

Yu. E. Khoroshaylo, O.V. Mulyavka, A.B. Sova // Bulletin of NTU "KhPI". Series: Elektroenergetika i preobrazovatel'naya tehnika. – Kharkov : NTU "KhPI", 2017. – No. 4 (1226). – P. 72–77.– Bibliogr.: 13. – ISSN 2079-4525.

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Світличний Віталій Анатолійович – кандидат технічних наук, викладач кафедри, Харківський національний університет внутрішніх справ, м. Харків; тел.: (057) 739-88-22; e-mail: vit.svet@ukr.net.

Светличный Виталий Анатольевич - кандидат технических наук, преподаватель кафедры, Харьковский национальный университет внутренних дел, г. Харьков. тел. : (057) 739 88 22; e mail: vit.svet@ukr.net.

Svetlichny Vitaliy Anatolyevich - Candidate of Engineering Science, Lecturer of the department, Kharkiv National University of Internal Affairs, Kharkov. Tel: (057) 739 88 22; E mail: vit.svet@ukr.net.

Хорошайло Юрій Євгенович, кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри, Харківський національний університет радіоелектроніки, г. Харків, тел. : (057)–702–14–22.

Хорошайло Юрий Евгеньевич, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, м. Харьков, тел.: (057) 702-14-22.

Khoroshaylo Yury Evgenievich, Candidate of Engineering Science, Associate Professor, Professor of the Department, Kharkov National University of Radio Electronics, Kharkov, tel. : (057)–702–14–22.

Мулявка Олег Владиславович, студент, Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків, тел.: (057)–702–14–22.

Мулявка Олег Владиславович, студент, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, г. Харків, тел. : (057)–702–14–22.

Mulyavka Oleg Vladislavovich, student, Kharkov National University of Radio Electronics, Kharkov, tel. : (057)–702–14–22.

Сова Анна Василівна, кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри вищої математики, Харківський національний університет радіоелектроніки, г. Харків, тел. : (057)–702–13–72.

Сова Анна Васильевна, кандидат технических наук, профессор кафедры высшей математики, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, м. Харьков, тел.: (057) 702-13-72.

Sova Anna Vasilevna, Candidate of Engineering Science, Associate Professor, Professor of the Department higher, mathematics Kharkov National University of Radio Electronics, Kharkov, tel. : (057)–703–13–72.

УДК 004.05

Л. В. ГОЛОВКИНА, А. О. МАРТЫНОВ, А. В. ТИХОНЕНКО

УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМАМИ НА ESP

Рішенням задачі для створення системи автоматизованого управління є вибір оптимального типу модулів ESP, визначення способу підключення компонентів системи з урахуванням WiFi і використання одноплатного комп'ютера в якості сервера і сховища мультимедійних файлів, вибору і використання програмного середовища. В якості апаратного рішення був обраний модуль ESP-12-E, в якості програмного рішення використовувалась система домашньої автоматизації MajorDoMo, розгорнута на одноплатному комп'ютері Orange PI.

Ключові слова: ESP, MajorDoMo, Orange PI, автоматизація систем, WiFi, PHP.

Решением задачи для создания системы автоматизированного управления является выбор оптимального типа модулей ESP, определение способа подключения компонентов системы с учетом WiFi и использования одноплатного компьютера в качестве сервера и хранилища мультимедийных файлов, выбора и использования программной среды. В качестве аппаратного решения был выбран модуль ESP-12-E, в качестве программного решения использовалась система домашней автоматизации MajorDoMo, развернутая на одноплатном компьютере Orange PI.

Ключевые слова: ESP, MajorDoMo, Orange PI, автоматизация систем, WiFi, PHP.

Solution of the task of creating an automated control system is the selection of the optimal type of ESP modules, the definition of ways to connect the system components based on WiFi and use of single board computer as a server, and storage of multimedia files, selection and use of the software environment. The ESP-12-E module was chosen as a hardware solution. To this module has been connected relay module, and four-buttons keyboard for control subsystems. As a software solution has been used home automation system MajorDoMo, deployed on Orange PI single-board computer. In result of our work we have a fully automated lighting system, and video surveillance system, what controlled with web-interface.

Keywords: ESP, MajorDoMo, Orange PI, system automation, WiFi, PHP.

Введение. Существующий подход к решению задачи создания системы автоматизированного управления осуществляется на базе различных аппаратно-программных средств, одним из которых является применение современных модулей ESP с соответствующим выбором программного обеспечения.

Задача объединения нескольких компонентов в единую систему для управления различным оборудованием с использованием единого интерфейса при помощи любого мобильного устройства через Wi-Fi являлась основной для реализации и программирования.

Реализация проекта зависит от необходимости

установки в конкретном помещении управляемого оборудования. Не является обязательной централизация управления, а преимущественно рекомендуется использовать принцип децентрализации, когда за работу отдельных «замкнутых» систем отвечает один модуль ESP и специализированное оборудование, а центральный модуль на базе, например, MajorDoMo выполняет функции отображения текущих режимов, а также установки оптимальных параметров функционирования этих систем. При выходе из строя основного контроллера MajorDoMo, все системы будут работать в штатном режиме, но с потерей контроля более высокого уровня, направленного на оптимизацию параметров работы.

Модули ESP8266 – это дешевое решение для построения системы управления и домашней автоматизации с использованием WiFi. Данные модули являются альтернативой различным дорогим решениям.

Для работы в качестве самостоятельного контроллера ESP8266 имеет мало ресурсов и его прошивку необходимо дорабатывать. Программирование ESP-модулей довольно трудоемкий процесс, который решается с использованием уже готовых программных платформ. Несмотря на все перечисленное, ESP8266 имеют большие перспективы для автоматизации.

Анализ основных достижений и литературы. В статьях [1, 2] была представлена общая структура модуля ESP с последующей его настройкой и возможностью его подключения к сети WiFi для автоматизации систем.

В работе [3] было указано о возможности использования открытой программной платформы MajorDoMo для взаимодействия с модулем ESP-12-E.

В качестве аппаратного решения для управления освещением и климат-компонентами на объекте рекомендовано использовались модули ESP-12-E с максимально выведенными GPIO. Миниатюрные WiFi модули ESP отличаются возможностью поддержки WiFi протоколов 802.11 b/g/n; наличием WiFi Direct (P2P), soft-AP; наличием встроенного стека TCP/IP; наличием встроенного TR переключателя, balun, LNA, усилителя мощности, встроенного PLL, регуляторов, системы управления питанием.

Именно такие модули следует использовать для автоматизации и управления системами.

Цель и задачи исследования. Целью данного исследования является подбор оптимального оборудования и программного обеспечения (ПО). Для решения задачи создания системы автоматизированного управления необходимо выбрать определенный тип модулей ESP, определить способ подключения компонентов системы с учетом Wi-Fi соединения и использования одноплатного компьютера в качестве сервера и хранилища мультимедийных файлов, а также выбрать наиболее подходящую программную среду.

Методы решения задач. У модулей ESP8266 есть мощные встроенные возможности и порты ввода-

вывода (GPIO), которые позволяют объединить его с различными датчиками и другими специальными устройствами, нуждающимися в сетевом обмене данными.

Технические характеристики модуля ESP-12-E:

- выходная мощность +20.5 дБм в режиме 802.11b;
- поддержка внешних антенн;
- SDIO 2.0, SPI, UART;
- STBC, 1×1 MIMO, 2×1 MIMO;
- A-MPDU & A-MSDU aggregation & 0.4µs guard interval;
- количество GPIO: 13;
- Flash память размером 512 кб;
- RAM данных 80 кб;
- RAM инструкций – 32 кб;
- пробуждение и отправка пакетов за время до 22 мс;
- номинальное напряжение: 3,3 В;
- входное напряжение: 3,7–20 В;
- максимальный потребляемый ток: 220 мА.

Для работы модуля необходим «большой» ток, а преобразователи USB/UART не обеспечивают им данный модуль, было решено использовать внешнее питание. Модуль в режим загрузки прошивки вводился подключением кнопки RESET и установкой перемычки GPIO0 на землю [3].

Для управления системами было решено использовать четырехканальный модуль реле, управляемый непосредственно с выводов микроконтроллера.

Технические характеристики модуля реле:

- ток срабатывания: 15–20 мА при напряжении 5 В;
- 5 В TTL управляющий вход, который может быть подан напрямую с выхода микроконтроллера;
- коммутирующая нагрузка 10 А при 250 В;
- размеры 4.9 см x 5.1 см x 1.8 см.

Как видно из схемы (рис.1), микроконтроллер осуществляет управление реле через следующие выводы:

- D6 (GPIO12);
- D0 (GPIO16);
- D1 (GPIO5);
- D2 (GPIO4).

К реле, в свою очередь были подключены диоды, имитирующие работу системы освещения в нашем макете коттеджа. Подключение диодов производится на нормально разомкнутые контакты реле.

Для управления освещением в ручном режиме для макета коттеджа было решено использовать четырёхкнопочную клавиатуру. Данная клавиатура подключена к модулю ESP через следующие выводы:

- D7 (GPIO13);
- D8 (GPIO15);
- RX (GPIO3);
- TX (GPIO1);
- GND.

Для развёртки сервера было решено использовать одноплатный компьютер Orange PI.

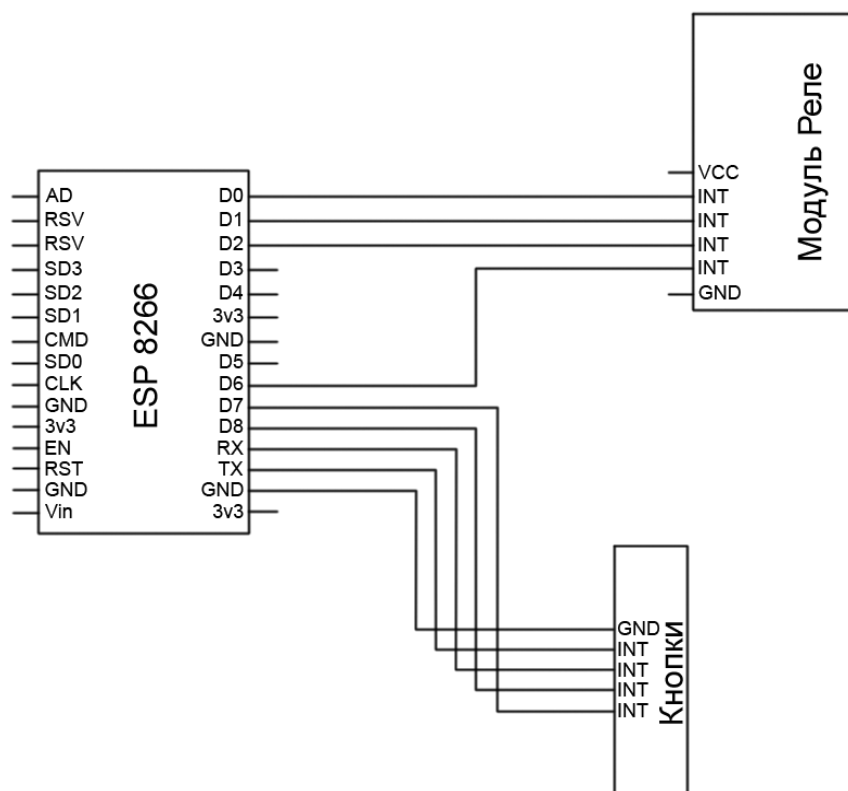


Рис. 1 – Схема подключения модулей

Характеристики данного компьютера:

- процессор: НЗ четырехъядерный процессор Cortex-A7 H.265/HEVC 4 K
- GPU: Mali400MP2 GPU @ 600 мГц. поддерживает OpenGL ES 2.0
- оперативная память (SDRAM): 1 ГБ DDR3 (совместно с GPU)
- память программ (MMC): micro-SD (макс. 64 ГБ)/MMC
- сетевой интерфейс: 10/100 Ethernet RJ45
- видео вход: В CSI входной разъем камеры: поддерживает 8-битные YUV422 CMOS. поддерживает CCIR656 протокола для NTSC и PAL поддерживает видео захват 1080 P @ 30 fps
- аудио вход: Микрофон
- видео выходы: поддержка HDMI выход с поддержкой HDCP
- аудио выход: 3.5 мм разъем и HDMI
- источник питания: вход постоянного тока, USB OTG вход питание не поддерживает
- USB 2.0 порты: три USB 2.0 Host, USB 2.0 OTG
- кнопки: кнопка питания,
- порты ввода/вывода: 40-контактный разъем, совместимый с Raspberry Pi B +
- поддерживаемые ОС: Android lubuntu, debian
- размеры платы: 85 мм × 55 мм
- вес: 38 г

В качестве программной среды использовалась система домашней автоматизации MajorDoMo (Major

Domestic Module или Главный Домашний Модуль) которая представляет собой бесплатную и открытую программную платформу для комплексного управления домашней автоматикой, а также для информационной поддержки жизнедеятельности. Данная система может быть установлена практически на любой персональный, либо одноплатный компьютер (на платформе Windows и Linux) и не требовательна к ресурсам.

Одним из основных преимуществ MajorDoMo является возможность одновременной работы с оборудованием различных стандартов и от разных производителей

В качестве основного языка для программирования сценариев в MajorDoMo используется язык программирования PHP. На этом языке пишутся сценарии реакции системы на различные события, а также с помощью этого языка можно писать собственные модули и расширения. Кроме основных конструкций языка, в системе существует библиотека собственных функций, которые может быть более удобно использовать для автоматизации каких-то процессов. В дополнение к встроенным в систему функциям, можно создавать свои, "пользовательские" функции на языке PHP. Также, для удобства тех, кто слабо знаком с программированием в систему интегрирована возможность визуального программирования на основе Google Blockly.

В рамках данной программной среды в веб-интерфейсе, на визуализации планировки, были размещены и запрограммированы кнопки для включения света в доме.

Результаты исследований. Для проверки изложенных подходов по применению модулей ESP для управления системами был разработан макет, имитирующий коттедж, с подсистемами управления освещением, климат-контролем и мультимедийными данными. Также, при помощи программы ArchiCAD была создана трёхмерная модель, основанная на планировке коттеджа для его визуализации и внедрения данной модели в веб-интерфейс, для упрощения ориентации пользователя в управлении подсистемами.

На языке PHP был написан код, позволивший создать собственные модули и расширения, а также скорректировавший поведение существующих сценариев (рис. 2). В дополнение ко всему, были написаны get-запросы (рис. 3), необходимые для получения информации периферийных устройств.

```

1 $status=$this->getProperty("status");
2 if ($status) {
3     $this->callMethod('turnOff');
4 } else {
5     $this->callMethod('turnOn');
6 }
    
```

Рис. 2 – Функция «реле» для инициализации переключателей

```

1 getUrl('http://192.168.3.100/gpioout?st=1&pin=16', 1);
    
```

Рис. 3 – Get-запрос получающий сигнал включения для GPIO16

Данный функционал позволит полноценно управлять подсистемами коттеджа из любой его части.

Так же в проекте используется IP-камера D-Link DCS-932L для наблюдения за коттеджем..

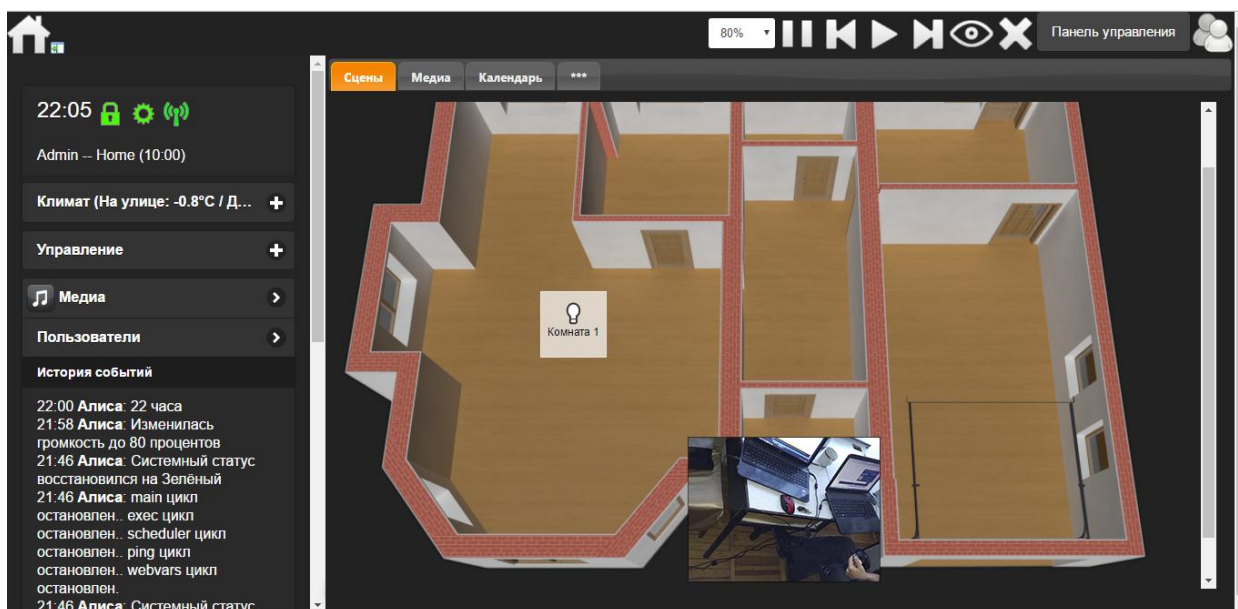


Рис. 4 – Веб интерфейс программы.

Данная камера обладает рядом качеств, таких как поддержка большого количества сетевых протоколов, встроенным сетевым интерфейсом, поддержкой беспроводного соединения, инфракрасной подсветкой и т.д.

Изображение с камеры передаётся в веб-интерфейс (рис.4) и отображается прямо на планировке дома.

Доступ к системе осуществлялся по адресу [http://\[адрес сервера\]/](http://[адрес сервера]/), с мобильного телефона по адресу [http://\[адрес сервера\]/menu.html](http://[адрес сервера]/menu.html).

Выводы. Полученные результаты подтверждают выбор оптимального оборудования и программного обеспечения. Все компоненты системы подключались к ESP-12-E управляемому с сервера, развёрнутого на Orange PI посредством WiFi соединения. Количество компонентов в системе определялось количеством выводов (GPIO) на модуле ESP. Для увеличения

количества подключаемых компонентов, планируется увеличить количество используемых модулей ESP, или задействовать GPIO одноплатного компьютера.

Список литературы

1. Черненко В. Особенности программирования микроконтроллеров с WiFi модулем на примере микроконтроллера ESP8266 от Espressif / Черненко В. // CHIP NEWS Украина – 2016 – №9, вып. 159 – С. 20-23.
2. WiFi модуль ESP6288 ESP07 для домашней автоматизации, 23 февраля 2015. – Режим доступа: <http://mysku.ru/blog/ebay/30626.html>. – Дата обращения: 2 ноября 2016.
3. MajorDoMo и другие, 3 июня 2016. – Режим доступа: <https://wifi-iot.com/?m=wiki&id=24>. – Дата обращения: 22 ноября 2016.

References (transliterated)

1. Chernenko V. *Osobennosti programmirovaniya mikrokontrollerov s WiFi module na primere mikrokontrollera ESP8266 ot Espressif* [Features Microcontroller programming with WiFi module on the example of the microcontroller ESP8266 Espressif]. *CHIP NEWS ukraina* [CHIP NEWS Ukraine] 2016, No. 9 issue 159, pp. 20-23.
2. WiFi modul' ESP6288 ESP07 dlya domashney avtomatizatsii [WiFi module ESP6288 for home automatiat], 23.02.2015. – Available at: <http://mysku.ru/blog/ebay/30626.html>. (Accessed at: 02.11.2016)
3. MajorDoMo i drugie [MajorDoMo and others], 03.06.2016. – Available at: <https://wifi-iot.com/?m=wiki&id=24> (Accessed at: 22.11.2016)

Поступила (received) 25.05.2017

Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions

Управление системами на ESP / Л. В. Головкина, А. О. Мартынов, А. В. Тихоненко // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Електроенергетика та перетворювальна техніка. – Х. : НТУ «ХПІ», 2017. – № 4 (1226). – С. 77–81. – Бібліогр.: 3 назв. – ISSN 2079-4525.

Управління системами на ESP / Л. В. Головкина, А. О. Мартинов, О. В. Тихоненко // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Електроенергетика та перетворювальна техніка. – Х. : НТУ «ХПІ», 2017. – № 4 (1226). – С. 77–81. – Бібліогр.: 3 назв. – ISSN 2079-4525.

System management on ESP / L. V. Golovkina, A. O. Martynov, A. V. Tikhonenko // Bulletin of NTU "KhPI". Series: Elektroenergetika i preobrazovatel'naya tehnika. . – Kharkov : NTU "KhPI", 2017. – No. 4 (1226). – P. 77–81. – Bibliogr.: 3. – ISSN 2079-4525.

Відомості про авторів / Сведения о авторах / About the Authors

Головкина Людмила Вячеславовна – кандидат технічних наук, доцент, Харківський національний університет радіоелектроніки, доцент кафедри ІВСУ; тел.: (057) 702-14-94; e-mail: glvvlg@ukr.net. кандидат технічних наук.

Головкина Людмила Вячеславівна – кандидат технічних наук, доцент, Харківський національний університет радіоелектроніки, доцент кафедри ІВСУ; тел.: (057) 702-14-94; e-mail: glvvlg@ukr.net. кандидат технічних наук.

Golovkina Ludmila Viacheslavovna – candidate of technical sciences, associate professor, Kharkiv National University of Radio Electronics, Associate Professor of the Department ECSE; tel.: (057) 702-14-94; e-mail: glvvlg@ukr.net. Candidate of Technical Sciences.

Мартынов Андрей Олегович – Харківський національний університет радіоелектроніки, студент бакалавр; тел.: (066) 691-97-96; e-mail: andrii.martynov1@nure.ua.

Мартинов Андрій Олегович – Харківський національний університет радіоелектроніки, студент бакалавр; тел.: (066) 691-97-96; e-mail: andrii.martynov1@nure.ua.

Martynov Andrey Olegovich – Kharkiv National University of Radio Electronics, a student of Bachelor; тел.: (066) 691-97-96; e mail: andrii.martynov1@nure.ua.

Тихоненко Александр Виталиевич – Харківський національний університет радіоелектроніки, студент бакалавр; тел.: (096) 620-31-61; e-mail: oleksandr.tykhonenko@nure.ua.

Тихоненко Олександр Віталійович – Харківський національний університет радіоелектроніки, студент бакалавр; тел.: (096) 620-31-61; e-mail: oleksandr.tykhonenko@nure.ua.

Tikhonenko Aleksandr Vitalievich – Kharkiv National University of Radio Electronics, a student of Bachelor; тел.: (096) 620-31-61; e-mail: oleksandr.tykhonenko@nure.ua