

**ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭЛЕКТРОНИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК  
КАФЕДРА ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**УДК 004.35**

**СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ «УМНЫЙ ДОМ» НА БАЗЕ  
ПРОГРАММНО-АППАРАТНОЙ ПЛАТФОРМЫ ARDUINO**

*А.А. Манилкин, А.Л. Глебец, М.О. Головлев,  
В.А. Иваненков, Д.С. Пискорский*

Стремительное развитие технологий интернета вещей (IoT) стало возможным благодаря появлению на рынке малогабаритных и недорогих сенсоров, интерфейсных модулей и микроконтроллеров. Одним из наиболее востребованных направлений развития интернета вещей является технология «Умный дом». Настоящая статья посвящена вопросам разработки и изготовлению системы управления домом на базе программно-аппаратной платформы Arduino. Разработанная система позволяет в ручном и автоматическом режимах осуществлять управление климатом, освещенностью, охранной сигнализацией, включением и отключением бытовых приборов.

Ключевые слова: умный дом, программно-аппаратная платформа Arduino, система управления, датчик температуры, датчик освещенности, датчик движения, RFID метка, смартфон.

Технология «Умный дом» представляет собой сложный комплекс различных технических устройств, управляемых единым центром для поддержания заданных параметров, обеспечения комфорта и безопасности живущих в доме людей. Основными преимуществами использования технологий «Умного дома» являются [1]: экономия ресурсов, эффективная эксплуатация инженерных систем дома, повышение комфорта и безопасности. При этом технология требует постоянного обслуживания и понимания ее сути и способов применения [2].

Цель работы разработать интерактивную модель «Умного дома», с возможностью контроля параметров и управления его функционалом посредством сенсорного дисплея и смартфона. В модели должны быть реализованы следующие функции «Умного дома»:

- идентификация пользователя с помощью электронного ключа (RFID метки) или по отпечатку пальца;
- охранная сигнализация: звуковой сигнал и информирование владельца при проникновении в дом (открытии двери);

- ручное и автоматическое регулирование уровня освещенности;
- ручное и автоматическое регулирование температуры;
- дистанционное управление устройствами;
- управление вращением солнечной панели;
- голосовое управление домом со смартфона.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- подобраны и изучены соответствующие тематике источники;
- проведен поиск и анализ существующих решений;
- разработана функциональная схема системы управления;
- подобран контроллер, сенсоры и вспомогательное оборудование;
- в среде AutoCAD разработан 3D-макет дома;
- с помощью технологий лазерной резки и 3D печати, по разработанным чертежам, изготовлен и собран макет дома;
- разработаны алгоритмы управления и программа для микроконтроллера;
- в среде Android Studio разработано специальное приложение для управления функционалом дома с поддержкой голосовых команд.

### Разработка функциональной схемы системы управления «Умным домом»

Функциональная схема системы управления «Умным домом» приведена на рисунке 1.

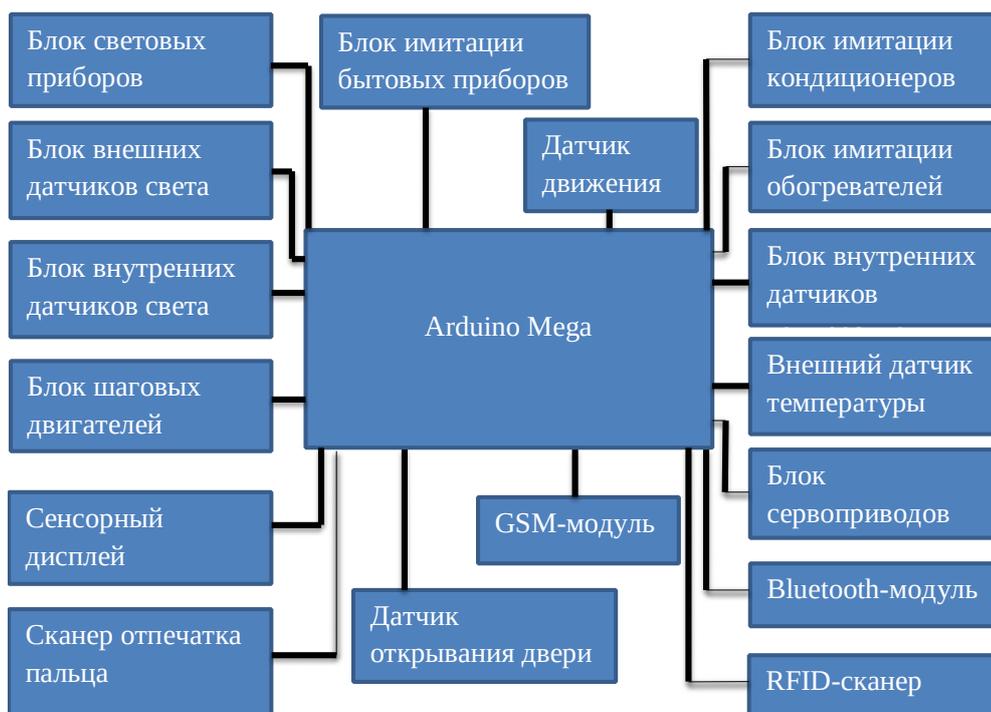


Рис.1 – Функциональная схема системы управления «Умным домом»

В качестве основного элемента управления системой «Умного дома» выбрана платформа Arduino mega 2560 [3,5] выполненная на базе контроллера ATmega 2560. Внешний вид платы и характеристики микроконтроллера приведены на рисунке 2.

### **Внешний вид платы Arduino mega2560**



### **Технические характеристики ATmega 2560**

- Тактовая частота: 16 мГц
- Напряжение питания: 7-12 В
- Макс. сила тока с вывода: 40 мА
- Цифровые пины: 54
- Цифровые пины с поддержкой ШИМ: 15
- Аналоговые входы: 16
- Flash-память: 256 КБ (8 из них используются загрузчиком)
- SRAM: 8 КБ
- EEPROM: 4 КБ

Рис. 2 – Плата Arduino mega 2560 с контроллером ATmega 2560

На платформе Arduino mega2560 реализованы следующие функции системы управления:

- сбор данных о текущих параметрах и состоянии дома, путем периодического опроса датчиков освещенности, температуры, электронного ключа, сканера отпечатков пальцев, датчика движения и открытия двери.
- отображение принятых данных на сенсорном дисплее, передача их на смартфон;
- прием данных настроек и команд задаваемых пользователем в специальном приложении на смартфоне;
- совместная обработка данных для автоматического поддержания заданных пользователем параметров;
- выдача команд управления на исполнительные механизмы: сервоприводы для открывания/закрывания окон, вращения солнечной панели, шаговые двигатели для поднятия/опускания штор, включение/отключение систем отопления и кондиционирования, включение/отключение освещения.

### **Разработка и изготовление макета дома**

Трехмерная модель дома была разработана в среде AutoCAD. Модель представляет собой макет двухэтажного дома, с прозрачными стенами, для демонстрации внутреннего пространства, масштабом 1:10 на постаменте.

В доме имеется три комнаты: две на первом этаже и одна на втором. В комнатах находятся бытовые, отопительные и световые приборы. В постамент дома встроены: сенсорный экран, сканер отпечатков пальцев и считыватель электронных ключей (рисунок 3). С левой стороны дома расположен гараж. В потолок гаража встроен инфракрасный датчик движения, на его крыше установлена солнечная панель. Панель установлена на двух перпендикулярно расположенных сервоприводах, что позволяет ей вращаться в любом направлении.

Макет дома изготовлен из фанеры и пластика с помощью технологий лазерной резки и 3D-печати. Для скрытия прокладки проводов в комнатах предусмотрены фальшстены и фальшпотолок, плата с контроллером размещена в постаменте дома.

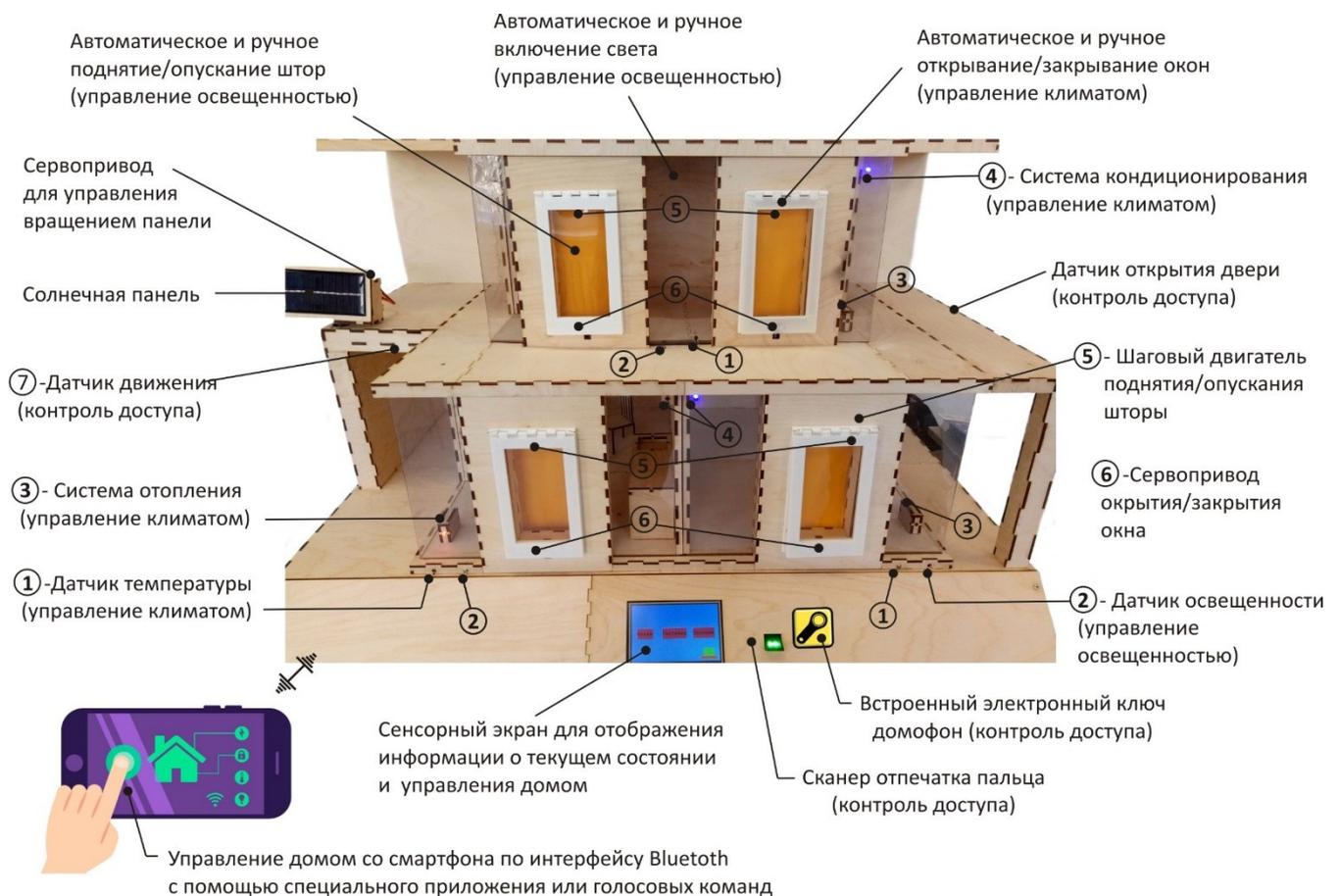


Рис.3 – Демонстрационный макет «Умного дома»

Рассмотрим реализованный функционал дома подробнее.

## **Система контроля доступа и охранная сигнализация**

Система контроля доступа и охранная сигнализации обеспечиваются следующими устройствами.

**Инфракрасный датчик движения HC-SR505** (рисунок 4). Датчик установлен на потолке гаражного помещения (номер 7 на рисунке 3) и предназначен для его охраны [6].

Датчик представляет собой оптическую систему обнаружения движения тел с микросхемой для преобразования и формирования выходного сигнала. Чувствительность и время формирования выходного сигнала при обнаружении движения задается с помощью подстроечных резисторов, установленных на плате датчика



Рис.4 – Датчик движения

**Сканер отпечатка пальца FPM10A** (рисунок 5). Встроен в постамент дома (рисунок 3), и представляет собой готовую систему для дактилоскопической идентификации. В составе датчика, кроме считывателя отпечатка пальца, имеется микроконтроллер осуществляющий обработку и хранение считанных данных.



Рис.5 – Сканер отпечатков

**Считыватель RFID меток rdm6300** (рисунок 6). Модуль также встроен постамент дома (рисунок 3), используется для считывания данных электронных ключей (типа домофон), не имеющих внутренних источников питания с частотой 125 кГц.



Рис.6 – Считыватель RFID

### **Принцип работы системы охраны**

Постановка дома на охрану и снятие осуществляется двумя способами: с помощью электронного ключа и сканера отпечатка пальца. В последнем случае необходима предварительная запись изображения отпечатка пальца пользователя в память модуля.

При постановке дома на охрану, на дисплее (в правом нижнем углу) отображается знак закрытого замка. В этом случае система отреагирует на открытие входной двери или проникновение в гараж, в зону действия датчика движения подачей сигнала тревоги.

### **Система управления климатом**

Предназначена для поддержания заданной пользователем температуры. В состав системы управления входят: датчики температуры (номер 1 на рисунке 3), блоки имитации обогревателей и кондиционеров (номера 3 и 4 на рисунке 3). В качестве датчиков температуры используются термисторы (рисунок 7а), подключенные одним выводом к источнику напряжения 5В, а другим к аналоговому входу контроллера и через делитель напряжения к минусу питания [4].



а) датчик температуры  
(термистр)



б) датчик освещенности  
(фоторезистор)

Рис.7 – Датчики

### ***Принцип работы системы управления климатом***

Как видно из рисунка 3, на каждую из трех комнат дома, предусмотрен свой датчик температуры (номер 1), обогреватель (номер 3) и кондиционер (номер 4). Датчики температуры, являясь интерактивными компонентами макета, имитируют измерение температуры в комнатах, хоть и вынесены за их пределы.

При зажиме датчика пальцами, его температура повышается, таким образом имитируется повышение температуры внутри соответствующей комнаты. Контроллер снимает показания температуры и сравнивает их с заданной пользователем. Если температура внутри комнаты выше заданной, включается система кондиционирования, на кондиционере внутри соответствующей комнаты (номер 4 рисунок 3) загорается синий светодиод. Если ниже заданной, включается обогреватель (номер 3 рисунок 3), внутри него загорается красный светодиод.

### **Система управления освещением**

Система управления освещением также является интерактивной. Она состоит из датчиков освещенности (рисунок 7б), роль которых выполняют фоторезисторы, и системы светодиодного освещения, вмонтированного в потолок каждой комнаты.

### ***Принцип работы системы управления освещением***

Датчики освещенности имитируют измерение освещенности каждой из комнат, при этом вынесены за их пределы для интерактивного взаимодействия. Например, при закрытии датчика рукой, происходит

уменьшение уровня освещенности соответствующей комнаты. (номера 2 на рисунке 3).

Контроллер отслеживает этот уровень и сравнивает его с заданным пользователем.

Если освещенность внутри комнаты ниже заданной, то выдается команда включить свет. Если выше заданной, то выключить свет, опустить шторы. (Функцию управления шторами в реализации контроля освещения лучше опустить, потому что может произойти противоречие между состоянием шторы, заданным системой контроля освещения и состоянием, заданным пользователем со смартфона)

### **Система управления устройствами**

Система управления устройствами позволяет дистанционно, с помощью приложения на смартфоне, открывать/закрывать окна, поднимать/опускать шторы в каждой комнате.

В качестве устройств для открывания окон используются сервоприводы (рисунок 8а), в качестве устройств для поднятия штор — шаговые двигатели (рисунок 8б).



а) сервопривод



б) шаговый двигатель

Рис.8 – Устройства

Сервоприводы и шаговые двигатели размещены на каждом из четырех окон дома. Места их размещения показаны на рисунке 3, номера 6 и 5 соответственно.

Управления сервоприводами осуществляется посредством стандартной библиотеки [7,8], позволяющей программно задавать требуемый угол поворота. Для управления шаговыми двигателями используется транзисторный драйвер, осуществляющий последовательное включение обмоток двигателя. Последовательность включения зависит от заданного направления вращения.

### **Система дистанционного управления домом**

Система дистанционного управления реализована путем взаимодействия смартфона с контроллером по интерфейсу Bluetooth [10,11].

Со стороны контроллера Bluetooth соединение обеспечивается подключением дополнительного модуля HC-06 (рисунок 9), по последовательному порту.

Смартфон использует штатные возможности организации Bluetooth соединения.

Для смартфона, в среде Android Studio на языке программирования Java, было разработано специальное приложение для управления системами «Умного дома».

С помощью приложения пользователь может контролировать текущее состояние систем управления климатом и освещенностью, регулировать их параметры, дистанционно управлять устройствами дома и вращением солнечной панели.

Внешний вид меню приложения изображен на рисунке 10.

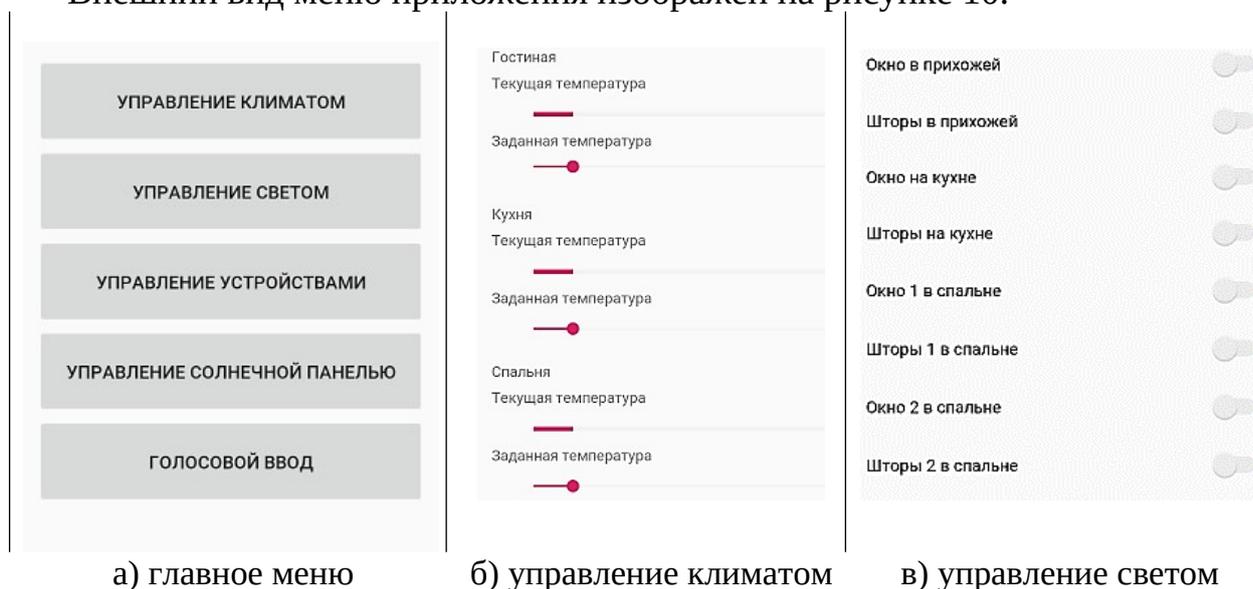


Рис. 10. Внешний вид окон приложения

Одним из достоинств разработанного приложения является возможность голосового управления устройствами дома.

Голосовое управление реализовано с помощью подключаемого к приложению сервиса компании Google по распознаванию голоса.

Сервис работает следующим образом. В главном меню приложения (рисунок 10а) имеется кнопка «Голосовой ввод». При нажатии на кнопку,

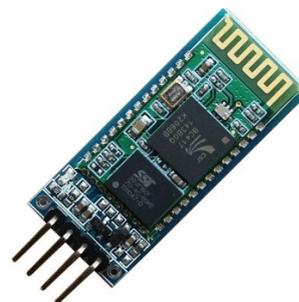


Рис. 9 – Bluetooth-модуль

вызывается сервис распознавания голоса, пользователь произносит команду, сервис возвращает команду в виде текстовой строки, при однозначном распознавании или набора строк в противном случае. Полученный текст анализируется приложением и принимается решение о том, какую команду необходимо отправить контроллеру.

### **Заключение**

В результате выполнения работы разработан и изготовлен интерактивный макет «Умного дома» реализующий следующие функции:

- идентификацию пользователя с помощью электронного ключа (RFID метки) или по отпечатку пальца;
- охранную сигнализацию: звуковой сигнал и информирование владельца при проникновении в дом (открытии двери);
- ручное и автоматическое регулирование уровня освещенности;
- ручное и автоматическое регулирование температуры;
- дистанционное управление устройствами;
- управление вращением солнечной панели;
- голосовое управление домом со смартфона.

Работа по разработке проекта выполнена в полном объеме. Макет планируется демонстрировать на выставках профориентационных мероприятия. Проект, безусловно, будет интересен школьникам, и молодым специалистам, так как позволяет в доступной и наглядной форме продемонстрировать функционирование сложной системы, базирующейся на знаниях в областях: приборостроения, управления и автоматизации, связи и программирования.

В дальнейшем планируется расширить функционал «Умного дома» и реализовать ряд дополнительных возможностей.

### **Библиографический список**

1. Интернет вещей: от умных домов к умным города [Электронный ресурс]. -Режимдоступа: <http://мниап.рф/repository/analytics/452/document.pdf>

2. Крюкова А.А., Шматок К.О. Особенности развития концепции «умный дом»: российский и зарубежный опыт. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-razvitiya-kontseptsii-umnyu-dom-rossiyskiy-i-zarubezhnyu-opyt/viewer>.

3. Ревич Ю.В. Азбука электроники. Изучаем Arduino/ Ю.В. Ревич, Р.Дурлевич., - Москва: АСТ

4. Ревич, Ю.В. Занимательная электроника/ Ю.В.Ревич 4-е изд., - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2017. - 640 с.

5. Петин, В.А. Практическая энциклопедия Arduino/ В.А. Петин, А.А.Биняковский 2-е изд., - Москва: ДМК Пресс, 2019. - 166 с.

6. Петин, В.А. Электроника. Проекты с использованием контроллера Arduino/ В.А. Петин 3-е изд, - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2019-496с.

7. Петин, В.А. Электроника. Arduino и Raspberry Pi в проектах Internet of Things/ В.А. Петин 2-е изд., - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2019-432 с.

8. Simon Monk, Programming Arduino, P.176 (2011)

9. Ulli Sommer, Arduino, P.115 (2012)

10. Jeremy Blum, Exploring Arduino, P.384 (2013)

11. Амперка Вики [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://wiki.amperka.ru/>.