

## **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ НА БАЗЕ ПЬЗОЭЛЕМЕНТА**

### **Введение**

В настоящее время существует необходимость в автоматизации повседневных действий, производимых человеком. Подобного рода задачи рассматриваются при организации технологии «умный дом» [1].

В рамках разработки ряда подобных проектов одной из важных задач является создание интеллектуальной системы управления освещением. Такая система может быть спроектирована на основании использования различных датчиков, которые улавливают звуковые колебания и, согласно заданному алгоритму, с помощью микроконтроллера управляют освещением «умного дома».

### **Постановка задачи**

В связи с этим было принято решение разработать компактную интеллектуальную систему управления освещением, которая должна обеспечивать:

- включение/отключение сетевой нагрузки при детектировании двойного хлопка в ладоши;
- минимальные ложные срабатывания;
- отсутствие необходимости в дополнительном питании;
- компактные массогабаритные параметры готового устройства в корпусе.

В состав такой системы входят:

- микроконтроллер – для управления всеми элементами системы;
- датчик, который будет улавливать акустические волны;
- электромагнитное универсальное реле – для включения/отключения сетевой нагрузки;
- цепи формирования питания из сетевого напряжения.

Разработку данного устройства целесообразно начать с подбора датчика. Он должен обладать следующими отличительными особенностями:

- реагировать исключительно на резкие всплески звуковых колебаний;
- иметь резонансную частоту, близкую к частоте звука хлопков в ладоши.

### **Выбор датчика на основании анализа результатов исследования**

Для обеспечения указанных характеристик проведено исследование различных типов датчиков. Данные исследования основывались на измерении пропускной полосы и чувствительности  $G$  датчиков, в зависимости от частоты  $f$  звуковых колебаний. Измерения проводились методом пошаговой регистрации формируемого напряжения на выводах датчиков, с помощью высокоточного измерительного оборудования.

Исследуемые типы датчиков [2]:

- пьезодатчик;
- электретный микрофон;
- динамический микрофон.

Пьезодатчик базируется на прямом пьезоэлектрическом эффекте, при котором деформация пьезоэлектрика приводит к возникновению электрического напряжения между поверхностями кристалла пьезоэлектрического материала.

Для удобства анализа полученные данные сгруппированы и представлены в виде графика (рис. 1).

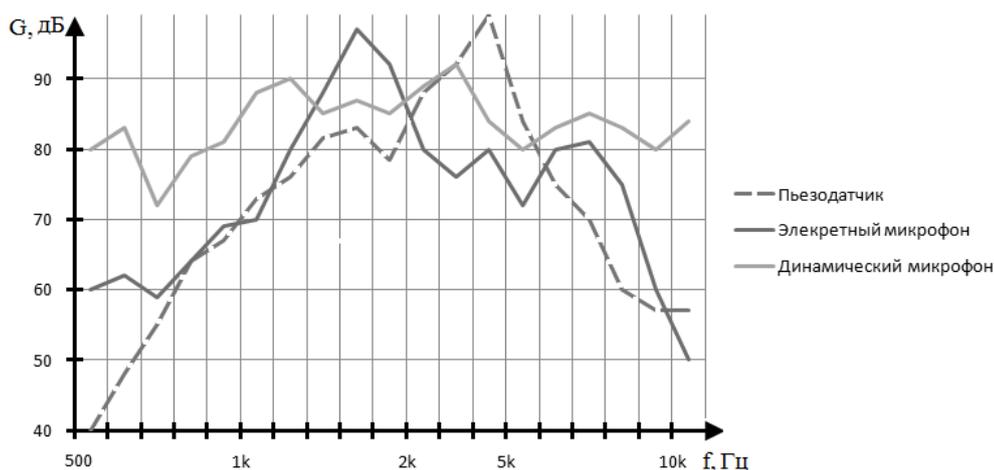


Рис. 1. Осциллограмма чувствительности датчиков

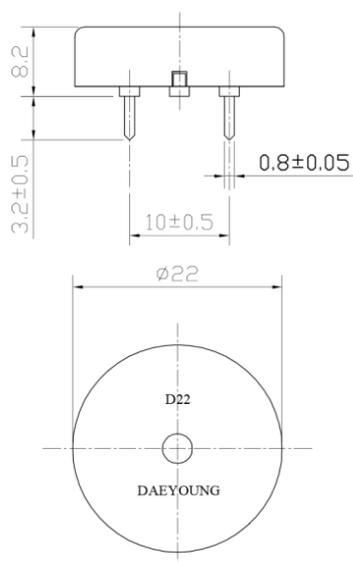


Рис. 2. Пьезоизлучатель SBEG2240BP

На основании анализа результатов исследований был выбран удовлетворяющий предъявленным требованиям датчик. Им оказался пьезоизлучатель SBEG2240BP фирмы Daeyoung (рис. 2). Он обладает следующими параметрами:

- входное напряжение – 9 В;
- уровень звукового давления – 90 дБ;
- резонансная частота – 4000 Гц.

Использование данного пьезодатчика в разрабатываемой конструкции позволит улавливать лишь акустические всплески, по частоте близкие к хлопкам в ладоши, а более равномерные колебания остального звукового диапазона – игнорировать.

### Анализ разработанной интеллектуальной системы

Разработанное устройство работает от сети 220 В и не требует дополнительного питания. Оно подключается последовательно нагрузке, в качестве которой могут выступать любые электрические осветительные приборы мощностью потребления до 1540 Вт. Остальные технические характеристики устройства представлены в таблице.

Характеристики	Значение
Номинальное напряжение, В	220
Тип датчика	пьезоэлемент
Радиус действия, м	10
Максимальный ток нагрузки, А	7
Максимальная мощность нагрузки, Вт	1540
Потребляемая мощность, Вт, не более	0,2

Схема электрическая принципиальная данного устройства представлена на рис. 3. Питание электронной части построено на основе безтрансформаторного блока питания [3], состоящего из гасящей цепи C1, R1, на которой напряжение падает до 70 В. Затем с помощью выпрямителя VDS1 формируется постоянное напряжение, которое падает на стабилитроне VD1

до 12 В. Данное напряжение используется для питания обмотки реле K1, а также для питания стабилизатора напряжения, конструктивно выполненного на микросхеме DD1. После стабилизатора постоянным напряжением 5 В питаются микроконтроллер DD2 и один каскад усиления, выполненный на биполярном транзисторе VT2. Источником сигнала для последнего является датчик звукового давления, построенный на принципе работы пьезоэлектрика. По заданному алгоритму работы, когда необходимо подключить нагрузку к сети 220 В, микроконтроллер устанавливает высокий логический уровень, который через резистор R2 замыкает транзисторный ключ VT1, тем самым подключая второй конец обмотки реле на землю. Это приводит к замыканию силовых контактов реле и подключению нагрузки к основной сети.

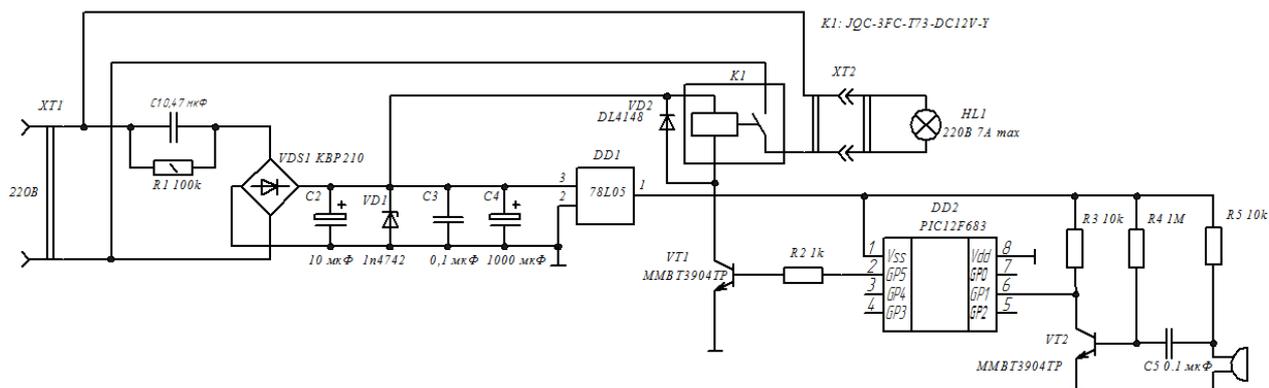


Рис. 3. Схема электрическая принципиальная устройства управления освещением

Данное устройство управляется посредством однокристалльного 8-разрядного FLASH CMOS микроконтроллера компании Technology Incorporated PIC12F683. В данном случае микроконтроллер применен в корпусе 8SOIC.

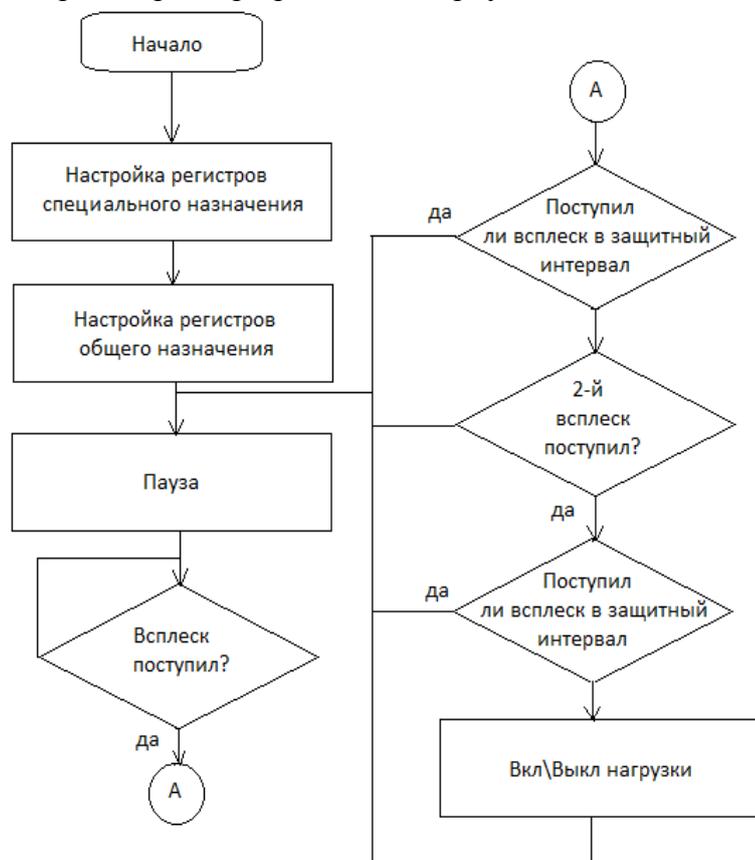


Рис. 4. Алгоритм работы программы

Основные функции микроконтроллера:

- анализ аналогового входа внутреннего компаратора CIN- (ножка №6);
- при достаточной амплитуде импульса – фиксирование данного события;
- контроль входящих импульсов по временным интервалам;
- при нарушении интервалов – обнуление сессии и возврат в первоначальный режим ожидания;
- при соблюдении всех требований логики работы программы – подача высокого логического уровня на вывод GP5 (ножка №2), который, в свою очередь, замкнет транзисторный ключ VT1, тем самым подключит нагрузку HL1 к сети 220 В.

Алгоритм работы данного микроконтроллера представлен на рис. 4.

Ключевыми моментами данного алгоритма являются «защищенные паузы» между детектированием входящих низкочастотных всплесков. Такое решение гарантирует корректное управление нагрузкой и исключает большинство ложных срабатываний.

Для подтверждения эффективности выбранного технического решения был проведен ряд измерений. Зависимости чувствительности разработанного устройства от удаленности источника звуковых всплесков  $L$ , а также диаграмма направленности на оси источника акустических колебаний представлены на рис. 5 – 6.

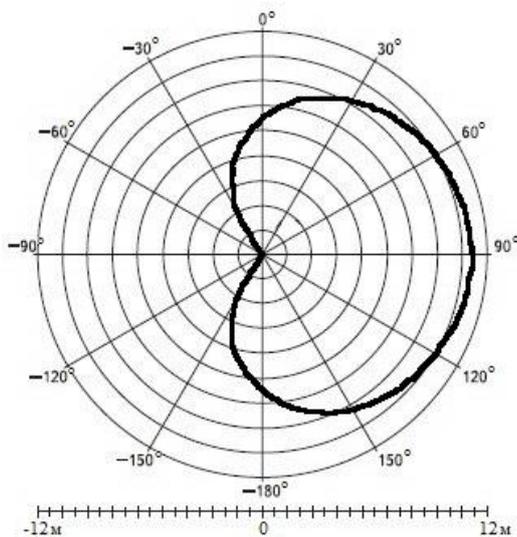


Рис. 5. Диаграмма направленности устройства

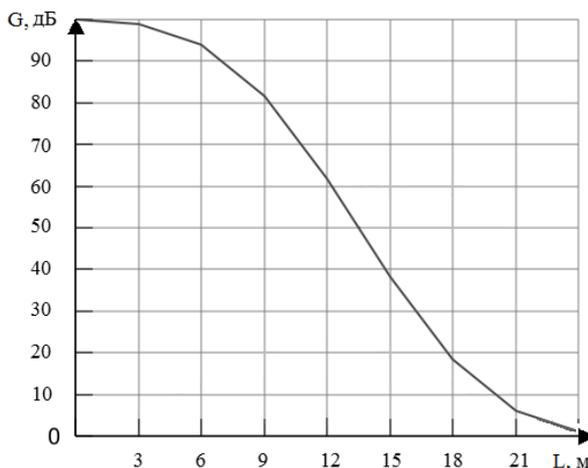


Рис. 6. График зависимости чувствительности датчика от расстояния до него

## Выводы

Таким образом, в работе предложен метод бесконтактного управления освещением. Интеллектуальная система, построенная на базе пьезодатчика, позволит дистанционно включать и выключать разнообразные осветительные приборы. При этом устройство имеет узкую полосу пропускания, настроенную на селективный выбор звуковых частот от хлопков в ладоши. Как видно из диаграммы направленности (рис. 5), разработанная система улавливает звуковые колебания с расстояния 10 м от источника звука, что позволяет ее размещать в большинстве жилых комнат, не опасаясь за устойчивость срабатывания. То есть поставленные задачи выполнены и реализованы в виде готового устройства.

**Список литературы:** 1. *Сопер М. Э.* Практические советы и решения по созданию «Умного дома». М.: НТ Пресс, 2007. 432 с. 2. *Котюк А. Ф.* Датчики в современных измерениях. – М. : Горячая линия – Телеком, 2006. – 96 с. 3. *Антипенский Р.В., Фадин А.Г.* Схемотехническое проектирование и моделирование радиоэлектронных устройств. – М.: Орион, 2007. – 128 с.

Харьковский национальный  
университет радиоэлектроники

Поступила в редколлегию 25.01.2015