оказался лучшим вариантом среди всех доступных альтернатив, поскольку он может похвастаться встроенными модулями Wi-Fi и Bluetooth, двухъядерным процессором и достаточным объемом оперативной памяти для обработки данных в реальном времени и передачи по сети. ESP32 позволяет конечному пользователю получать оповещения от системы без необходимости в дополнительном оборудовании, что снижает стоимость и сложность общей структуры системы [9].

Система использует модульную концепцию проектирования, которая позволяет интегрировать различные компоненты. Основными компонентами являются фокус системы, магнитный контактовый датчик, определяющий состояние двери, инфракрасный датчик движения, Wi-Fi-модуль, сервис ntfy и микроконтроллер ESP32, выполняющий роль центрального контроллера системы.

Центральный контроллер, микроконтроллер ESP32, отвечает за выполнение нескольких функций системы. Во-первых, он собирает данные и определяет состояние системы по различным датчикам, входящим в её состав. Во-вторых, он устанавливает состояние системы и обеспечивает внешнюю коммуникацию системы. Датчик состояния двери, магнитный контактовый датчик, информирует систему о том, что дверь открыта. Датчик движения,

который является инфракрасным, определяет присутствие работников в контролируемой зоне. Эти два датчика подключены к микроконтроллеру электронным способом для уведомления системы о её состоянии, включая наличие тревоги и состояние системы как результат. После подтверждения тревоги микроконтроллер генерирует первое обязательное для пользователя уведомление. Благодаря гибкой модульной структуре системы пользователи могут разрабатывать новые, инновационные методы гибкой архитектуры системы для хранения данных в облаке и обеспечения возможности взаимодействия с другими, новыми типами датчиков и исполнительных устройств. Другими словами, систему можно расширить с использованием различных датчиков и исполнительных устройств.

Аппаратное обеспечение системы состоит из микроконтроллера ESP32. Для программирования этого микроконтроллера использовались среды Arduino IDE и PlatformIO. ESP32 выбран в основном из-за встроенного Wi-Fi, быстрой обработки данных и большого количества программных библиотек, доступных пользователям. Это значительно облегчает разработку приложений Интернета вещей (IoT).

Система предназначена для предоставления мониторинга подключенных устройств/датчиков в реальном времени. После включения системы она подключается к сети, настраивает соответствующие входные и выходные порты и начинает сбор данных с датчиков. Микроконтроллер проверяет логическое состояние входных и выходных контактов через заданные интервалы времени. Изменения в состоянии датчиков фиксируются в памяти системы. Как только датчик срабатывает (например, магнитный контакт открывается или активируется датчик PIR), изменение обрабатывается, и определяется соответствующая реакция. При проектировании системы особое внимание уделялось избеганию ложных срабатываний. Для этих целей использовался ряд программных фильтров. Один из программных фильтров устраняет так называемый шум «дребезга контактов», вызванный быстрым открытием и закрытием магнитного контакта датчика за короткий промежуток времени. Фильтр «задержки по времени» — это отдельный тип программных фильтров, используемых для предотвращения повторных отправок уведомлений об одном и том же событии при быстрых последовательных срабатываниях. Использование этих фильтров эффективно предотвращает ложные сигналы, вызванные электромагнитными помехами или нестабильными контактами.

Тестирование охватывало весь спектр возможных ситуаций: от реакции системы на открытую дверь и движение, уловленное PIR-датчиком, до более серьезных тестов на одновременное открывание двери и уловленное PIR-датчиком движение. Ключевыми факторами оценки стали реагирование системы на эти события и способность отправлять соответствующие уведомления. С учетом полученных результатов можно сделать вывод, что система очень надежно распознает изменение состояний любого датчика и моментально уведомляет пользователей о произошедшем изменении. Кроме того, фильтры снижают частоту ложных срабатываний, что весьма важно для

практического внедрения систем безопасности. Система также тестировалась на предмет реакции на другие факторы: изменения температуры, подключение нескольких устройств к источнику питания, слабый сигнал Wi-Fi. Хотя указанные тесты не принесли идеальных результатов, общая картина показывает, что система в целом достаточно надежна для развертывания в качестве устройства охраны периметра.

Заключение

В результате выполненной работы разработана система периметральной охраны, обеспечивающая отслеживание состояния объекта и уведомление пользователя о тревожных событиях.

Использование микроконтроллера ESP32 и интеграция различных типов датчиков позволили получить простое и экономичное решение, функционирующее в режиме реального времени.

Разработанная система показала стабильную работу и низкую вероятность ложных срабатываний. Результаты подтверждают возможное использование Интернета вещей для интеллектуальных систем безопасности.

Функциональность системы может быть дополнительно повышена с помощью облачного хранения данных, резервного питания, мобильного приложения, безопасного управления данными и интеллектуального анализа событий.

Библиографический список

1. Воробей С. Н. Технология интернета вещей (IoT) и ее применение // Актуальные проблемы защиты и безопасности. 2021. С. 397–401. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46476660> (дата обращения: 11.01.2026)
2. Полегенько А. М. Особенности защиты информации в Интернете вещей // International Journal of Open Information Technologies. 2018. Т. 6, № 10. С. 41–45. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36286951> (дата обращения: 11.01.2026)
3. Никулин В. В., Попкова С. С. Применение технологии интернета вещей для интеграции в охранно-пожарные системы сигнализации // Огарёвские чтения: материалы научной конференции : в 3 ч. Саранск, 2021. Ч. 3. С. 292–297. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46231200> (дата обращения: 11.01.2026)
4. Туливетрова А. А., Савельева Н. В., Васильева Л. Н. Проектирование системы «Безопасный дом» на базе микроконтроллера Arduino Uno для регистрации и передачи данных по беспроводной сети Bluetooth // Общество. Наука. Инновации (НПК-2021): сборник статей XXI Всероссийской научно-практической конференции. Киров, 2021. С. 668–672. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46158639> (дата обращения: 11.01.2026)
5. Ушакова М. В., Ушаков Ю. А. Исследование энергосберегающей беспроводной самоорганизующейся многопротокольной сети передачи данных интернет-устройств // Современные информационные технологии

- и ИТ-образование. 2019. Т. 15, № 3. С. 733–745. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43136405> (дата обращения: 11.01.2026)
6. Магнитоконтактные датчики для систем сигнализации (МС-38). URL: <https://aliexpress.ru/item/32972577106.html> (дата обращения: 11.01.2026)
7. PIR Motion Sensor HC-SR501 Datasheet. URL: <https://components101.com/sensors/hc-sr501-pir-sensor> (дата обращения: 11.01.2026)
8. Программирование устройств на основе модуля ESP32 // EPAM Systems. URL: https://habr.com/ru/companies/epam_systems/articles/522730 (дата обращения: 11.01.2026)
9. Документация по микроконтроллеру ESP32 // Espressif Systems. URL: <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32> (дата обращения: 11.01.2026)