

*Н. В. Белоконов<sup>1</sup>, С. А. Горбач<sup>1✉</sup>, А. А. Балаганский<sup>1</sup>, Д. Н. Титов<sup>1</sup>*

## **Разработка камеры, совмещенной с инфракрасным датчиком движения на базе ESP32**

<sup>1</sup>Сибирский государственный университет геосистем и технологий,  
г. Новосибирск, Российская Федерация  
e-mail: semyon.gorbach@yandex.ru

**Аннотация.** В статье представлена разработка камеры, совмещенной с инфракрасным (ИК) датчиком движения на базе микроконтроллера ESP32. ESP32 представляет собой современный микроконтроллер с интегрированными модулями Wi-Fi и Bluetooth, который широко применяется в проектах интернета вещей и системах автоматизации. Для программирования этого устройства и организации связи с компьютером используется TTL-конвертер – специальный переходник, преобразующий сигналы USB в последовательный интерфейс UART, понятный для ESP32. Основной темой исследования является создание компактного и энергоэффективного устройства для мониторинга и фиксации движения в реальном времени. Актуальность работы обусловлена растущим спросом на интеллектуальные системы безопасности с низким энергопотреблением и возможностью интеграции в IoT-сети. В статье представлена разработанная энергоэффективная система безопасности на базе ESP32-CAM и PIR-датчика, сочетающая низкое энергопотребление (благодаря режиму глубокого сна) с оперативным оповещением через Telegram.

**Ключевые слова:** ESP32, инфракрасный датчик, камера

*N. V. Belokon<sup>1</sup>, S. A. Gorbach<sup>1✉</sup>, A. A. Balagansky<sup>1</sup>, D. N. Titov<sup>1</sup>*

## **Development of a camera integrated with a PIR motion sensor based on ESP32**

<sup>1</sup>Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation  
e-mail: semyon.gorbach@yandex.ru

**Abstract.** The article presents the development of a camera combined with an infrared (IR) motion sensor based on the ESP32 microcontroller. ESP32 is a modern microcontroller with integrated Wi-Fi and Bluetooth modules, which is widely used in Internet of Things projects and automation systems. To program this device and organize communication with a computer, a TTL converter is used - a special adapter that converts USB signals into a serial UART interface understandable to ESP32. The main research topic is the creation of a compact and energy-efficient device for real-time motion monitoring and recording. The relevance of the work is due to the growing demand for intelligent security systems with low power consumption and the ability to integrate into IoT networks. The article presents a developed energy-efficient security system based on ESP32-CAM and PIR sensor, combining low power consumption (thanks to deep sleep mode) with prompt notification via Telegram.

**Keywords:** ESP32, PIR sensor, camera

## ***Введение***

Задачей исследования является разработка энергоэффективной системы мониторинга с автоматическим детектированием движения и мгновенной отправкой уведомлений. Основной подход основан на интеграции модуля ESP32-CAM с PIR-датчиком движения и системой оповещения через Telegram-бот.

## ***Методы и материалы***

PIR-датчик обнаруживает присутствие нарушителей, генерируя электрический сигнал при фиксации инфракрасного излучения. Хотя выходное напряжение датчика составляет всего несколько вольт, с помощью усилительной схемы его можно повысить до необходимого уровня для управления системой освещения и камерой наблюдения. Разработанное программное обеспечение постоянно отслеживает состояние системы.

Когда нарушитель попадает в зону обнаружения (до 10 метров), PIR-датчик вырабатывает сигнал 3.3 В, который после усиления активирует реле освещения и камеру ESP32-CAM. После включения камеры система делает снимок и отправляет его через WiFi в Telegram-бот. Как только нарушитель покидает зону действия датчика, система автоматически отключает камеру. Основные преимущества решения включают энергоэффективность за счет активации компонентов только при обнаружении движения, экономичность по сравнению с рыночными аналогами, мгновенные уведомления через Telegram и дальность обнаружения до 10 метров. При каждом новом срабатывании датчика цикл работы повторяется, обеспечивая непрерывный мониторинг охраняемой зоны с минимальным энергопотреблением [1–4].

## ***Результаты***

ESP32 представляет собой современный микроконтроллер с интегрированными модулями Wi-Fi и Bluetooth, который широко применяется в проектах интернета вещей и системах автоматизации. Для программирования этого устройства и организации связи с компьютером используется TTL-конвертер – специальный переходник, преобразующий сигналы USB в последовательный интерфейс UART, понятный для ESP32. Наиболее популярными моделями таких конвертеров являются CP2102 и CH340, которые обеспечивают стабильное соединение и позволяют загружать прошивку, а также проводить отладку кода.

В сочетании с ESP32 применяются PIR-датчик движения, такие как HC-SR501, которые обнаруживают перемещение объектов по изменению инфракрасного излучения в зоне контроля. Принцип работы такой системы основан на том, что при обнаружении движения PIR-датчик посылает электрический сигнал на ESP32, который может выполнять различные действия – активировать камеру для фотофиксации, отправлять push-уведомления через интернет или включать дополнительные устройства, например, сирену или прожектор.

Основным преимуществом такого решения является возможность организации полностью автономной работы благодаря поддержке ESP32 режима глубокого сна с минимальным энергопотреблением, когда микроконтроллер пробуждается

только при поступлении сигнала от датчика движения. Простота подключения и настройки делает эту связку популярной среди проектов – TTL-конвертер требует минимальной конфигурации, а PIR-датчик подключается всего тремя проводами, что позволяет быстро развернуть систему мониторинга даже без глубоких технических знаний. При этом система остается гибкой для модификаций – можно легко добавлять новые датчики или изменять логику работы через программирование ESP32, что открывает широкие возможности для создания умных систем безопасности, автоматического освещения и других решений для умного дома.

Этапы получения результата приведены на рис. 1. Разработанное программное обеспечение постоянно работает в фоновом режиме, отслеживая состояние камеры. При появлении нарушителя в зоне обнаружения PIR-датчика (до 10 метров или 30 футов) сенсор генерирует выходной сигнал 3.3 вольта. Этот сигнал усиливается и используется для активации реле системы освещения и веб-камеры.

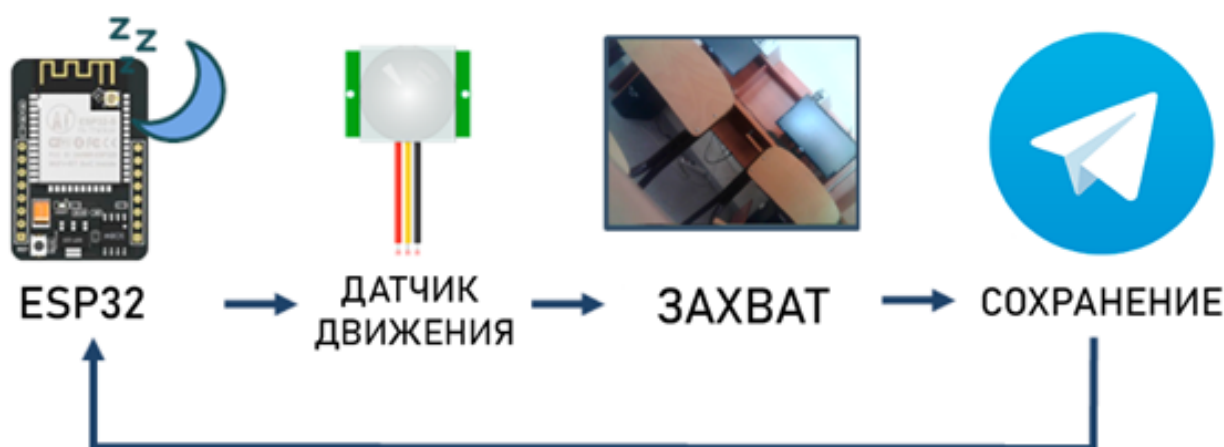


Рис. 1. Этапы получения результата

После срабатывания усилителя и включения камеры программное обеспечение инициирует процесс фотосъемки с помощью ESP32-CAM. Когда нарушитель покидает зону действия датчика, сигнал прекращается, что приводит к автоматическому отключению камеры. Полученные фотографии сохраняются в Telegram-бот. При каждом новом обнаружении движения в рабочей зоне датчика цикл работы системы повторяется, обеспечивая непрерывный мониторинг охраняемой территории.

### ***Заключение***

Разработана энергоэффективная система безопасности на базе ESP32-CAM и PIR-датчика, сочетающая низкое энергопотребление (благодаря режиму глубокого сна) с оперативным оповещением через Telegram. Система стабильно обнаруживает движение в радиусе 10 метров, мгновенно активируя камеру и передавая изображение, что исключает необходимость постоянного мониторинга. Модульная архитектура решения позволяет адаптировать его для различных применений

- от домашней безопасности до промышленного мониторинга. Полученные результаты подтверждают перспективность такого подхода для создания недорогих и надежных охранных систем.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Espressif Systems. ESP32-CAM Technical Reference Manual [Электронный ресурс]. – 2023. – URL: <https://www.espressif.com>
2. Random Nerd Tutorials. ESP32-CAM PIR Motion Detector with Photo Capture [Электронный ресурс]. – 2023. – URL: <https://randomnerdtutorials.com>
3. Kumar A., Sharma P. Low-Power IoT-Based Security System Using ESP32-CAM and PIR Sensor // International Journal of Advanced Research in Computer Science. – 2022. – Vol. 13. – № 4. – P. 45-52.
4. Universal Telegram Bot Library for ESP32 [Электронный ресурс]. – GitHub, 2023. – URL: <https://github.com/witnessmenow/Universal-Arduino-Telegram-Bot>

© Н. В. Белоконов, С. А. Горбач, А. А. Балаганский, Д. Н. Титов, 2025