

Министерство образования и науки Российской Федерации
Филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего
профессионального образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
в г. Нижневартовске

Кафедра «Информатика»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент

_____ / _____ /

« _____ » _____ 2016 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

И.о. зав.кафедрой «Информатика»

к.т.н., доцент

Пономарева / С.Г. Пономарева /

« 31 » МАЯ 2016 г.

**Разработка компонентов систем "Умный дом",
"Умный офис"**

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ- 200100. 2016.114.ПЗ ВКР

Консультанты

Экономическая часть

к.э.н., доцент

Прокопьев / А. В. Прокопьев /

« 21 » АПРЕЛЯ 2016 г.

Безопасность жизнедеятельности

к.т.н., доцент

Тряпцын / А. Б. Тряпцын /

« 23 » МАЯ 2016 г.

Руководитель работы

к.т.н., доцент

Кафтанников / И.Л. Кафтанников /

« 30 » МАЯ 2016 г.

Автор работы

студент группы НвФл-431

Носенко / С.С. Носенко /

« 30 » МАЯ 2016 г.

Нормоконтролер

старший преподаватель

Буйлушкина / Л.Н. Буйлушкина /

« 30 » МАЯ 2016 г.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФИЛИАЛ ЮЖНО-УРАЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
В Г. НИЖНЕВАРТОВСКЕ
КАФЕДРА «ИНФОРМАТИКА»

НАПРАВЛЕНИЕ 200100.62 Приборостроение

(цифр и полное наименование направления)

УТВЕРЖДАЮ

И.о. зав. кафедрой «Информатика»
к.т.н., доцент

/ С.Г. Пономарева /

(личная подпись)

«05» февраля 2016 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу студента

Носенко Сергея Сергеевича

1. Тема работы Разработка компонентов систем “Умный дом”, “Умный офис”

Утверждена приказом ректора университета от «15» апреля 2016 г. № 661

2. Срок сдачи студентом законченного проекта (работы) «30» мая 2016 г.

3. Исходные данные к работе

1. Пакет программ Embarcadero Delphi XE8

2. Микросхемы ESP8266

3. Микроконтроллер AVR ATmega 16

4. Персональный компьютер

4. Содержание пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)

1 Анализ проблемы и постановка задачи

1.1 Базовые понятия “умного дома”

1.2 Направления автоматизации систем обеспечения услуг

1.3 Система защиты и система освещения

1.4 Протоколы передачи для автоматизации зданий

2 Разработка модулей системы “умного дома”

2.1 Сервер

2.2 Модуль управления освещением

2.3 Модуль управления электроприборами

2.4 Пример размещения модулей “умного дома”

3 Программное обеспечение

3.1 Среда разработки

3.2 Программа сервера

3.3 Программа модуля управления освещением

3.4 Программа ИК модуля

4 Техничко-экономическое обоснование проекта

5 Безопасность жизнедеятельности


7. Дата выдачи задания « 01 » Февраля 2016г.

Задание выдал руководитель И.Л. Кафтаников


Задание принял к исполнению студент-дипломник С.С. Носенко

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Наименование этапов выпускной квалификационной работы	Срок выполнения этапа	Отметки о выполнении этапа
Введение	01.02. – 02.02.2016	выполнено
Глава 1	02.02. – 29.02.2016	выполнено
Глава 2	01.03. – 15.03.2016	выполнено
Глава 3	15.03. – 30.03.2016	выполнено
Экономическая часть	01.04. – 20.04.2016	выполнено
Безопасность жизнедеятельности	11.05. – 22.05.2016	выполнено
Заключение	22.05. – 23.05.2016	выполнено
Библиографический список	24.05. – 25.05.2016	выполнено
Приложения	26.05. – 27.05.2016	выполнено
Презентация доклада защиты работы	27.05. – 28.05.2016	выполнено
Оформление работы	28.05. – 30.05.2016	выполнено
Защита работы	10.06.2016	

И.о зав. кафедрой  / С.Г. Пономарева /

Руководитель работы  / И.Л. Кафтаников /

Студент-дипломник  / С.С. Носенко /

АННОТАЦИЯ

Носенко С.С. Разработка компонентов систем
 “Умный дом”, “Умный офис” – Нижневартовск: филиал
 ЮУрГУ, Информатика: 2016, 91с., 24ил., 18табл.,
 библиограф.список – 30наим., 1 прил.

Выпускная квалификационная работа выполнена с целью разработки компонентов систем “Умный дом”, “Умный офис”.

В выпускной квалификационной работе, была разработана система автоматизации жилого помещения беспроводных технологий передачи информации. Система выполнена на основе плат Arduino nano и Arduino MEGA, а также на WiFi модулях ESP8266 и других элементах. Разработана модульная автономная система с возможностью подключения со стороннего устройства. Написано кроссплатформенное приложение для управления системой “умный дом”.

200100.2016.114 ПЗ								
Из	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Разработка компонентов систем “Умный дом”, “Умный офис”	Лит.	Лист	Листов
		Носенко	<i>С.С. Носенко</i>	30.05.16		30	6	91
		Кафтанников	<i>И.И. Кафтанников</i>	30.05.16				
		Буйлушкина	<i>С.В. Буйлушкина</i>	30.05.16				
		Покмырева	<i>Л.В. Покмырева</i>	30.05.16				
						Филиал ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ) в кафедре «Информатика»		

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ.....	10
1.1 Базовые понятия “умного дома”	11
1.2 Направления автоматизации систем обеспечения услуг	12
1.3 Система защиты и система освещения	13
1.4 Протоколы передачи для автоматизации зданий	15
2 РАЗРАБОТКА МОДУЛЕЙ СИСТЕМЫ “УМНОГО ДОМА”	29
2.1 Сервер.....	29
2.2 Модуль управления освещением	35
2.3 Модуль управления электроприборами.....	41
2.4 Пример размещения модулей “умного дома”	45
3 ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.....	49
3.1 Среда разработки	49
3.2 Программа сервера	50
3.3 Программа модуля управления освещением.....	55
3.4 Программа ИК модуля.....	58
4 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА	63
4.1 Финансовый план.....	63
4.2 Расчет доходов от реализации систем автоматизации жилого помещения.....	68
4.3 Расчет экономической эффективности	69
5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	74
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	87
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	88
ПРИЛОЖЕНИЕ	
ПРИЛОЖЕНИЕ А. СХЕМА ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ ARDUINO NANO	91

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. “Умный дом” - это система интеллектуальной автоматизации для управления инженерными системами современного здания.

В современных интеллектуальных зданиях системы автоматизации и управления зданиями занимают ключевое место, обеспечивая взаимосвязь всего инженерного оборудования и систем здания.

В ряде исследований последних лет показана устойчивая тенденция к возрастанию доли стоимости и объема инженерных систем и систем автоматизации в общей стоимости строительных объектов.

Целью работы является создание микропроцессорной системы управления зданием, внедрение которой даст возможность управлять работой ее объектов (освещением, электроснабжением, вентиляцией, отоплением) в автоматическом режиме, и Кросс-платформенного приложения для работы с создаваемой системой (Поддержка Windows, Android, iOS).

Основные задачи разработки системы:

- анализ существующих методов построения системы автоматического управления зданием,
- выбор наиболее подходящей аппаратной базы,
- выбор средств разработки программного обеспечения для контроллера и человеко-машинного интерфейса,
- разработка алгоритмов управления работой объекта и реализация этих алгоритмов в программном обеспечении для контроллера и человеко-машинного интерфейса,
- использование наиболее актуальных и перспективных технологий, обеспечить модульность конструкции.

Особенности проекта:

- высокий потенциал для модернизации;
- рентабельность, все компоненты системы находятся в широком доступе;

- модульность узлов системы и ПО для гибкой настройки под определенные нужды;
- современность и актуальность, использование инноваций последних лет;
- использование технологий в области энергосбережения, что позволяет снизить затраты на содержание жилья;
- использование кросс-платформенных решений, что также существенно расширяет потенциал системы: клиентские приложения для Windows, Android и iOS;
- отсутствие необходимости в прокладке кабелей, основой для проекта являются технологии беспроводной передачи данных.

Функции системы:

- обеспечение безопасности жилого помещения путем обнаружения различных факторов посредством сбора и анализа информации с датчиков.
- автоматизация освещения, бытовой техники, реализация удобной системы управления жилым помещением.

Структура выпускной квалификационной работы.

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, библиографического списка, приложений.

1 АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

В этом разделе будут рассмотрены существующие аналоги, которые выполняют такие же или схожие задачи. В проанализированных системах выявим достоинства и недостатки.

“Умный дом” является совокупностью стандартов объединенных с разного рода приборами в систему и интеграцию нескольких систем в единую систему управления строением. Существуют следующие системы:

- система микроклимата (отопление, вентиляция кондиционирование, увлажнение);
- система безопасности (охранная, пожарная, система доступа, контроль утечек газа, видео наблюдение);
- система электропитания (резервные системы, контроль перегрузки электросети, система освещения);
- система связи (телефон, локальная сеть, SMS оповещение);
- система удаленного управления.

Технологии объединения и управления системами “умного дома”:

– универсальная платформа построения шинных систем управления используемая в автоматизации зданий. Предназначена для управления внутренними и внешними системами. Система состоит из центрального контроллера и модулей, подключенных между собой шиной (стандарт RS-485). К модулям подключается управляемое оборудование.

– система EIB распределенная, управление осуществляется в пределах устройств. Устройства обмениваются информацией по шине EIB в соответствии с собственным протоколом. Система, построенная на EIB, автономна и не зависит от работоспособности центрального контроллера.

– разработки программно- аппаратные средства удаленного управления, медиа системой, системой видеонаблюдения и широкого спектра датчиков. Протоколы передачи данных закрыты. Изначально применялась собственная шина передачи данных, вновой линейки оборудования применяются

стандартные протоколы Ethernet, Wi-Fi, а так же имеет шлюзы сопряжений с системами EIB, LON и др.

– технология беспроводной передачи данных, разработанная для домашней автоматизации. С данной технологией применяются маломощные и миниатюрные радио модули, встраиваемые в бытовую технику. В основе технологии лежит ячеистая технология, в которой каждый узел является приемником и передатчиком, т.е. при возникновении препятствия сигнал пойдет через соседние узлы сети, находящиеся в радиусе действия. Еще одним преимуществом является малое энергопотребление, что вместе с малыми размерами, позволяет встраивать данные технологии в различные бытовые приборы.

Стоит отметить, что большинство систем и технологий автоматизации помещений закрыты.

1.1 Базовые понятия “умного дома”

За последние 20-30 лет системы автоматизированного управления перестали быть модной экзотикой. Вне зависимости от области применения, будь то здание, сборочный цех или поезд метро, целью внедрения таких систем являются снижение эксплуатационных расходов, обеспечение важной информацией, повышение безопасности и комфорта. Но, несмотря на то, что журналистов модных изданий сейчас больше интересуют достижения традиционных IT-компаний, прогресс в области автоматики управления может в ближайшем будущем оказать на наше мироощущение не меньшее воздействие, чем появления сотовых телефонов и Internet.

Для того чтобы понять, как сильно изменились возможности в области автоматизации за последние годы и как они еще поменяются, важно осознать значение некоторых технологических прорывов, которые произошли за последние годы.

Являясь собственностью отдельных компаний, соответствующие продукты и технологии автоматизации с трудом поддавались интеграции друг с другом. Для решения этой проблемы требовались дорогостоящие технические решения, связанные с написанием нового программного обеспечения, изменения топологии сети и закупки дополнительных компонентов [1].

Таким образом, в определенный момент на рынке сложились объективные предпосылки для успешного внедрения новых подходов в области автоматизации.

1.2 Направления автоматизации систем обеспечения услуг

В системе защиты может использоваться несколько типов датчиков. Такими датчиками могут быть:

- датчики движения;
- датчики угарного газа;
- датчики разрушения стекол;
- датчики открытых дверей и окон;
- датчики обнаружения дыма.

Следует обратить внимание на способ установки этих детекторов и датчиков и на место их расположения в доме. Например, располагать ли детекторы дыма на каждом этаже, устанавливать ли детекторы движения у каждой двери или достаточно использовать детекторы открытых дверей?

Затем необходимо выбрать способ оповещения при срабатывании любого из датчиков. Достаточно ли будет при поступлении сигнала тревоги только уведомить компанию, под контролем которой находится дом.[1].

При планировании системы освещения “умного дома” следует учитывать, что существует два способа установки и конфигурирования осветительных устройств. Первый заключается в монтаже новой специальной проводки для системы управления освещением, а второй - в использовании существующей проводки (с применением, например, протокола X10). Применение специальной

проводки обеспечит более надежный результат, но будет вдвое дороже. ХИО позволяет легко выполнять установку и настройку устройств и координировать их действия с действиями других устройств в системе “умного дома”.

Можно сказать, что схема освещения в определенной степени хорошо стыкуется с системой защиты. Это не значит, что при проникновении в дом незваных гостей яркость света сразу же станет меньше для обеспечения им большего комфорта. Но это означает, что определенные осветительные приборы связаны с датчиками движения и будут включаться при срабатывании этих датчиков. Например, для освещения подступов к дому может использоваться какой-нибудь популярный осветительный прибор, который при обнаружении движения будет наполняться светом. Его не обязательно связывать с системой защиты (иначе полиция будет приезжать всякий раз, когда соседский кот предпримет полуночную прогулку) В данном случае защитные меры будут сводиться лишь к распознаванию любого движения и включению освещения. Это может также сослужить на пользу, когда потребуются вывести ночью автомобиль и немного света не помешает или когда возникнет желание проверить, не ходит ли кто-то у дома. [2]

1.3 Система защиты и система освещения

Основу по-настоящему интегрированной системы “умного дома” составляет локальная вычислительная сеть (далее – ЛВС). Эта ЛВС необходима не только для управления устройствами “умного дома” - она также приносит пользу при выполнении простых расчетов. Почти в любом доме имеется компьютер (это утверждение справедливо для большинства людей, тем более для тех, чей дом заполнен проводами и кто хочет построить “умный дом”). Кроме того, если в доме находятся несколько компьютеров, то вероятно есть необходимость в их соединении. Домашняя ЛВС имеет много достоинств: от совместного применения Интернет-соединения до совместного использования файлов и принтеров. Можно не только сообща пользоваться одними ресурсами, но и

применять какой-нибудь компьютер для выполнения специальных задач, например для управления работой системы защиты или для обслуживания музыкального автомата. Кроме того, если проект “умного дома” достаточно велик, то, по-видимому, имеет смысл приобрести компьютер или специальное устройство, предназначенное исключительно для управления оборудованием.

Конечно, устанавливать ЛВС совсем необязательно - любое количество функций можно реализовать и не имея ЛВС. Однако, если стремиться добиться высокого уровня автоматизации этих функций и их интегрированности, ЛВС будет отличным помощником.

При наличии любой домашней ЛВС придется работать со многими ее компонентами, такими как клиенты сети. Любое устройство, используемое для ввода или вывода данных, то есть это устройства, которые подсоединяются к сети и принимают информацию или предоставляют ее для дальнейшей обработки. Это такие устройства, как клиентские компьютеры и печатающие устройства [2].



Рисунок 1.1 – Домашняя ЛВС

Для начала обсуждения рассмотрим схему, представленную на рисунке 1.1. Это схема простой домашней ЛВС. Компьютер, который чаще всего используется, является клиентским устройством. В показанной на рисунке 1.1 домашней ЛВС содержится три клиентских компьютера: один в домашнем офисе, другой в комнате отдыха и третий представляет собой ноутбук [2].

Это те компьютеры, которые члены семьи используют при выполнении расчетов. Например, они могут применяться для выполнения домашнего задания, для доступа в сеть Интернет и для решения вычислительных задач. Обычно на компьютерах в качестве операционной системы используется Windows.

В этом примере два настольных компьютера подсоединяются к сети с помощью кабеля категории 5е, а ноутбук подключается с помощью беспроводной связи - но в действительности допускается любая комбинация. Можно было бы легко использовать беспроводную сетевую плату на всех трех компьютерах.

Серверами называются специальные компьютеры, которые предназначены для обслуживания клиентских компьютеров. Серверы обеспечивают связь клиентских компьютеров друг с другом и с сетью Интернет. В больших компаниях нередко можно столкнуться с ситуацией, когда несколько серверов используются для управления сотнями и даже тысячами клиентских компьютеров. Однако, для разрабатываемой системы потребуется всего лишь один сервер. Кроме того, будет оправдано использование программного обеспечения “умного дома” на одном компьютере, исполняющем двойную роль, а именно, роль и клиентской машины и сервера.

1.4 Протоколы передачи для автоматизации зданий

На сегодняшний день насчитывается более трех сотен разных протоколов передачи данных в системах автоматики. Все они должны соответствовать определённым требованиям.

В системах автоматизации ошибка в передаваемых от контроллера или к нему данных означает сбой исполнительного механизма. Стоимость такой ошибки может быть очень велика. Поэтому краеугольными требованиями, предъявляемыми к протоколу передачи данных, является надежность протокола, его устойчивость к ошибкам и возможным обрывам линии. В таблице 1.1 приведены возможные варианты инженерных решений этой задачи [3].

Системы контроля и управления зданий подвергаются расширению несколько раз в течение жизненного цикла. Как правило, если предприятие осваивает новую продукцию или расширяет производство, существующие датчики либо заменяются, либо дополняются более точными. При этом, протягивая линии связи к новым контроллерам или интеллектуальным адресным датчикам, зачастую приходится сталкиваться с жесткими требованиями топологии используемого протокола. Поэтому в данном случае, идеальным будет протокол, имеющий минимальные требования к топологии линий. Такой протокол принято называть протоколом со свободной топологией. Эти процедуры должны быть определены недвусмысленно, ясно и четко и быть безошибочно реализованы так, чтобы всевозможные узлы и контроллеры могли взаимодействовать между собой.

Таблица 1.1 – Варианты решений, применяемые для повышения устойчивости протоколов передачи данных к ошибкам

Задача, решаемая системой передачи данных	Применяемое решение
Надежная передача сообщений, контроль целостности	Надежность протокола, его устойчивость к ошибкам и возможным обрывам линии
Защита от сбоев	Избыточность посредством дублирования узлов, линий, сетей. Кольцевая топология, позволяющая сохранить связь при локализованном обрыве
Изоляция сбойных участков и восстановление.	Автоматическая идентификация сбойного узла. Дистанционное управление посредством удаленных команд процессом изоляции и отключения сбойных узлов.

Основными доступными сейчас и в будущем вариантами протоколов являются:

- решения, основанные на CAN, такие как CAN автоматизация;
- DeviceNet, J1850 и SDS;
- шины простых сенсоров Seriplex и Bitbus;
- технология LonWorks;
- CEBus;
- ВАСnet;
- промышленная шина EtherCat;
- TCP/IP с беспроводными сетями [3].

Существуют и другие схемы, предназначенные для решения специфических задач. Компании, разработчики протоколов, не предполагали продавать их третьим организациям, а планировали использовать их в своей работе. В таблице 1.2 и 1.3 сведены несколько характеристик вышеприведенных протоколов.

Промышленная шина EtherCAT разработана немецкой фирмой Beckhoff. EtherCAT - это Ethernet-решение для автоматизации, которое отличается высокой производительностью и простотой использования. С помощью EtherCAT можно дополнить Ethernet-топологию типа «звезда» простой линейной структурой.

Таблица 1.2 – Основные характеристики протоколов передачи ВАСnet, CAN-based, CEBus

Характеристики	ВАСnet	CAN-based (SDS, DeviceNet)	CEBus
Область применения	Автоматизация зданий	Транспорт (J1850, J1939) Дискретная автоматизация (SDS, DeviceNet)	
Уровни OSI/ISO	1,2,3,7		1,2,3,7
Поддерживаемые среды передачи		Витая пара (SDS, DeviceNet) Альтернативные решения на основе оптоволоконна для сетей CAN	Силовые электрические линии (FCC) Коаксиальный кабель RF

Продолжение таблицы 1.2

Характеристики	BACnet	CAN-based (SDS, DeviceNet)	CEBus
Скорость передачи данных	10 Mbps	1 Mbps(CAN) 1 Mbps (SDS) 500 Kbps (DeviceNet)	6.666 kbps (или 10 kbps)
Максимальное адресное пространство	248		216
Поддержка маршрутизаторов сетевого уровня	Есть	Нет	Нет
Аутентификация	Есть	Нет	На уровне приложения

Таблица 1.3 – Основные характеристики протоколов передачи EtherCat, LONWORKS

Характеристики	EtherCat	LONWORKS
Область применения	Автоматизация здания	Автоматизация зданий Управление производством Автоматизация фабрик Транспорт Автоматизация жилища, Автоматизация подстанций, Управление уличным освещением
Уровни OSI/ISO	1,2,3,4,5,6,7	1,2,3,4,5,6,7
Поддерживаемые среды передачи	Витая пара. Оптоволокно	Витая пара со свободной топологией Витая пара Линии электропитания (решение, совместимое со стандартами FCC и CENELEC) Оптоволокно Коаксиальный кабель RF (несколько диапазонов)
Скорость передачи данных	10 Mbps	
Максимальное адресное пространство	65535 узлов в сети	248 доменов, 32000 узлов в домене
Поддержка		Есть

маршрутизаторов сетевого уровня		
Аутентификация	Есть	Есть

Основы передачи информации через TCP/IP протоколы

TCP/IP - это два основных сетевых протокола Internet. Часто это название используют и для обозначения сетей, работающих на их основе. Протокол IP обеспечивает маршрутизацию (доставку по адресу) сетевых пакетов. Протокол TCP обеспечивает установление надежного соединения между двумя машинами и собственно передачу данных, контролируя оптимальный размер пакета передаваемых данных и осуществляя перепосылку в случае сбоя. Число одновременно устанавливаемых соединений между абонентами сети не ограничивается, т. е. любая машина может в некоторый промежуток времени обмениваться данными с любым количеством других машин по одной физической линии.

Другое важное преимущество сети с протоколами TCP/IP состоит в том, что по нему могут быть объединены машины с разной архитектурой и разными операционными системами, например, Unix, MacOS, MS-DOS, MS Windows и т.д. Причём машины одной системы при помощи сетевой файловой системы NFS (NetFileSystem) могут подключать к себе диски с файловой системой совсем другой ОС и оперировать "чужими" файлами как своими.

Протоколы TCP/IP (TransmissionControlProtocol/InternetProtocol) являются базовыми транспортным и сетевым протоколами в OS UNIX. В заголовке TCP/IP пакета указывается:

1. IP-адрес отправителя.
2. IP-адрес получателя.
3. Номер порта.

Пакеты TCP/IP имеют уникальную особенность добраться до адресата, пройдя сквозь разнородные в том числе и локальные сети, используя разнообразные физические носители. Маршрутизацию IP-пакета (переброску его

в требуемую сеть) осуществляют на добровольных началах компьютеры, входящие в TCP/IP сеть [4].

Протокол IP - это протокол, описывающий формат пакета данных, передаваемого по сети.

Создание системы автоматизации жилого помещения подразумевает интеграцию данного проекта с основными элементами домашних систем коммуникаций, отопления, водоснабжения, медиа устройствами и т.д. Создаваемая система имеет несколько вариантов реализации, что расширяет область ее применения.



Рисунок 1.2 – Принцип построения системы “умный дом” с беспроводным маршрутизатором или модемом

Модули “умного дома” можно применить как в домах к подключенных к сети интернет, так и в помещениях лишенных подобной возможности. В варианте, показанном на рисунке 1.2, в качестве точки доступа выступает вполне обычное домашнее оборудование таких фирм, как TP-link, D-link, Cisco, Zyxel, Asus и т.д.

Преимущества данного варианта реализации:

- возможность удаленного управления;

- возможность удаленного мониторинга;
- подключение веб-сервисов: погода, время и т.д.

Ниже приведен второй вариант реализации системы (рисунок 1.3).



Рисунок 1.3 – Принцип построения системы “умный дом” с сервером в режиме soft AP

Данный вариант создан без выхода к сети, вся система имеет свою собственную, независимую сеть с шифрованием, то есть имеет полностью автономный, собственный канал связи. Данный вариант защищен от несанкционированных внешних воздействий и не зависит от степени загрузки сети, как это бывает в домашних сетях, но лишен возможности удаленного взаимодействия.

Преимущества:

- защищенность;
- более широкая область применения;
- нет риска связанного с нагрузкой сети.

Технология передачи ИК команд:

Обычно в пультах ДУ используется одна частота модуляции несущей (то есть частоты излучения ИК-светодиода) — на неё настроен и пульт, и приёмник. Частоты модуляции обычно стандартны — это 36 кГц, 38 кГц, 40 кГц (Panasonic, Sony). Редкими считаются частоты 56 кГц (Sharp). Фирма Использование приёмника с частотой модуляции, не точно совпадающего с частотой передатчика, не означает, что он не будет принимать — приём останется, но его чувствительность может очень сильно упасть.

Передача сигнала осуществляется излучением ИК-светодиода с соответствующей частотой модуляции. Для частот от 30 до 50 кГц обычно используются светодиоды с длиной волны 950 нм, а для 455 кГц — специальные светодиоды с длиной волны 870 нм (на эту длину волны и высокую частоту модуляции ориентированы специализированные приёмники TSOP5700 и TSOP7000).

Несколько таких модулированных передач и гашений (пачек импульсов) формируют кодированную посылку. Приёмник ИК-сигнала состоит из нескольких каскадов усилителей и демодулятора (частотного детектора) и чувствителен к сигналу до -90 дБ (большинство радиолюбительских схем имеют чувствительность до -60 дБ). Также практически все производимые серийно ИК-приёмники имеют ИК-светофильтр (тёмно-красная линза или пластина). Команда в HEX формате выглядит следующим образом: 0000 FREQ CNT1 CNT2 ON_1 OFF1 ON_2 OFF2 ON_nOFFn.

0000 — всегда четыре нуля, но мы для своих целей будем использовать первые два нуля заменяем на количество повторов кода, вторые два нуля это будет номер выхода на ардуинке. Таким образом, код 010D — повторит команду дважды и отправит ее на выход 13 (тот что со встроенным светодиодом); - FREQ — опорная частота сигнала. Обычно в диапазоне 35-40кГц и записывается хитро — $36\text{кГц} = 0073 = 115$, не очень понятно почему десятичное 115 дает частоту 36кГц, скажу лишь, что посчитать это можно так $4145 / \text{FREQ}$; - CNT1 — вспомогательная часть; - CNT2 — вспомогательная часть. - ON — данные. Это

количество периодов мерцания ик-диодом; - OFF — количество периодов когда держится на ножке логический ноль. Выглядит это таким образом (рисунок 1.5):

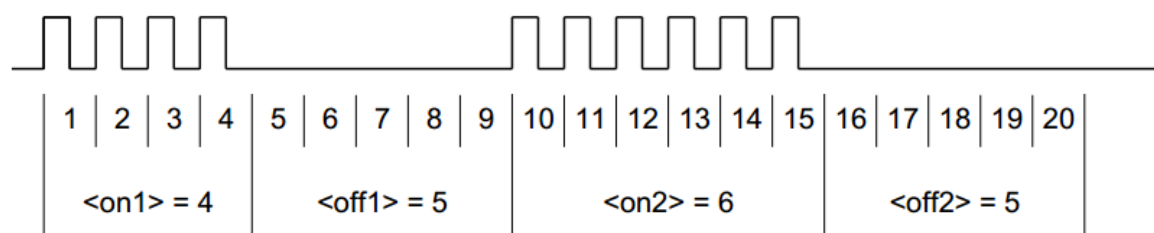


Рисунок 1.5 – Импульсы команды

В составе среды arduino существует специальная функция tone (pin,frequency,duration), она генерирует на порту вход/выхода сигнал — прямоугольную «волну», заданной частоты и с 50% рабочим циклом, используя прерывания таймера. Это позволяет использовать генерацию ик команд для удаленного управления техникой.

На основе изучения и анализа существующей системы компонентов объектов “умного дома” есть целесообразным спроектировать систему охранительной и пожарной сигнализации, которая бы дала возможность:

1. обеспечить более надежное выявление источников загорания (на ранней стадии);
2. объединить возможность использования одного централизованного пульта сигнализации для систем охраны и пожарной безопасности;
3. использовать разные типы пользователей для системы пожарной сигнализации в зависимости от места установления (категории помещения).

Рассмотрев различные характеристики пожарных систем безопасности, можно прийти к выводу, что для реализации пожарной системы объекта наиболее необходима система пожарной безопасности [1] - комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных на предотвращение пожара и ущерб от него.

Система пожарной безопасности “умного дома” включает в себя [9]:

- систему автоматической пожарной сигнализации;
- систему оповещения людей о пожаре;
- система управления дымоудаления;
- систему автоматического пожаротушения.

Система автоматической пожарной сигнализации предназначена для эффективного и своевременного обнаружения источников возгорания на ранних стадиях и автоматической выдачи всей необходимой информации на приемно-контрольную аппаратуру для выявления и локализации места возгорания и оповещения людей об опасности пожара.

При срабатывании пожарных извещателей на приемно-контрольной аппаратуре включаются звуковой и световой сигналы тревоги с указанием номера шлейфа, в котором произошло срабатывание извещателя.

При повреждении соединительных линий или шлейфов (обрыв, короткое замыкание) на приемной аппаратуре включаются также сигналы: звуковой и световой с указанием поврежденного шлейфа (соединительной линии).

Система оповещения людей о пожаре служит для своевременного предупреждения людей о пожаре и принятия мер по эвакуации людей и ликвидации очага возгорания.

Система управления дымоудалением служит для безопасной эвакуации людей и включения необходимого оборудования для удаления дыма[24].

Система автоматического пожаротушения предназначена для предотвращения, ограничения развития, тушения пожара (рисунок 1.6.)

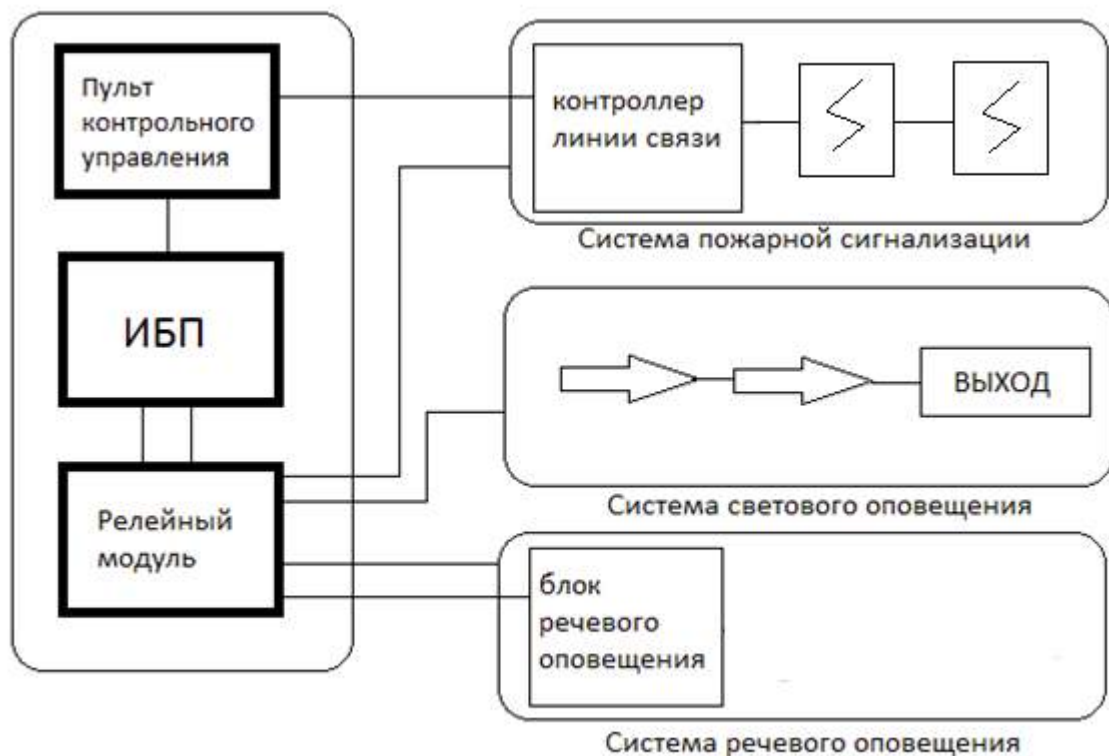


Рисунок 1.6 – Схема системы пожарной сигнализации

Система пожарной сигнализации предназначена для круглосуточного контроля охраняемого объекта, а в частности для раннего оповещения владельца об обнаружения признаков пожара или задымления.

Выбор оборудования пожарной сигнализации определяется характеристиками здания, площадь территории, назначение объекта и т.д. В настоящее время можно выделить три основных типа станций пожарной сигнализации:

1. неадресные;
2. адресные;
3. адресно-аналоговые.

Неадресные системы. В шлейф пожарной сигнализации такого типа включаются:

- обычные дымовые;
- тепловые;
- ручные извещатели.

При срабатывании датчика его номер и помещение на станции не указываются, инициируется только номер шлейфа. Применение неадресных систем целесообразно для небольших объектов (не более 30-40 помещений).

В адресных системах анализ состояния окружающей среды и формирование сигнала также производится самим датчиком, но в шлейфе сигнализации реализуется протокол обмена, позволяющий определить, какой именно извещатель сработал. В каждом датчике или монтажном цоколе расположена схема установки адреса. Таким образом, система определяет конкретное место формирования сигнала о пожаре, что повышает оперативность реагирования специальных служб[24].

Адресно-аналоговые системы пожарной сигнализации являются центром сбора телеметрической информации, поступающей от извещателя. Так, для теплового датчика станция постоянно контролирует температуру воздуха в месте его установки, для дымового — концентрацию дыма. По характеру изменения этих параметров именно станция, а не извещатель, как в случае адресных систем, формирует сигнал о пожаре. Это позволяет существенно повысить достоверность определения очага возгорания.

Основные преимущества адресно-аналоговых систем указаны в [3] и состоят в:

- использование кольцевой структуры шлейфа, существенно повышающей надежность всей системы (при обрыве шлейф продолжает полноценно функционировать);
- возможность дальнейшего наращивания системы без дополнительных затрат;
- простая организация сети из панелей и ретрансляторов с организацией взаимодействия между всеми узлами сети;
- возможность использования волоконно-оптических линий для связи между панелями;
- большое количество сервисных функций, облегчающих обслуживание системы (ведение журнала событий, ручное/автоматическое

отключение датчиков/зон, автоматическое предупреждение о необходимости чистки датчиков);

- использование специальных модулей-изоляторов для изоляции короткого замыкания в шлейфе, что также повышает надежность шлейфа;

- алгоритмы, предотвращающие ложные срабатывания (дневной/ночной режим, переменных опорный уровень чувствительности датчиков с автоматической компенсацией загрязнения, проверка совпадения тревог);

- использование меньшего количества кабеля для подключения датчиков;

- возможность простой интеграции с системами автоматизации здания (дымоудаление, подпор воздуха, вентиляция, лифты);

- мощные программные графические средства с гибкой архитектурой.

Как уже отмечено выше, важным преимуществом адресно-аналоговых систем является легкость монтажа и обслуживания. Адресно-аналоговые системы позволяют составлять отчеты о наиболее загрязненных датчиках, выборочно их снимать, чистить и менять, что значительно снижает уровень возникновения ложных тревог.

Таким образом, для решения задач обеспечения пожарной безопасности “умного дома” разработано множество систем ориентированных на различные потребности. Разработчики систем пытаются создать решения в полной мере учитывающие определенную специфику в зависимости от объекта охраны, которые в тоже время позволяли обеспечить человеку комфортное существование в пределах объекта[30].

Каждая разработка представляет собой эксклюзивный продукт, объединяющий требования различных заказчиков, которые могут существенно отличаться друг от друга, как объемом функций, так и режимами работы, и к тому же могут претерпевать значительные изменения. Реализация систем “умного дома” призвана учитывать весь комплекс элементов проектирования –

оборудование, программное обеспечение, каналы связи, коммуникации, а также вопросы технологии строительства и даже пожелания заказчика по дизайну.

В данной дипломной работе была сделана базовая система контроля и управления “умным домом”. Полученная система позволяет удаленно получать данные с датчиков и осуществлять управление освещением с мобильного приложения или web-браузера и оповещать в экстренных случаях.

Выводы по главе один:

В первой главе были рассмотрены принципы, стандарты и протоколы построения подобных систем, а также технологии, используемые для их создания. Был сделан глубокий анализ современных систем и выбран подходящий вариант. Были показаны варианты реализации системы, произведено сравнение, выявлены преимущества и недостатки этих вариантов.

2 РАЗРАБОТКА МОДУЛЕЙ СИСТЕМЫ “УМНОГО ДОМА”

2.1 Сервер

Автоматизированные системы управления зданием. Рассмотрим устройство мониторинга окружающей среды NetPing. Основная сфера применения – удаленный контроль и мониторинг устройств в доме и офисе. Задачи, решаемые при помощи устройства NetPing:

- удаленное управление электропитанием;
- управление безопасностью и отслеживание чрезвычайных происшествий, используя датчики дыма, протечки воды, утечки газа, антивандальные системы, управление камерами видео наблюдения;
- управление микроклиматом при помощи датчиков температуры, влажности и управление кондиционером через инфракрасный порт;
- управление АТС по порту RS-232;
- дистанционное изменение настроек в зависимости от ситуации;
- отправка уведомлений о неполадках или других важных событиях по средствам SMS, электронной почты;
- доступ к системе в реальном времени через HTTP или SNMP;
- управление освещением и другими бытовыми приборами по расписанию.

На рисунке 2.1 представлена схема взаимодействия всех компонент системы “умный дом”.



Рисунок 2.1 – Схема взаимодействия системы “умный дом”

Устройства NetPing позволяют подключить до 16 датчиков на одно устройство. Благодаря встроенному Web-серверу контроль и управление осуществляется через браузер.

Сервер, или головной модуль, служит основой для построения данной системы домашней автоматизации. Он реализует функции передачи данных, регистрации модулей, мониторинга, и приема / передачи данных на устройства с человеко-машинным интерфейсом. Построен на базе AVR микроконтроллерной платы Arduino MEGA 2560

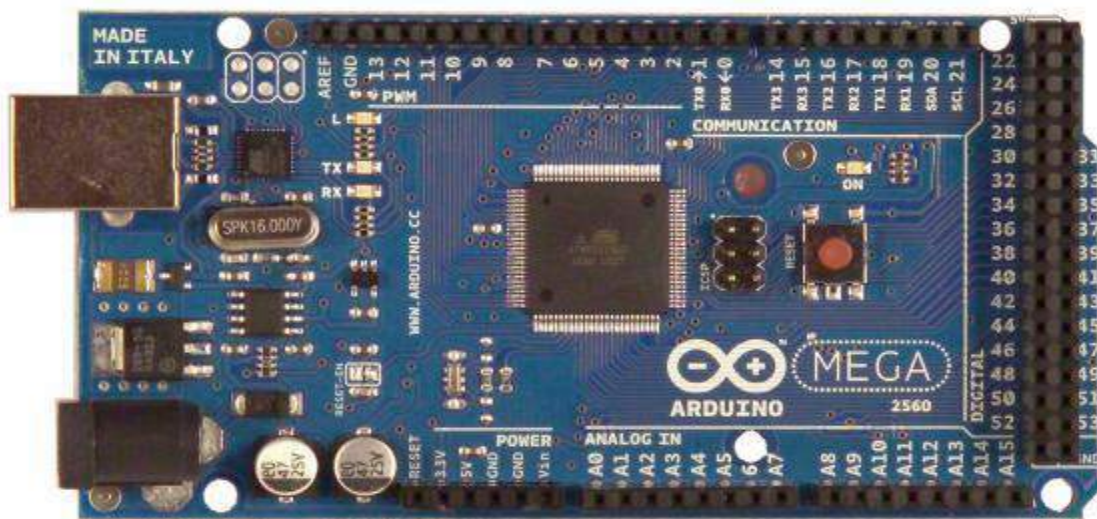


Рисунок 2.2 – Arduino MEGA (вид сверху)

Arduino Mega построена на микроконтроллере ATmega2560. Плата имеет 54 цифровых входа/выходов (14 из которых могут использоваться как выходы ШИМ), 16 аналоговых входов, 4 последовательных порта UART, кварцевый генератор 16 МГц, USB коннектор, разъем питания, разъем ICSP и кнопка перезагрузки. Для работы необходимо подключить платформу к компьютеру посредством кабеля USB или подать питание при помощи адаптера AC/DC, или аккумуляторной батареей. Подробная схема в Приложении А [5].

Платформа программируется посредством среды разработки Arduino. Микроконтроллер ATmega2560 поставляется с записанным загрузчиком, облегчающим запись новых программ без использования внешних программаторов. Связь осуществляется оригинальным протоколом STK500. Имеется возможность не использовать загрузчик и запрограммировать микроконтроллер через выводы блока ICSP (внутрисхемное программирование).

Выбор этого контроллера обуславливается его доступностью при достаточно большом количестве портов ввода/вывода, наличием целых трех hardware serial и вычислительными мощностями. В данной системе использован в качестве сервера. В связке с esp8266 работает в режиме TCP сервер, регистрирует и классифицирует подключаемые модули.

Таблица 2.1 – Технические характеристики Arduino MEGA 2560

Параметр	Значение
Микроконтроллер	ATmega2560
Рабочее напряжение	5В
Входное напряжение (рекомендуемое)	7-12В
Входное напряжение (предельное)	6-20В
Цифровые Входы/Выходы	54 (14 из которых могут работать также как выходы ШИМ)
Аналоговые входы	16
Постоянный ток через вход/выход	40 mA
Постоянный ток для вывода 3.3 В	50 mA
Флеш-память	256 КВ (из которых 8 КВ используются для загрузчика)
ОЗУ	8 КВ
Энергонезависимая память	4 КВ
Тактовая частота	16 MHz

Миниатюрные WiFi модули ESP8266 довольно привлекательны для систем “умного дома” и домашней автоматизации. Данный вариант устройства оснащен керамической антенной с возможностью подключения внешней антенны (рисунок 2.3).



Рисунок 2.3 – ESP8266

Таблица 2.2 – Основные технические характеристики ESP8266

Параметр	Значение
WI-FI:	802.11 b/g/n с WEP, WPA, WPA2.
Режимы работы:	Клиент (STA), Точка доступа (AP), Клиент+Точка доступа (STA+AP).
Напряжение питания	1.7..3.6 В.
Потребляемый ток:	до 215мА в зависимости от режима работы.
Количество GPIO:	16.
Flash память:	512кб.
RAM данных:	80 кб
RAM инструкций:	32 кб.

Данный компонент используется во всех составляющих проекта как основное средство связи между модулями. В варианте реализации сервера “умного дома” в режиме Soft AP, данный модуль оснащается большей антенной. На рисунке 2.4 приведена схема входов и выводов модуля.

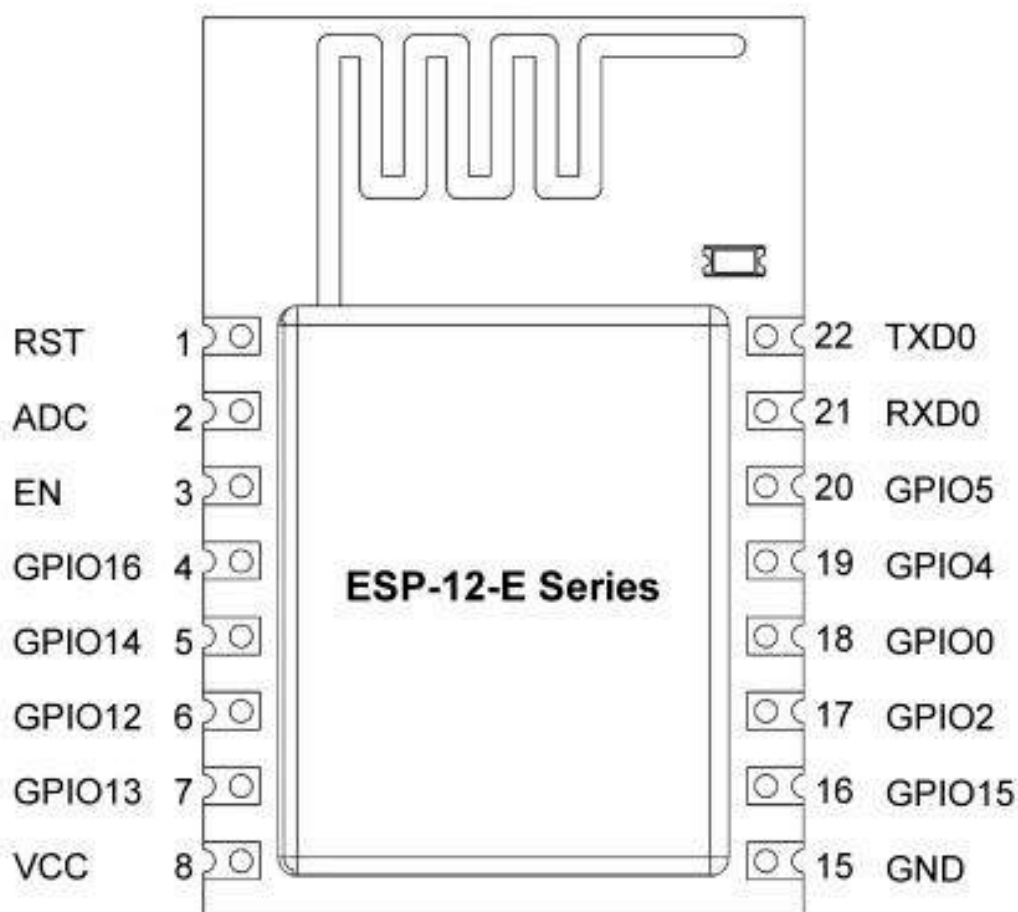


Рисунок 2.4 – Распиновка беспроводного модуля

ESP8266 в данном исполнении имеет 22 выведенных контакта. Контакты GPIO программируемые, также могут выдавать цифровой сигнал с помощью get запросов.

В тестовом образце устройства используется специальная переходная плата (рисунок 2.5), так как шаг контактов у оригинального модуля составляет 2 мм, в то время как для монтажа на макетную плату необходим шаг 2,5 мм.

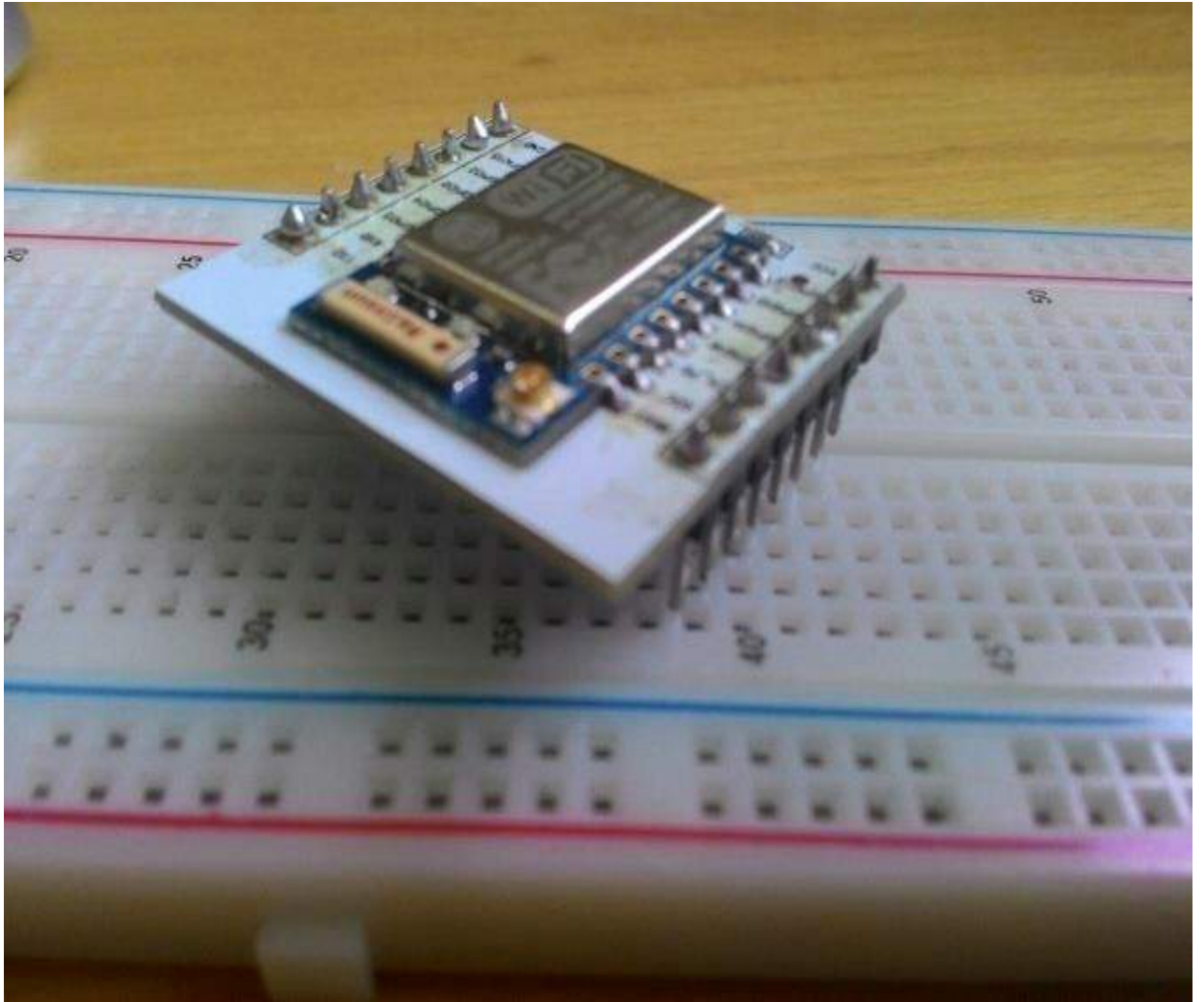


Рисунок 2.5 – Переходная плата

2.2 Модуль управления освещением

Модуль управления освещения в реализованном варианте имеет широкую область применения. Он включает в себя датчик движения и двухканальное реле. Как и все подключаемые модули работает в режиме TCP клиента. На рисунке 2.6 изображена принципиальная схема устройства, а в таблице 2.3 приведено описание элементов схемы.

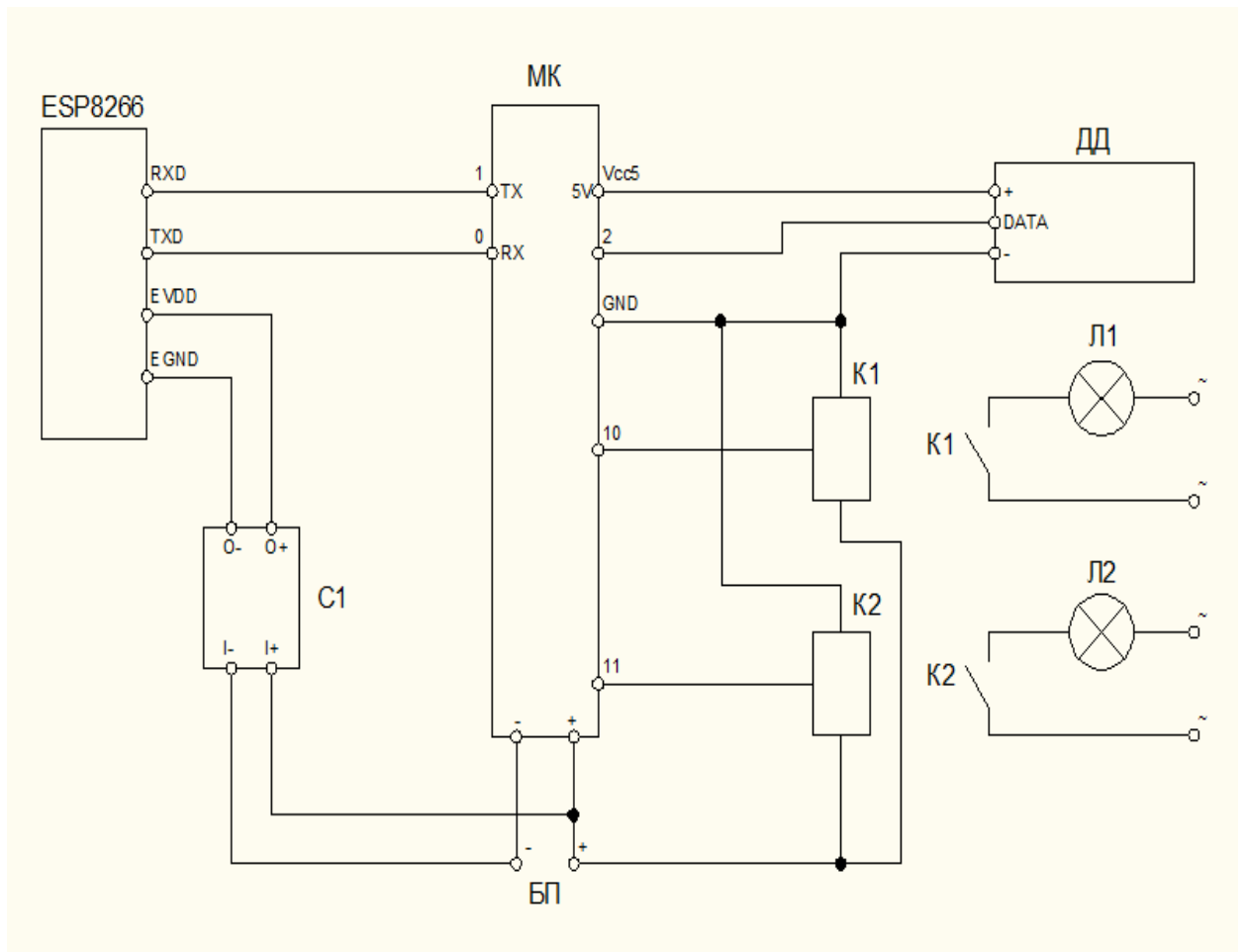


Рисунок 2.6 – Модуль управления освещением, схема принципиальная

Таблица 2.3 – Описание схемы

Обозначение	Описание
ESP8266	WiFi модуль
МК	ArduinoNano v3
K1, K2	Реле
ДД	Датчик движения
C1	Стабилизатор напряжения
Л1, Л2	Лампы
БП	Контакты блока питания

Реализовано отдельное питание для модуля ESP8266, так как в отличие от Mega 2560, Nano не может обеспечить достаточный ток на выходе 3.3В. В схеме для этих целей использован стабилизатор напряжения AMS1117-3.3V (рисунок 2.7).

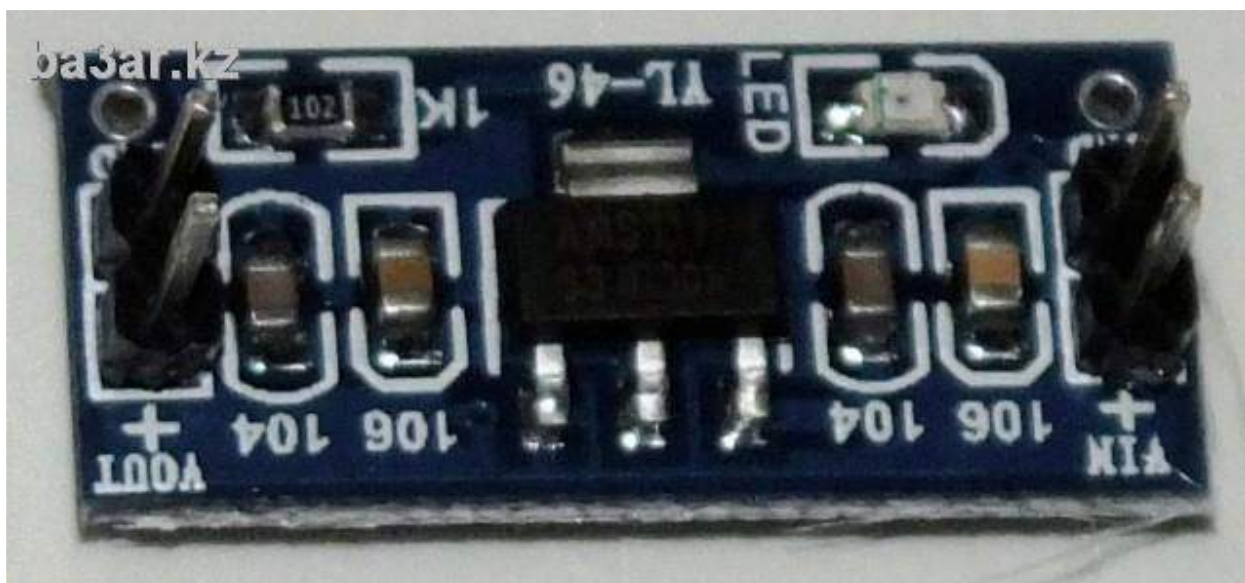


Рисунок 2.7 – AMS1117-3.3V Общий вид

Стабилизатор напряжения выполнен на отдельной плате (рисунок 2.8) со стандартными ножками для использования на макетной плате, что существенно облегчает процесс прототипирования тестового образца системы.

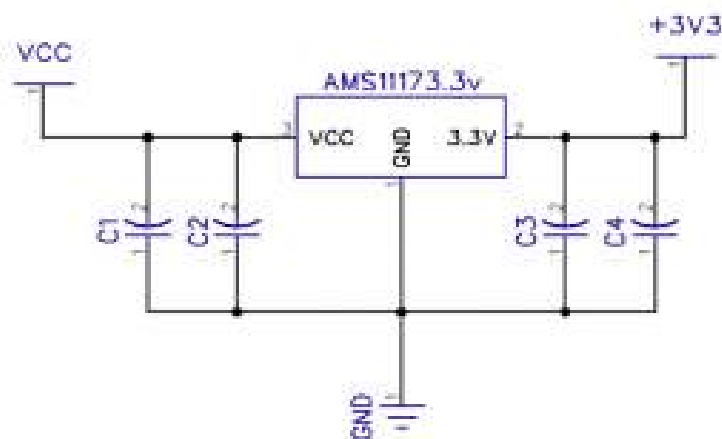


Рисунок 2.8 – AMS1117-3.3V Схема принципиальная

Выбор контроллера пал на ArduinoNano (рисунок 2.9). Плата маленькая, полнофункциональная, хорошо совместимая с макетными платами, основанная на микроконтроллере ATmega328 (ArduinoNano версия 3.0). Она имеет более-менее такую же функциональность как ArduinoDuemilanove, но

просто другую конструкцию. Ей не хватает разъёма питания DC, а разъём для кабеля - Mini-B USB вместо стандартного.



Рисунок 2.9 – ArduinoNano вид сверху

Выбор данной платы обусловлен ее дешевизной, масса-габаритными характеристиками и функциональностью. В таблице 2.4 приведены основные технические характеристики платы.

Таблица 2.4 – Краткие характеристики ArduinoNano

Параметр	Значение
Микроконтроллер	Atmel ATmega328
Рабочее напряжение (логическая уровень)	5 В
Входное напряжение (рекомендуемое)	7-12 В
Входное напряжение (предельное)	6-20 В
Цифровые Входы/Выходы	14 (6 из них могут использоваться как выходы ШИМ)
Аналоговые входы	8
Постоянный ток через вход/выход	40 мА
Флеш-память	32 Кб при этом 2 Кб используются для загрузчика
ОЗУ	2 Кб
EEPROM	или 1 Кб
Тактовая частота	16 МГц
Размеры	1.85 см x 4.2 см

Реле – устройство для автоматической коммутации электрических цепей по сигналу извне; состоит из релейного элемента (с двумя состояниями устойчивого равновесия) и группы электрических контактов, которые замыкаются (или размыкаются) при изменении состояния релейного элемента. Было выбрано двухканальное реле (рисунок 2.10).



Рисунок 2.10 – Двухканальное реле

В данном модуле использовано двухканальное реле в качестве ключа в силовой цепи. Подключается параллельно с выключателем, такое подключение наиболее удобно для повседневного использования. Характеристики приведены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Технические характеристики используемого реле

Параметр	Значение
Напряжение управляющей цепи	5В
Минимальный управляющий ток	10мА
Переменное напряжение	До 250В
Переменный ток	До 10А
Постоянное напряжение	До 30В
Постоянный ток	До 10А

Датчик движения SC0072 (рисунок 2.11) отвечает за детектирование движения в помещении. Его характеристики приведены ниже, в таблице 2.6.

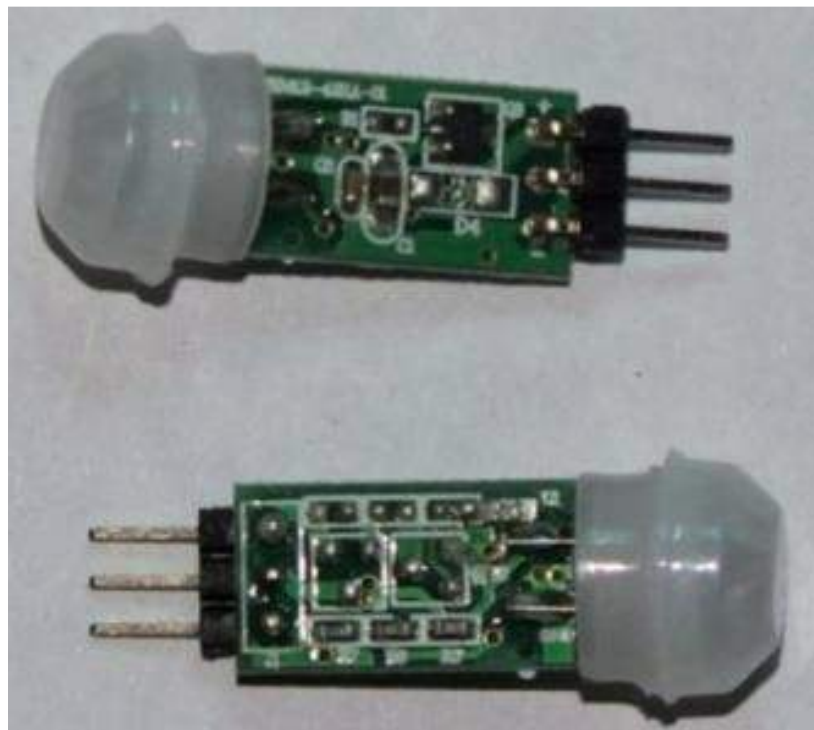


Рисунок 2.11 – Датчик движения SC0072

Таблица 2.6 – Технические характеристики датчика SC0072

Параметр	Значение
Напряжение питания:	DC 3,3-15V
Напряжение на выходе :	Высокие и низкие уровни в 3.3V TTL логике
Дистанция обнаружения:	до 4м
Угол обнаружения:	до 110°
Длительность импульса при обнаружении:	до 1сек.
Рабочая температура:	-20 ... +80°C

Работа PIR-сенсора (PassiveInfraredsensor), т.е. пассивного ИК датчика основывается на измерении инфракрасного излучения от объектов.

Работу можно разделить на два этапа:

1. Калибровка. При включении датчик измеряет инфракрасное излучение для получения эталонных значений.

2. Мониторинг. Датчик постоянно измеряет инфракрасное излучение и при отклонении от эталонного выдает единицу в порт.

Модуль имеет 3 вывода (стандарта 2.54мм):

- GND: "-" питание;
- VCC: "+" питание;
- OUT: Вывод выходного сигнала;

Подключение датчика:

- GND на любой из GND выходов контроллера;
- VCC на + 5 вольт на контроллера;
- OUT на любой из цифровых входов/выходов контроллера.

2.3 Модуль управления электроприборами

Модуль управления электроприборами в реализованном варианте универсален. Он включает в себя возможность управления любой домашней техникой с ИК приемником, например телевизорами, кондиционерами,

проигрывателями и т.д. Как и все подключаемые модули работает в режиме TCP клиента. В схеме имеется датчик температуры и влажности.

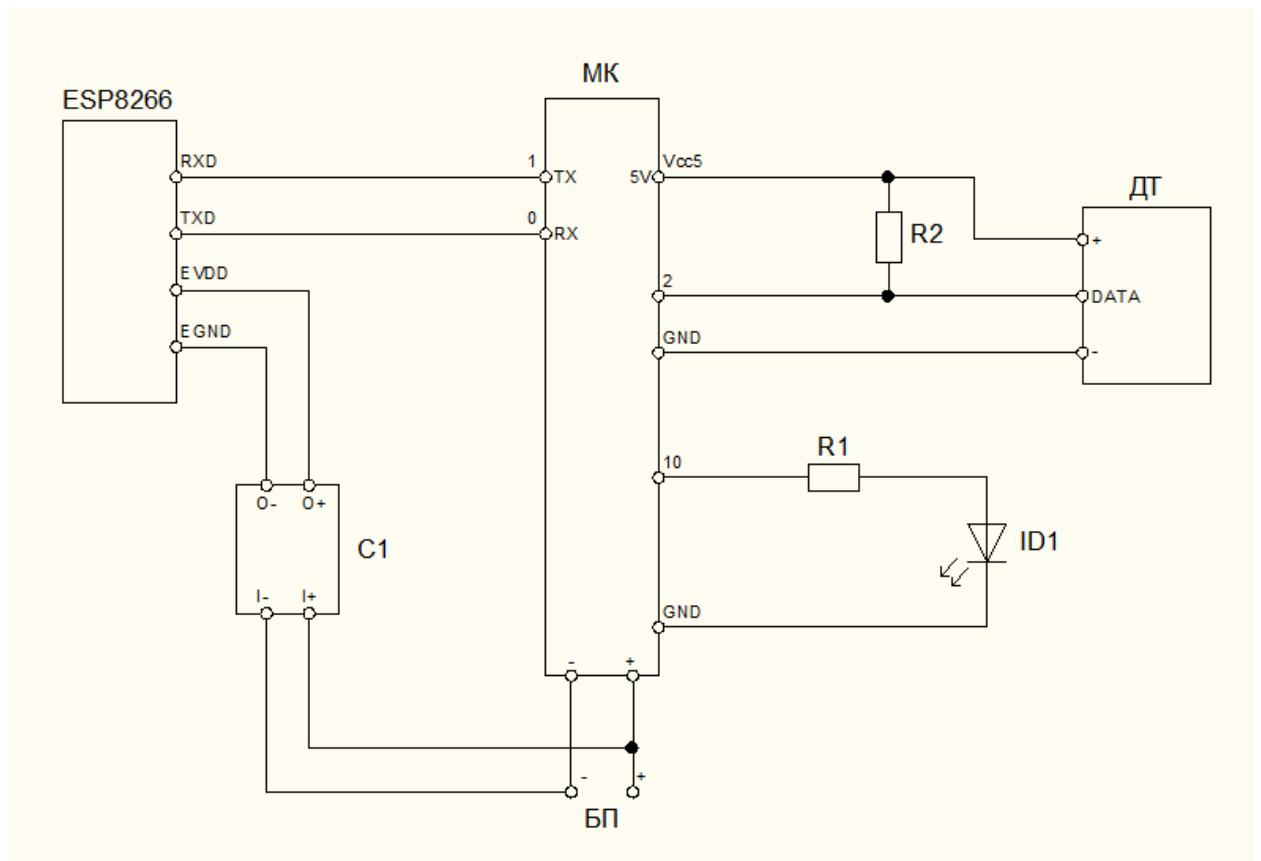


Рисунок 2.12 – Модуль управления электроприборами, схема принципиальная

В роли контроллера в данной реализации модуля выступает ArduinoNano, который ранее был подробно рассмотрен. В таблице 2.7 перечислены основные элементы схемы.

Таблица 2.7 – Описание схемы

Обозначение	Описание
ESP8266	WiFi модуль
МК	ArduinoNano v3
R1, R2	Резисторы
ДТ	Датчик температуры и влажности DHT11
C1	Стабилизатор напряжения
БП	Контакты блока питания

Номиналы резисторов: R1 - 500 Ом, R2 - 10 кОм.

Для измерения температуры в помещении используется сенсор DHT11 (рисунок 2.13).

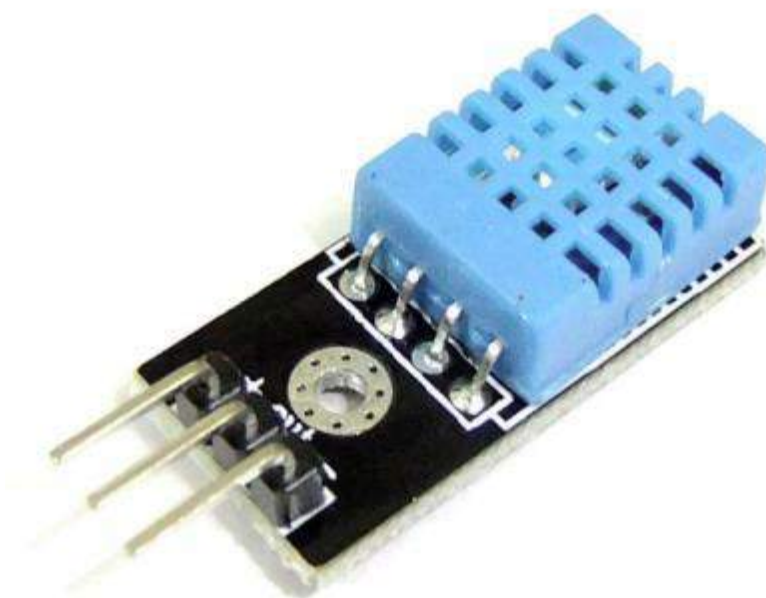


Рисунок 2.13 – Датчик температуры DHT11

Сенсор DHT11 для измерения температуры и относительной влажности окружающего воздуха - стабильный и энергоэффективный датчик. Его характеристики приведены в таблице 2.8.

Датчик подключается к управляющей электронике через 3 контакта. Данные и температуры, и влажности поставляются по сигнальному проводу в виде цифрового сигнала. Это позволяет передавать данные на расстояние до 20 м. Сенсор работает по собственному протоколу.

Таблица 2.8 – Характеристики DHT11

Обозначение	Описание
Напряжение питания	5 В
Диапазон температур:	0–50 °С
Погрешность температуры:	±2 °С
Диапазон влажности:	20–90%
Погрешность влажности:	±5%

В качестве ИК передатчика в схеме использован BL-L314IRBC (рисунок 2.14). Серия светодиодов L314 представляет линейку круглых светодиодов диаметром 3 мм со сферической линзой.



Рисунок 2.14 – ИК диод

На нижней части корпуса имеется выступ диаметром 3.9 мм, предназначенный для удобства монтажа светодиода. Для исключения ошибки подключения светодиода анод имеет более длинный вывод. Светодиоды серии L314 выпускаются двух типов - с углом рассеивания 60 градусов и углом рассеивания 30 градусов. Светоотдача этих светодиодов колеблется в очень широких пределах и отображена в таблице. Диапазон рабочих температур находится в пределах от -40 до +80 градусов.

Для функционирования данной схемы необходимо считать и распознать сигналы с пультов управления домашней техники. Для этого можно использовать специальные считывающие устройства.

2.4 Пример размещения модулей “умного дома”

В примере взят реальный архитектурный проект современного дома. Далее показано возможное расположение модулей и принцип проектирования подобных систем домашней автоматизации.

Дом является энергоэффективным и задуман с применением передовых технологий в области энергосбережения, так например использована специальная система вентиляции с использованием теплообменников, также имеются солнечные панели. В перспективе видна необходимость в создании системы управления вентиляцией, солнечными батареями и теплообменниками.

На рисунке 2.15 показано расположение солнечных батарей на мансарде. На рисунках 2.16, 2.17 показан пример расположения модулей системы на примере архитектурного плана помещения.

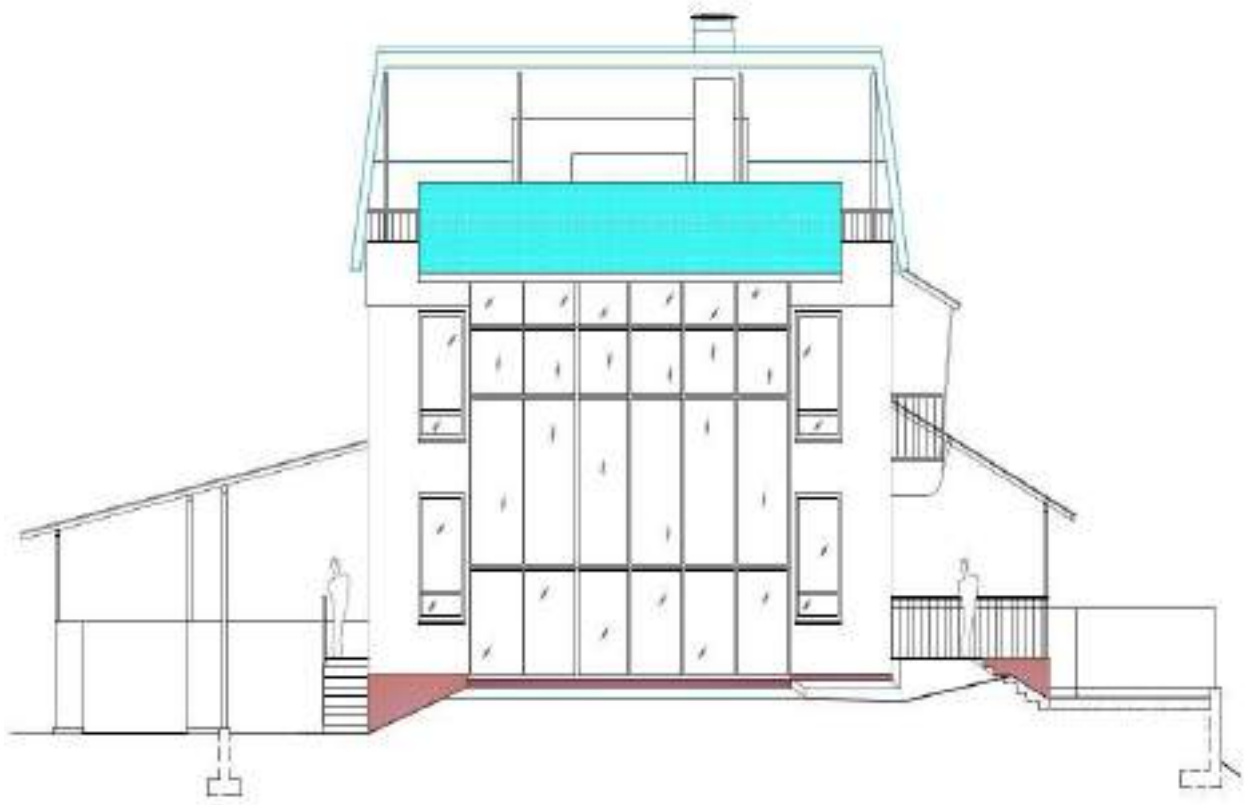


Рисунок 2.15 – Фасад дома

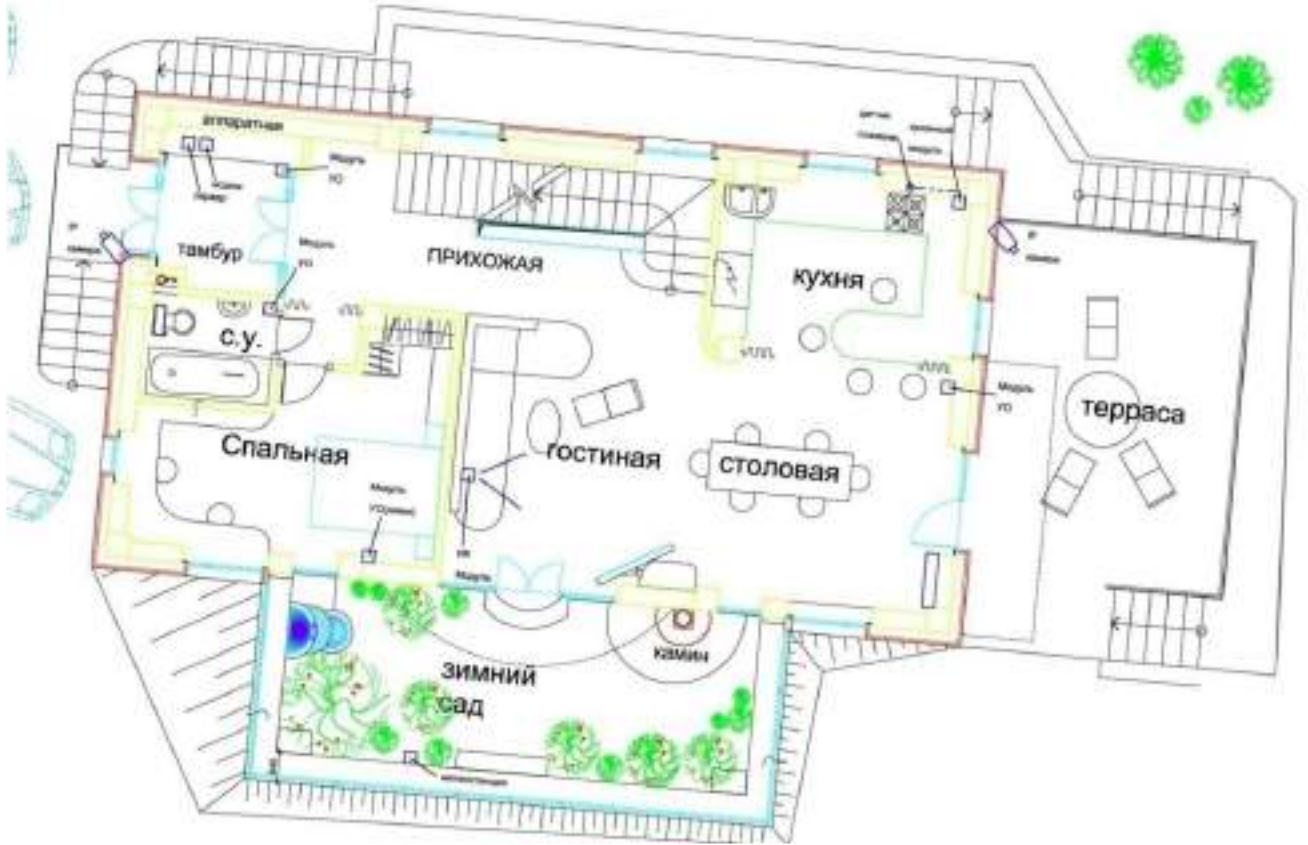


Рисунок 2.16 – План первого этажа

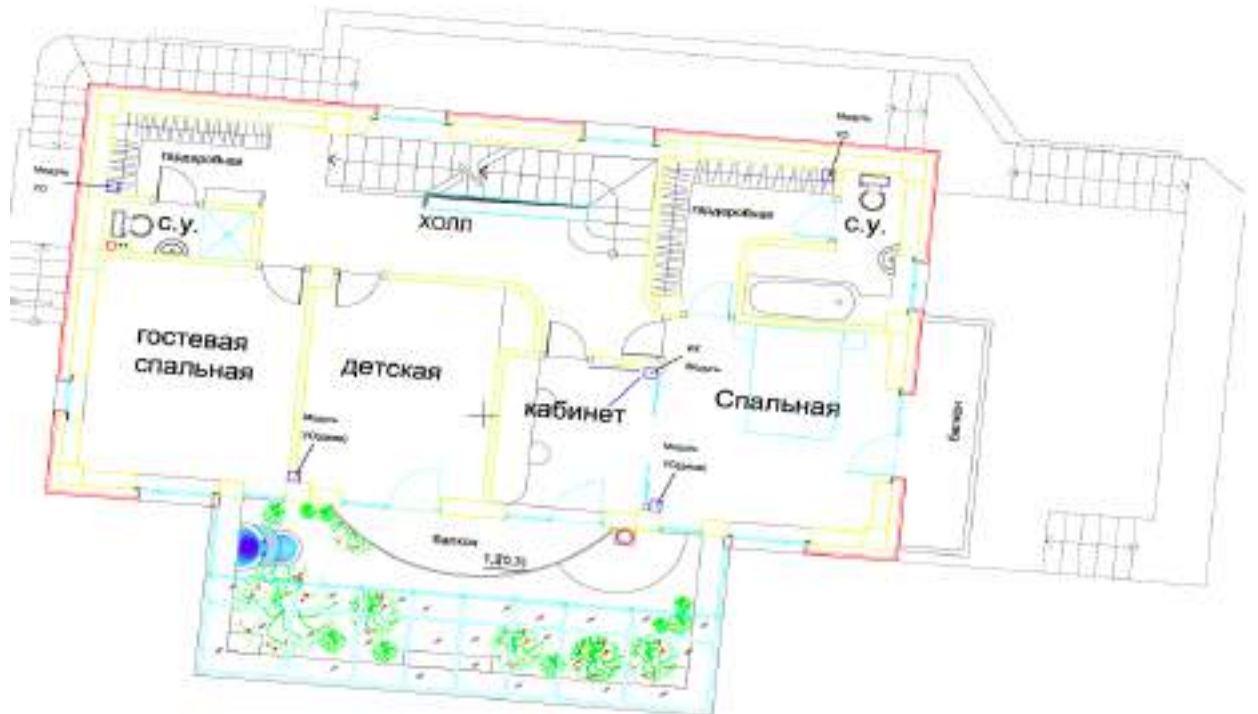


Рисунок 2.17 – План второго этажа

Обозначения:

- модуль УО - модуль управления освещением;
- ИК Модуль - модуль с инфракрасным передатчиком;
- модуль УО(димм) - модуль управления освещением с функцией диммирования;
- Кухонный модуль - модуль с функциями удаленного управления электроприборами и с реализацией противопожарной безопасности.

На первом этаже размещается сервер и маршрутизатор. Требования к маршрутизатору - большая мощность, либо использование вспомогательных узлов сети (репиторов) для увеличения покрытия в пределах дома.

Выводы по главе два:

Во второй главе были рассмотрены основные элементы системы, их конструктивная характеристика и электрическая схема устройств. Особенности проектирования и реализации опытного образца с работающими основными функциями с предоставленными эскизами печатных плат.

3 ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

3.1 Среда разработки

Arduino IDE

Контроллерная программная часть выполнена в opensource среде Arduino IDE, как наиболее подходящей для работы с имеющимися контроллерами [6].

EmbarcaderoDelphi XE8

Приложение для настройки параметров и просмотра информации написано в среде разработки Delphi XE8. Выбор данной среды обуславливается двумя факторами:

1. Кроссплатформенность, гибкость в использовании в домашних условиях и возможность использования приложения на наиболее популярных и распространенных ОС.

2. Простота среды для работы с визуальной составляющей проекта, что существенно облегчает разработку приложения, так как имеются готовые элементы интерфейса.

EmbarcaderoDelphi – интегрированная среда разработки ПО для MicrosoftWindows, Mac OS, iOS и Android на языке Delphi.

Delphi – императивный, структурированный, объектно-ориентированный язык программирования со строгой статической типизацией переменных. Основная область использования — написание прикладного программного обеспечения.

На сегодняшний день, наряду с поддержкой разработки 32 и 64-разрядных программ для Windows, реализована возможность создавать приложения для AppleMac OS X (начиная с EmbarcaderoDelphi XE2), iOS (включая симулятор, начиная с XE4 посредством собственного компилятора), а также, в Delphi XE5, для GoogleAndroid (непосредственно исполняемые на ARM-процессоре) [7].

3.2 Программа сервера

Сервер служит связующим звеном между модулями, он определяет и перенаправляет команды нужному модулю. Принцип его работы показан на рисунке 3.1. Все команды стандартизированы и используют 8 байт, при их интерпретации используется кодировка ASCII.

Формат команд по байтам: [0][1][2][3][4][5][6][7][8]:

– [0] – байт №1, используется в качестве идентификатора модуля, по нему сервер решает куда отправить сообщение. В текущем варианте реализации проекта существует 4 варианта получателя сообщения:

1. S – сам сервер.
2. L – модуль управления освещением с датчиком движения.
3. I – модуль с ИК передатчиком.
4. K – модуль управления освещением с диммером.

– [1] – байт №2, определяет тип команды.

1. C – команда от устройства дистанционного управления.
2. M – регистрация модуля, отправляется при включении.

– [2] – [8] Непосредственная команда, считывается по-разному.

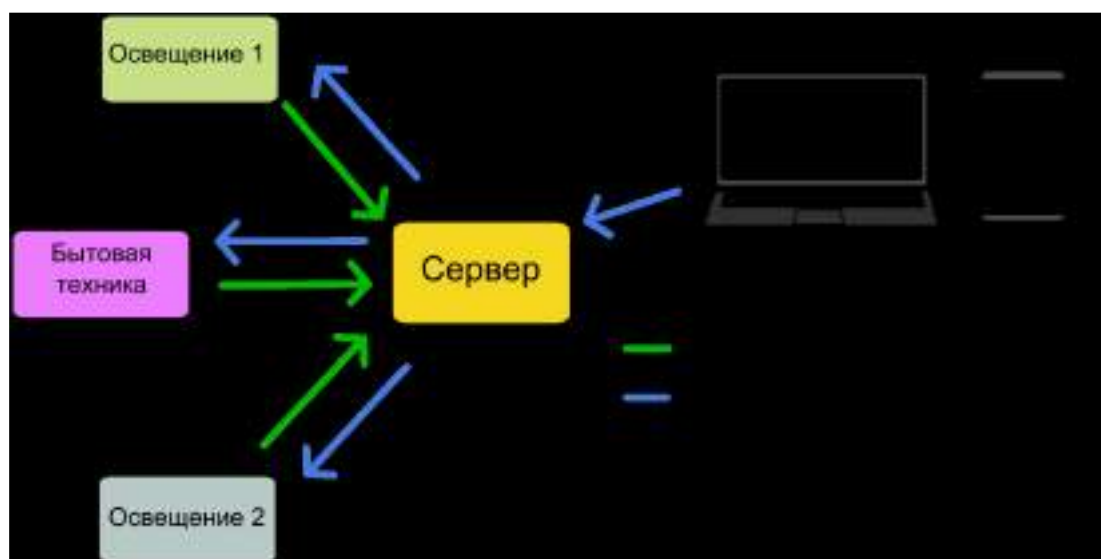


Рисунок 3.1 – Принцип работы сервера

Листинг программы сервера (Arduino IDE) приведен ниже.

```
char incoming [13]; char answer[6];
char lampid, lamp2id;
char irid, clientid;
char msg[8];
int clientled=37; int lampled=45; int irled=53; //индикаторные пины 53 45 37
void tcpserverstart() { //настройка TCP сервера
Serial3.write("AT+CIPMODE=0\r\n");
delay(300);
Serial3.write("AT+CIPMUX=1\r\n");
delay(300);
Serial3.write("AT+CIPSERVER=1,8888\r\n");
delay(500);
Serial3.write("AT+CIPSTO=28800\r\n");
delay(1000);
Serial.println("Server is ready");
delay(300);
}
void setup() {
lampid='n'; lamp2id='n'; irid='n'; clientid='n';
Serial.begin(9600); // открываем COM для вывода диагностических сообщений
Serial.println("Serial is open");
Serial3.begin(9600); // ESP8266
Serial3.setTimeout(3000);
pinMode(clientled, OUTPUT);
pinMode(lampled, OUTPUT);
pinMode(irled, OUTPUT);
Serial3.write("AT+RST\r\n"); // перезагрузка модуля
delay(3000);
```

```

tcpserverstart();
}
void loop() {
if (Serial3.find("IPD")) { // Считываем команду
Serial3.readBytes(incoming, 13); // Записываем команду в буфер
switch (incoming[5]) { // Интерпретация команды
case 'L':
if (incoming[6]=='M') {
lampid=incoming[1]; //записываем id модуля
Serial3.write(lampid); Serial3.write(",1\r\n");
delay(100);
Serial3.write("K");
Serial.print("lamp module found id: "); Serial.println(lampid);
digitalWrite(lampled, HIGH);
}
if (incoming[6]=='C') { // отправка сообщения модулю
for (inti =0; i<8; i++)
msg[i]=incoming[5+i];
Serial.write(msg);
Serial3.write("AT+CIPSEND=");
Serial3.write(lampid); Serial3.write(",8\r\n");
delay(200);
Serial3.write(msg);
}
break;
case 'T':
if (incoming[6]=='M') {
irid=incoming[1]; //записываем id модуля
Serial.print("clim module found id: "); Serial.println(irid);
digitalWrite(irled, HIGH);
}
}
}

```

```

}
if (incoming[6]=='C') { // отправка сообщения модулю
for (inti =0; i<8; i++)
msg[i]=incoming[5+i];
Serial3.write("AT+CIPSEND=");
Serial3.write(irid); Serial3.write(",8\r\n");
delay(100);
Serial3.write(msg);
delay(100);
Serial3.write("AT+CIPSEND=");
Serial3.write(clientid); Serial3.write(",6\r\n");
delay(100);
Serial3.write(112233);
}
if (incoming[6]=='T') {
for (inti =0; i<8; i++)
msg[i]=incoming[5+i];
Serial.write("Temperature: ");
Serial.write(msg);
Serial3.write("AT+CIPSEND=");
Serial3.write(clientid); Serial3.write(",8\r\n");
delay(200);
Serial3.write(msg);
}
break;
case 'K':
if (incoming[6]=='M') {
lamp2id=incoming[1]; //записываем id модуля
Serial3.write("AT+CIPSEND=");
Serial3.write(lamp2id); Serial3.write(",1\r\n");

```

```
delay(200);
Serial3.write("K");
Serial.print("lamp2 module found id: "); Serial.println(lamp2id);
}
if (incoming[6]=='C') { // отправка сообщения модулю
for (inti =0; i<8; i++)
msg[i]=incoming[5+i];
Serial.write(msg);
Serial3.write("AT+CIPSEND=");
Serial3.write(lamp2id); Serial3.write(",8\r\n");
delay(200);
Serial3.write(msg);
}
break;
case 'R':
if (incoming[6]=='C')
if (incoming[6]=='R') {
Serial3.write("AT+RST"); // перезагружаем ESP8266
delay(3000);
tcpservstart();
}
break;
case 'P':
if (incoming[6]=='M')
clientid=incoming[1]; //записываем id модуля
Serial3.write("AT+CIPSEND=");
Serial3.write(clientid); Serial3.write(",9\r\n");
delay(200);
Serial3.write("Connected");
Serial.print("Client module found id: "); Serial.println(clientid);
```

```

digitalWrite(clientled, HIGH);
break; }
}
for (inti =1; i<14; i++)
incoming[i]=' '; // очистка буфера
}

```

3.3 Программа модуля управления освещением

Данная программа написана в среде Arduino IDE и отвечает за обработку команд, поступающих с сервера для управления источниками освещения.

```

charapip[22];
char data[6];
char answer[6]; char confirm[6];
booleanmode; // false - автоматический, true - ручной
longunsignedintlowIn; //Пауза, после которой движение считается оконченным
booleantakeLowTime; //Флаг. Сигнализирует о необходимости запомнить время
начала отсутствия движения
booleanlockLow = true;
intpirPin = 9; char inmode;
int pause; char pauselength[2];
booleantcpstat;
voidtcpconnect() {
Serial.write("AT+CWJAP=\"SH_server\", \"12345678\"\\r\\n");
delay(8000); // подключение к точке доступа
Serial.write("AT+CIPMODE=0\\r\\n");
delay(300);
Serial.write("AT+CIPMUX=1\\r\\n");
delay(300);
Serial.write("AT+CIPSTART=0, \"TCP\", \"192.168.4.1\", 8888\\r\\n");

```

```

delay(1000); // подключение к TCP серверу
for (inti=1; i<10; i++) {
Serial.write("AT+CIPSEND=0,8\r\n");
delay(300); // отправка команды регистрации на сервере
Serial.write("LM000000");
} }
void setup() {
mode=false;
tcpstat=false;
pause = 5000;
pinMode(pirPin, INPUT);
pinMode(10, OUTPUT);
Serial.begin(9600);
Serial.setTimeout(3000);
Serial.write("AT+RST\r\n");
delay(3000);
Serial.write("AT+CWMODE=1\r\n");
delay(500);
tcpconnect(); }
void loop() {
if (Serial.find("LC")) { //Определение команды
Serial.readBytes(data,6); // Считываем данные
switch (data[0]) { // Сопоставляем команды
case 'O': // включаем источники света
if (mode==true && data[1]=='0') digitalWrite(10, HIGH);
if (mode==true && data[1]=='1') digitalWrite(11, HIGH);
break;
case 'F': // отключаем источники света
if (mode==true && data[1]=='0') digitalWrite(10, LOW);
if (mode==true && data[1]=='1') digitalWrite(11, LOW);
}
}
}

```



```

break;
case 'M': // переключение режимов управления
if (data[1]=='A') mode=false;
if (data[1]=='M') {
mode=true;
lockLow = true;
takeLowTime = false;
digitalWrite(10, HIGH);
digitalWrite(11, HIGH); }
break;
case 'D': // устанавливаем значение задержки
pause=1000*((data[1]-48)*10+(data[2]-48));
break;
}
}
for (inti=0; i<=5; i++)
data[i]=' '; // очищаем буфер
if(digitalRead(pirPin) == HIGH && mode==false) { // если обнаружено движение
if(lockLow)
{
lockLow = false;
digitalWrite(10, HIGH);
digitalWrite(11, HIGH);
delay(50);
}
takeLowTime = true;
}
if(digitalRead(pirPin) == LOW && mode==false) {
if(takeLowTime)
{

```

```

lowIn = millis(); //Сохраним время окончания движения
takeLowTime = false; //Изменим значения флага, чтобы больше не брать время,
пока не будет нового движения
}
if(!lockLow&&millis() - lowIn> pause)
{ //Изменяем значение флага, чтобы эта часть кода исполнилась лишь раз, до
нового движения
lockLow = true;
digitalWrite(10, LOW);
digitalWrite(11, LOW);
delay(50);
}
}
}

```

3.4 Программа ИК модуля

В программе используется специальная библиотека для Arduino IDE IRremote. С её помощью, возможно, передавать сигналы, используя протоколы различных производителей бытовой техники.

Ниже приведен листинг процедуры для отправки ИК команд.

Данная процедура отвечает за передачу кода:

```

voidsendCode() {
// Запускаем вторую часть библиотеки IRremote, ответственную за от отправку ИК
IRsendirsend;
#define PanasonicAddress 0x4004 // у Panasonic, "особый" ИК протокол.
unsigned long SendCodeIR;
intSendCodeProtocol;
intSendCodeBits;
Switch (data[0]) {

```

```

case 'T':
if (data[1] == 'O')
{
SendCodeIR = IRcodeEEPROMread_1;
SendCodeProtocol = IRcodeProtocolEEPROMread_1;
SendCodeBits = IRcodeBitsEEPROMread_1;
}
if (data[1] == 'F')
{
SendCodeIR = IRcodeEEPROMread_2;
SendCodeProtocol = IRcodeProtocolEEPROMread_2;
SendCodeBits = IRcodeBitsEEPROMread_2;
}
break;
case 'A':
if (data[1] == 'O')
{
SendCodeIR = IRcodeEEPROMread_3;
SendCodeProtocol = IRcodeProtocolEEPROMread_3;
SendCodeBits = IRcodeBitsEEPROMread_3;
}
if (data[1] == 'F')
{
SendCodeIR = IRcodeEEPROMread_4;
SendCodeProtocol = IRcodeProtocolEEPROMread_4;
SendCodeBits = IRcodeBitsEEPROMread_4;
// если значение в переменной SendCodeProtocol соответствует (ИК) протоколу
NEC,
if (SendCodeProtocol == NEC)
{

```

```

// отправим как через NEC протокол.
irsend.sendNEC(SendCodeIR, SendCodeBits);
}
// иначе если.....
else if (SendCodeProtocol == SONY)
{
irsend.sendSony(SendCodeIR, SendCodeBits);
}
else if (SendCodeProtocol == RC5)
{
irsend.sendRC5(SendCodeIR, SendCodeBits);
}
else if (SendCodeProtocol == RC6)
{
irsend.sendRC6(SendCodeIR, SendCodeBits);
}
else if (SendCodeProtocol == JVC)
{
// у JVC "особый" ИК протокол
irsend.sendJVC(SendCodeIR, 16,0);
}
else if (SendCodeProtocol == PANASONIC)
{
// у Panasonic особый ИК протокол.
irsend.sendPanasonic(PanasonicAddress,SendCodeIR);
} // когда библиотеке IRremote не удаётся распознать ИК протокол,
// "UNKNOWN" она выдаёт значение "-1". После записи и чтения из
// EEPROM, "-1" становится 255.
elseif (SendCodeProtocol == 255) // на тот случай если ИК протокол неизвестен
{

```

```

// будем использовать самый распространенный протокол NEC.
irsend.sendNEC(SendCodeIR, SendCodeBits);
}
// после запуска второй части библиотеки IRremote, ответственную за отправку
ИК,
// блокируется первая часть библиотеки IRremote, ответственная за приём ИК.
// разблокируем приём ИК.
irrecv.enableIRIn();
} }
voidloop() {
if (Serial.find("IC")) { //Определение команды
Serial.readBytes(data,6); // Считываем данные
switch (data[0]) { // Сопоставляем команды
case 'G':
h = dht.readHumidity();
t = dht.readTemperature();
temp=t;
Serial.write("AT+CIPSEND=0,8\r\n"); \ отправка показаний датчика
delay(300);
Serial.write("IT"); Serial.write(temp); Serial.write("0000");
sendCode();
break;
} }
unsigned long currentMillis = millis(); // периодически считываем показания
DHT11
if(currentMillis - previousMillis> interval) {
previousMillis = currentMillis;
h = dht.readHumidity();
t = dht.readTemperature();
if(t>hot) {

```

```
SendCodeIR = IRcodeEEPROMread_3;
SendCodeProtocol = IRcodeProtocolEEPROMread_3;
SendCodeBits = IRcodeBitsEEPROMread_3;
}
if(t<cold) {
SendCodeIR = IRcodeEEPROMread_4;
SendCodeProtocol = IRcodeProtocolEEPROMread_4;
SendCodeBits = IRcodeBitsEEPROMread_4;
} }
} }
```

Выводы по главе три:

Третья глава посвящена программному обеспечению трех модулей системы и приложения удаленного доступа. Были использованы две совершенно разные среды программирования, а именно: Arduino IDE, для реализации аппаратной части проекта и Delphi XE для создания средств управления и человеко-машинного интерфейса.

4 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

4.1 Финансовый план

Расчет инвестиционных затрат

Рассчитаем объем капитальных вложений, необходимых для организации производства. Перечень необходимого оборудования, количество и общая стоимость представлены таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Стоимость оборудования необходимого и программного обеспечения для реализации проекта по производству систем “умный дом”

Наименование	Количество, шт.	Сумма, руб
Фрезерный станок High-Z S-1400T	1	501000
Пакет программ Embarcadero Delphi XE8	1	102500
Стол с Т-образными пазами для S-1400T	2	90398
Монтажный стол	3	60890
Вакуумный стол 400x1000mm	2	45760
Вакуумный насос для вакуумного стола 0,70 KW	2	49765
Персональный компьютер	3	62325
Итого		1012638

Общие капиталовложения по созданию сети включают в себя капиталовложения на оборудование и программное обеспечение, капиталовложения на монтаж и капиталовложения на транспортные расходы, и определяются по формуле (4.1).

$$\sum K = K_0 + K_M + K_{TP}, \quad (4.1)$$

где $\sum K$ – общие капитальные вложения;

K_0 – капитальные вложения на оборудования;

K_M – капитальные вложения на монтажные работы (20% от стоимости оборудования);

K_{TP} – капитальные вложения на транспортные расходы (5% от стоимости оборудования).

$$K_M = 1012638 * 0,2 = 202528 \text{ руб.},$$

$$K_{TP} = 1012638 * 0,05 = 50632 \text{ руб.},$$

$$\sum K = 1012638 + 202528 + 50632 = 1265798 \text{ руб.}.$$

Расчет себестоимости товарной продукции

В состав себестоимости товарной продукции входят следующие статьи затрат:

- затраты на материалы и комплектующие;
- заработная плата работников;
- социальный налог;
- электроэнергия для производственных нужд;
- амортизационные отчисления;
- накладные расходы.

Себестоимость товарной продукции определяются по формуле (4.2):

$$C = C_{mat} + ФОТ + C_C + A + Э + Н, \quad (4.2)$$

где C_{mat} – затраты на материалы и комплектующие;

$ФОТ$ – фонд оплаты труда;

C_C – отчисления на социальные нужды;

A – амортизационные отчисления;

Э – электроэнергия на производственные нужды;

Н – накладные расходы.

Перечень и стоимость материалов и комплектующих, необходимых для производства продукции, приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Затраты на материалы и комплектующие

Наименование	Количество, шт	Сумма, руб.
Стеклотекстолит фольгированный 100х100мм	50	32000
Припой	14	9050
Пластик АБС	29	21750
Микросхемы ESP8266	100	95600
Микроконтроллер AVR АТМega 16	100	35000
Компоненты	100	57900
Итого		251300

Первоначальная численность сотрудников для организации производства прибора представлена в таблице 4.3. Приведем среднемесячные оклады персонала.

Таблица 4.3 – Заработные платы сотрудников компании

Исполнители	Количество, человек	Заработная плата за месяц, руб.
Руководитель	1	170000
Программист	2	150000
Инженер	4	90000
Итого	7	830000

Фонд оплаты труда определяется по формуле (4.3):

$$ФОТ = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (4.3)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата;

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата за год составит:

$$Z_{осн} = 830000 * 12 = 9960000 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата составляет 10% от основной заработной платы:

$$Z_{доп} = Z_{осн} * 0,1 = 9960000 * 0,1 = 996000 \text{ руб.}$$

Тогда ФОТ составит:

$$\Phi OT = 9960000 + 996000 = 10956000 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные налоги напрямую зависят от фонда оплаты труда. На сегодня действующие нормы отчислений характеризуются следующими данными: социальный налог составляет 30%.

Отчисления на социальные нужды определяются по формуле (4.4):

$$C_c = 0,11(\Phi OT - (0,1) * \Phi OT) \quad (4.4)$$

Сумма амортизационных отчислений начисляется по единым нормам, которые устанавливаются в процентах от стоимости основных фондов.

Норма амортизации, согласно Кодексу РФ «О налогах и других обязательных платежах в бюджет» за 15 января 2015 года, на машины и оборудование составляет 25%, на компьютеры, программное обеспечение и оборудование для обработки информации 40%.

Амортизационные отчисления для оборудования и ПО рассчитываются по формуле (4.5):

$$A = \frac{H_{аморт} C_{пер}}{100 * 12} * div \left[\frac{N}{30} \right] * K, \quad (4.5)$$

где N – количество дней эксплуатации;

$H_{АМОРТ}$ – норма амортизации;

$C_{ПЕР}$ – первоначальная стоимость оборудования, $C_{ПЕР} = C_{ТЕХ}$;

K – количество единиц оборудования.

$$A_{компл. ПО} = \frac{40 \cdot 934766}{100 \cdot 12} * \left[\frac{365}{30} \right] * 1 = 103346 \text{ руб}$$

$$A_{компл. ПО} = \frac{40 \cdot 934766}{100 \cdot 12} * \left[\frac{365}{30} \right] * 1 = 103346 \text{ руб}$$

$$A = A_{Комп. и ПО} + A_{ОБОР} = 103346 + 288564 = 391910 \text{руб.}$$

Затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле (4.6):

$$\mathcal{E} = W * T * S, \quad (4.6)$$

где W - потребляемая мощность;

T - количество часов работы оборудования (8 часов, 245 рабочих дней);

S - стоимость киловатт-часа электроэнергии.

$$W = 1,2 * 1 + 1 * 2 + 0,8 * 2 = 4 \text{ кВт},$$

$$T = 8 * 245 = 1960 \text{ ч},$$

$$S = 4 \text{ руб./кВт час.}$$

$$\mathcal{E} = 4 * 1960 * 4 = 31360 \text{руб.}$$

Определим накладные расходы:

$$C = 31360 + 391910 + 1281852 + 10956000 + 251300 = 12912422 \text{ руб.}$$

$$H = 0,1 * 12912422 = 1291242,2 \text{ руб.}$$

Рассчитаем себестоимость товарной продукции по формуле (4.1):

$$C = 31360 + 391910 + 1281852 + 10956000 + 251300 + 1291242,2 = 14203664 \text{ руб.}$$

Рассмотрим структуру себестоимости товарной продукции, которая представлена в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Структура себестоимости товарной продукции, руб.

Наименование показателей	План	Уд.вес, %
Материалы и комплектующие	251300	1,8
ФОТ	10956000	76,6
Отчисления на социальные нужды	1281852	9
Амортизационные отчисления	391910	2,7
Затраты на электроэнергию	31360	0,8
Накладные расходы	1300180	9
Полная себестоимость	14203664	100
Выпущено продукции, единиц	75	
Себестоимость единицы продукции	190693	

4.2 Расчет доходов от реализации систем автоматизации жилого помещения

Доход от реализации продукта (4.7):

$$D = N_p \cdot C, \quad (4.7)$$

где N_p – число реализованных систем (75 единиц);

T_{II} – стоимость продукта без НДС, т.е. 83,3% от рыночной стоимости.

Рыночная стоимость продукции рассчитывается по формуле (4.8):

$$C = C + П + НДС, \quad (4.8)$$

где C – себестоимость единицы продукции;

$П$ – прибыль (15% от себестоимости);

$НДС$ – налог на добавленную стоимость (18% от $C+П$).

Рассчитаем рыночную стоимость продукции:

$$T_{II} = 190693 + 190693 \cdot 0,15 = 219297 \text{ руб.};$$

$$НДС = 219297 \cdot 0,18 = 39473,46 \text{ руб.};$$

$$C = 219297 + 39473,46 = 258770,46 \text{ руб.}$$

Таким образом, доход с продажи 75 единиц продукции составит:

$$D = 258770,46 \cdot 75 = 19407784,5 \text{ руб.}$$

По плану количество произведенной и реализованной продукции составит 75 единиц.

4.3 Расчет экономической эффективности

В результате расчётов, проведённых в разделе 4.2, была получена коммерческая стоимость реализации проекта, равная 1012638 руб.

Годовой экономический эффект будет рассчитываться по формуле (4.9):

$$E_a = (D - \mathcal{E}) / K = \Pi / K , \quad (4.9)$$

где \mathcal{E} – эксплуатационные расходы;

D – доходы от основной деятельности;

Π – чистый доход;

K – разовые капитальные вложения.

Нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений принимается равным $= 0,2$. Оборудование основных фондов внедряется новым, поэтому капитальные затраты будут равны коммерческой стоимости производства систем домашней автоматизации.

$$D - \mathcal{E} = 19407784,5 - 14203664 = 5204120,5 \text{руб.}$$

Годовой экономический эффект по формуле (4.9) составит:

$$E_a = (19407784,5 - 14203664) / 1012638 = 5,14.$$

Срок окупаемости рассчитываем по формуле (4.10):

$$T = 1 / E_a \quad (4.10)$$

$$T = 1 / 0,82 = 3 \text{ месяца.}$$

На основе проведенных выше вычислений можно сказать о том, что внедрение разработанной системы позволит получить значительный экономический эффект. Годовой экономический эффект составил 5204120,5 руб., при сроке окупаемости системы 3 месяца, что говорит о неоспоримой целесообразности производства данной системы.

Коэффициент дисконтирования рассчитывается по формуле (4.11)

$$a_t = \frac{1}{(1 + E)^t} \quad , \quad (4.11)$$

где a_t - коэффициент дисконтирования;

E - норма дисконта;

t - номер шага расчета (года).

Рассчитаем коэффициент дисконтирования на три года:

$$a_1 = \frac{1}{(1 + 0,2)^1} = 0,83$$

$$a_2 = \frac{1}{(1 + 0,2)^2} = 0,69$$

$$a_3 = \frac{1}{(1 + 0,2)^3} = 0,58$$

PV современная стоимость денежного потока на протяжении экономической жизни проекта (4.12)

$$PV = \sum_{t=1}^n P_t / (1 + E)^t \quad , \quad (4.12)$$

где E – норма дисконта;

n – число периодов реализации проекта;

P_t - чистый поток платежей в периоде t .

Чистая текущая стоимость проекта (NPV) рассчитывается по формуле (4.13).

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{P_t}{(1 + E)^t} - I_0 \quad , \quad (4.13)$$

где I_0 – сумма первоначальных затрат, сумма инвестиций на начало проекта.

PI - индекс рентабельности инвестиций, который рассчитывается по формуле (4.14).

$$PI = \sum_{t=1}^n \frac{P_t}{(1+E)^t} / I_0 \quad (4.14)$$

Если $PI > 1$, то проект следует принять.

DPP - Дисконтированный срок окупаемости проекта (4.15):

$$DPP = K / P_t \quad , \quad (4.15)$$

где K – капиталовложение;

P_t - чистый поток платежей в периоде t .

С помощью формул (4.11) - (4.14) рассчитаем показатели предприятия на три года, и запишем их в таблицу 4.5.

Таблица 4.5 – Показатели предприятия

Показатели	1 г.	2 г.	3 г.
Инвестиционные затраты, млн. руб	1,012		
Чистый денежный поток, млн. руб	4,119	4,119	4,119
Норма дисконта, %	20	20	20
Коэффициент дисконтирования	0,833	0,694	0,579
Чистая текущая стоимость (PV), млн. руб	3,431	2,859	2,385
Чистый дисконтированный доход (NPV), млн. руб	3,512		
Индекс доходности (PI)	3,386		
Чистая текущая стоимость с нарастающим итогом, млн. руб	2,419	5,278	7,663

Выводы по главе четыре:

В четвертой главе произведен расчет себестоимости проекта, а также экономический эффект от внедрения новой системы. Также рассчитан приблизительный срок окупаемости при промышленном масштабе производства. Выгоду от внедрения новой системы, можно оценить по следующим критериям: Низкая цена устройств, простота внедрения, возможность изменения конфигурации, точность измерения достаточная для большинства технологических процессов.

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Безопасность жизнедеятельности – это наука о комфортном и безопасном взаимодействии человека со средой обитания. Деятельность и отдых человека проходят в непрерывном взаимодействии с окружающей его средой. Место жительства, вид деятельности, условия отдыха определяют конкретную среду обитания.

По характеру воздействия на человека все опасности подразделяются на опасные и вредные факторы.

Опасный фактор – негативное воздействие на человека, которое приводит к травмам или другому внезапному резкому ухудшению здоровья.

Травма – это повреждение тканей организма и нарушение его функций внешним воздействием. К опасным производственным факторам следует отнести электрический ток определенной силы, раскаленные тела, оборудование, работающее под давлением выше атмосферного, возможность падения с высоты самого работающего либо различных деталей и предметов.

Вредный фактор – негативное воздействие на человека, которое приводит к ухудшению самочувствия или заболеванию. Воздействие на человека вредного производственного фактора может привести к профессиональному заболеванию. К вредным производственным факторам относятся неблагоприятные метеорологические условия, запыленность и загазованность воздушной среды, воздействие шума, вибрации, наличие электромагнитных полей, ионизирующих излучений и т. д.

Четкой границы между опасным и вредным факторами часто не существует. В зависимости от уровня и продолжительности воздействия вредный фактор может стать опасным. Все опасности, формируемые в процессе трудовой деятельности, разделяются на физические, химические, биологические, психофизио-логические (ГОСТ 12.0.003–74 «ССБТ. Опасные и вредные факторы. Классификация»).

К физическим факторам относят: движущиеся машины и механизмы; повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; повышенное давление паров или газов в сосудах; повышенные уровни шума, вибрации, инфразвука и ультразвука; недостаточную освещенность рабочей зоны; повышенный уровень электромагнитных излучений и др.

Химические факторы представляют собой вредные для организма человека вещества, подразделяющиеся по характеру воздействия (токсические, раздражающие, канцерогенные, мутагенные и др.) и по пути проникновения в организм человека (органы дыхания, кожные покровы и слизистые оболочки, желудочно-кишечный тракт).

Биологические факторы – это патогенные микроорганизмы (бактерии, вирусы, риккетсии, спирохеты, грибы, простейшие) и продукты их жизнедеятельности.

Психофизиологические факторы – это физические перегрузки (статические и динамические) и нервно-психические (умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, монотонность труда, эмоциональные перегрузки).

Результатом воздействия опасных и вредных факторов на человека и природную среду является неуклонный рост травматизма, числа и тяжести заболеваний, количества аварий и катастроф, увеличение материального ущерба.

Проведём классификацию условий трудовой деятельности, которые воздействуют на человека.

Условия труда – это совокупность факторов производственной среды и трудового процесса, оказывающих влияние на здоровье и работоспособность человека в процессе труда.

Факторы производственной среды – вредные производственные факторы: физические, химические, биологические.

Условия труда оцениваются четырьмя классами:

1-й класс – оптимальные (комфортные) условия труда обеспечивают максимальную производительность труда и минимальную напряженность организма человека. Оптимальные нормативы установлены для параметров микроклимата и факторов трудового процесса (тяжесть и напряженность труда). Для остальных факторов условно оптимальными считаются такие условия труда, при которых неблагоприятные факторы не превышают допустимых пределов для населения;

2-й класс – допустимые условия труда характеризуются такими уровнями факторов среды и трудового процесса, которые не превышают гигиенических нормативов для рабочих мест. Изменения функционального состояния организма восстанавливаются во время регламентированного отдыха или к началу следующей смены и не должны оказывать неблагоприятное воздействие в ближайшем и отдаленном периоде на состояние здоровья работающего и его потомство. Оптимальные и допустимые условия труда безопасны;

3-й класс – вредные условия труда характеризуются наличием вредных производственных факторов, превышающих гигиенические нормативы и оказывающих неблагоприятное воздействие на организм работающего и/или его потомства. В зависимости от уровня превышения нормативов факторы этого класса подразделяются на четыре степени вредности:

3.1 – вызывающие обратимые функциональные изменения организма;

3.2 – приводящие к стойким функциональным изменениям и росту заболеваемости;

3.3 – приводящие к развитию профессиональной патологии в легкой форме и росту числа хронических заболеваний;

3.4 – приводящие к тяжелым формам профессиональных заболеваний и высокому уровню заболеваемости с временной утратой трудоспособности;

4-й класс – травмоопасные (экстремальные) условия труда. Уровни производственных факторов этого класса таковы, что их воздействие в течение рабочей смены создает угрозу для жизни, высокий риск возникновения тяжелых форм острых профессиональных заболеваний.

Далее приведём воздействия опасных и вредных физических производственных факторов на человека.

Электрический ток. Электрические установки представляют для человека большую потенциальную опасность. Человек начинает ощущать воздействие переменного тока 0,5-1,5 мА с частотой 50 Гц и 5-7 мА постоянного тока.

При воздействии такого тока ощущается нагрев участка, контактирующего с токоведущей частью. Увеличение проходящего тока вызывает у человека судороги мышц и болезненные ощущения, которые усиливаются с ростом тока и распространяются на всё большие участки тела. Так, при токах 10-15 мА боль становится очень сильной, а судороги значительными. При увеличении тока до 30 мА мышцы могут потерять способность сокращаться, а при токе 50-60 мА наступает паралич дыхательных органов, а затем нарушается работа сердца. Смертельным считают ток 100 мА и более. Электробезопасность работающих обеспечивается конструкцией электроустановок; техническими способностями и средствами защиты, организационными средствами защиты. Предусмотрены следующие технические способы и средства защиты от поражения электрическим током (согласно ПУЭ) [7]:

- обеспечение недоступности токоведущих частей, находящихся под напряжением для случайного прикосновения;
- электрическое разделение сети;
- устранение опасности поражения при появлении напряжения на корпусах, кожухах и других частях электрооборудования, что достигается применением малых напряжений, использованием двойной изоляции, средств и предохранительных приспособлений, выравниванием потенциала, защитным заземлением.

Защита от электромагнитного поля(ЭМП). Воздействие ЭМП на живые объекты зависит от ряда параметров, изменение которых может вызвать биологический эффект, например, составляющая поля, интенсивность, длительность воздействия (экспозиция), неоднородность поля, локализация воздействия, вектор ЭМП, частота поля, форма импульса.

Воздействие ЭМП рассматривается в том случае, когда система подключена к персональному компьютеру. Для предупреждения профессиональных заболеваний установлены предельно допустимые значения напряженности и плотности потока энергии на рабочем месте персонала и для населения.

Согласно СанПин 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно–вычислительным машинам и организации работы» [8] напряженность ЭМП на расстоянии 50 см вокруг видео дисплейного терминала в диапазоне частот 2–400 кГц на рабочих местах персонала в течение рабочего дня не должна превышать установленных предельно допустимых уровней по электрической составляющей 2,5В/м, по плотности магнитного потока 25 нТл, напряженность электростатического потока 15 кВ/м.

Устройства визуального отображения типа телевизионных индикаторов выделяют рентгеновское, радиочастотное, видимое и ультрафиолетовое излучение, которые нормируются СанПин 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». Для защиты от этих излучений необходимо применять специальные защитные экраны или последние модели видеомониторов, в которых разработчиками уже предусмотрены такие меры защиты.

Производственное освещение.Важное место в комплексе мероприятий по охране труда и оздоровлению условий труда занимает создание оптимальной световой среды, т.е. рациональная организация естественного и искусственного освещения помещения и рабочих мест. В дневное время в помещении используется естественное одностороннее освещение, в вечернее и ночное время

или при недостаточных нормах освещённости – искусственное общее равномерное освещение.

Очистка светильников производится по мере их загрязнения, но не реже одного раза в месяц.

Согласно СНБ 2.04.05-98 помещения для работы с дисплеями и видеотерминалами можно отнести к разряду Б-1 зрительной работы (высокой точности). Нормированный уровень освещённости для работы с дисплеями – 300 лк.(таб.5.1).

Таблица 5.1 – Параметры естественного и искусственного освещения помещений для работы с дисплеями

Искусственное освещение			Естественное освещение		
Освещённость рабочих поверхностей, лк	Показатель дискам-форта, М не более	Коэффициент пульсации освещённости, Кц, % не более	КЕО, %		
			при или боковом	верхнем или боковом	при боковом освещении
300	40	5	3		1.0

Для искусственного освещения помещения используют люминесцентные лампы белого (ЛБ) и тёмно-белого цвета (ЛТБ) мощностью 80Вт.

Метеорологические условия. С целью обеспечения комфортных условий для обслуживающего персонала и надёжности технологического процесса согласно СанПин 9-80РБ98 устанавливают следующие требования к микроклиматическим условиям приведённые в таблице 5.2. В этой же таблице приведены оптимальные и фактические значения.

Таблица 5.2 – Требования к микроклиматическим условиям

Параметры	Оптимальные значения		Допустимые нормы		Фактические значения	
	Холодный период	Теплый период	Холодный период	Теплый период	Холодный период	Теплый период
Температура воздуха, °	21 - 23	22-24	20-24	21 - 28	20-23	20-24
Относительная влажность	40-60	40-60	75	60	15-62	46-52
Скорость движения воздуха,	<0.1	0.2	0.2	0.1 - 0.3	0.2	0.2

В помещении предусмотрено регулирование подачи теплоносителя для соблюдения нормативных параметров микроклимата. В качестве нагревательных приборов в помещениях с ЭВМ и хранилищах носителей информации установлены регистры из труб.

Для обеспечения установленных норм микроклиматических параметров и чистоты воздуха используют вентиляцию, т.е. удаление загрязнённого и подачу в помещение свежего воздуха: при кубатуре помещения до 20 м³ на одного работника - не менее 30 м³/ч на человека.

Воздухообмен при естественной вентиляции происходит вследствие разности температуры воздуха в помещении и наружного воздуха, а также в результате действия ветра. Воздух, поступающий в помещение посредством приточной вентиляции, очищается от пыли и микроорганизмов. При работе вытяжной системы чистый воздух поступает в помещение через неплотности в ограждающих конструкциях. Запылённость воздуха не превышает 0,75 мг/м³ при размерах частиц пыли 3 мкм.

Кондиционирование воздуха обеспечивает автоматическое поддержание параметров микроклимата в необходимых пределах в течении всех сезонов года,

очистку воздуха от пыли и вредных веществ, создание небольшого избыточного давления в чистых помещениях для исключения неочищенного воздуха. Температура воздуха, подаваемого в помещение с ЭВМ - не ниже 19 °С.

Обеспечение пожарной безопасности. Опасность возникновения пожара существует при работе системы по ряду причин [9]:

- короткое замыкание в электрических цепях;
- ошибки при проектировании;
- неправильный выбор элементов;
- использование нагревательных приборов.

Эффективность тушения пожара зависит от правильного применения средств пожаротушения. К основным средствам относятся: вода, водяной пар, инертные газы, углекислый газ, пена, песок и т.п.

Возможность быстрой ликвидации пожара во многом зависит от своевременного извещения о возгорании. Наиболее надежной системой извещения является электрическая пожарная сигнализация: автоматическая или ручная.

Для обеспечения пожаробезопасности очень важной является противопожарная профилактика:

- в помещении должна быть установлена пожарная сигнализация;
- должны быть предусмотрены средства для тушения пожара;
- должны существовать общие рубильники для отключения напряжения.

Также перед проведением работ персонал должны быть проинструктированы по технике безопасности и нормам поведения на рабочем месте.

В конкретном случае помещение является учебным, содержащим твердые и волокнистые горючие вещества, не выделяющие горючую пыль или волокна, переходящие во взвешенное состояние.

Согласно СП 12.13130.2009 данное помещение может быть отнесено к категории В, так как характеризуется наличием только негорючих веществ и материалов в холодном состоянии.

По отношению к возможности образования взрывоопасных смесей или горючих пыли или волокон с переходом их во взвешенное состояние, данное

помещение может быть классифицировано как взрывобезопасное, так как условие для образования таких взрывоопасных продуктов отсутствует.

Стратегия выбора мер безопасности. Под мерами безопасности подразумевается комбинация мер, которая применяется конструктором при проектировании машин и механизмов, технологом при проектировании технологического процесса, и такие, которые будут приняты работником. Конструкторы и технологи при всех обстоятельствах должны: четко определить область применения машины; идентифицировать опасности и оценить риск; устранить источники опасности или ограничить риск, насколько возможно; применить защитные или предохранительные устройства, предупреждающие воздействие оставшегося риска; информировать и предупредить работника об оставшемся риске. Если машина представляет опасность для человека, то из этого следует, что рано или поздно произойдет причинение вреда здоровью, если не будут приняты никакие меры безопасности. Поэтому машина должна быть безопасной. Но нельзя достичь абсолютной безопасности, наивысшая степень безопасности может быть только целью, к которой необходимо стремиться, учитывая уровень современной техники, который определяет ограничения, включая ограничения на стоимость. Средства, затраченные на достижение безопасности, которая соответствует уровню техники на определенный период времени, могут недолго быть актуальными, если дальнейшие поколения этих машин будут обладать большей безопасностью или появятся другие безопасные аналогичные машины. Стратегия выбора мер безопасности должна помогать конструкторам, технологам и инженерам по технике безопасности использовать решения, которые наилучшим способом подходят для достижения наивысшей степени безопасности, учитывающие уровень техники и существующие ограничения.

На рисунке 5.1 представлена схема стратегии выбора мер безопасности. В этой схеме «Безопасность достаточна?» означает, что:

1. Достигнут ли намеченный уровень безопасности или нет?

2. Тот же уровень безопасности нельзя достичь более простым способом?

3. Предпринятые меры:

– существенно не снизили функциональные параметры машины?;

– не привели к возникновению новых непредвиденных опасностей или проблем?;

– принятые решения подходят для всех условий производства и режимов работы?;

– эти решения совместимы друг с другом?;

– эти решения не затрудняют работу оператора?.

Если опасности, которые могут исходить от машины, выявлены, то конструктор должен попытаться предусмотреть все ситуации, которые могут привести к травмированию или принести вред здоровью. Причем нужно учитывать следующее:

а) принятие мер человеком на всех стадиях жизненного цикла машины (изготовление, транспортирование, ввод в эксплуатацию – сборка и наладка, применение/использование, вывод из эксплуатации);

б) возможные производственные состояния машины:

– машина выполняет свои производственные функции (нормальный режим работы);

– машина не выполняет свои производственные функции по какой-либо причине (сбой режима работы).

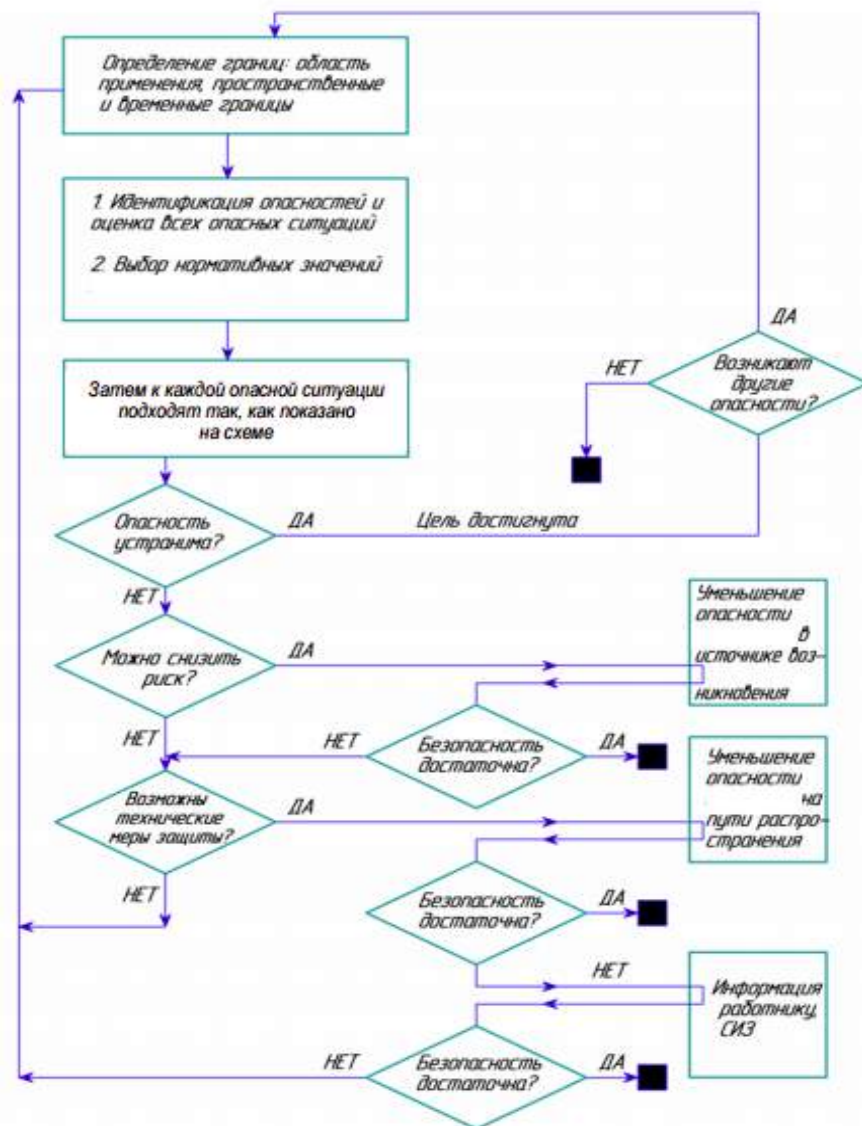


Рисунок 5.1– Схематическое изображение стратегии выбора мер безопасности

К причинам относятся:

- изменение свойств или размеров обрабатываемого материала или заготовки; – выход из строя одной или нескольких составных частей или отсутствие их обеспечения;
- внешние помехи (сотрясения, вибрации, электромагнитные поля);
- конструкторские ошибки или недостатки; – потеря контроля над машиной оператором (особенно на машинах, управляемых вручную);

в) случаи неправильного использования. В отношении предусмотренных случаев неправильного использования должны быть учтены следующие модели поведения:

– предусмотренное ошибочное поведение вследствие обычной невнимательности, но не вследствие преднамеренного неправильного использования;

– реакция персонала в случае ошибочной функции, инцидента, простоя и т. д. во время использования машины; – поведение, которое можно определить как «путь наименьшего сопротивления» при решении задачи.

Выводы по главе пять:

В данном разделе были рассмотрены вопросы касающиеся безопасности жизнедеятельности: воздействия на человека излучения, электрического тока, статического электричества, требований к освещённости рабочей поверхности и микроклимату.

В ходе научного исследования нами рассмотрены вопросы по безопасности жизнедеятельности на рабочем месте. Работа производится с использованием специального монитора и другого оборудования.

Следует отметить, что предусмотрены следующие технические способы и средства защиты от поражения электрическим током (согласно ПУЭ):

– обеспечение недоступности токоведущих частей, находящихся под напряжением для случайного прикосновения;

– электрическое разделение сети;

– устранение опасности поражения при появлении напряжения на корпусах, кожухах и других частях электрооборудования, что достигается применением малых напряжений, использованием двойной изоляции, средств и предохранительных приспособлений, выравниванием потенциала, защитным заземлением.

В данном разделе также рассмотрены вопросы по технике безопасности персонала.

Следует подчеркнуть, что перед проведением работ персонал должны быть проинструктированы по технике безопасности и нормам поведения на рабочем месте.

Приведены способы и методы оздоровления труда, повышения безопасности и условий труда.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы, была разработана система автоматизации жилого помещения беспроводных технологий передачи информации. Система выполнена на основе плат Arduino nano и Arduino MEGA, а также на WiFi модулях ESP8266 и других элементах. Разработана модульная автономная система с возможностью подключения со стороннего устройства. Написано кроссплатформенное приложение для управления системой “умный дом”.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

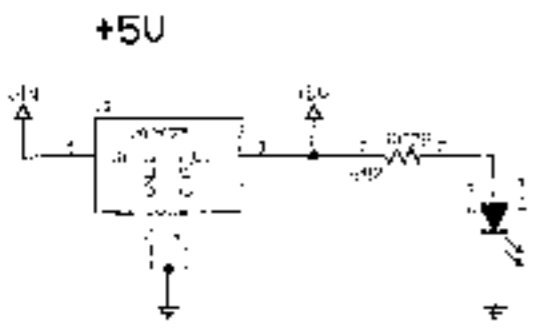
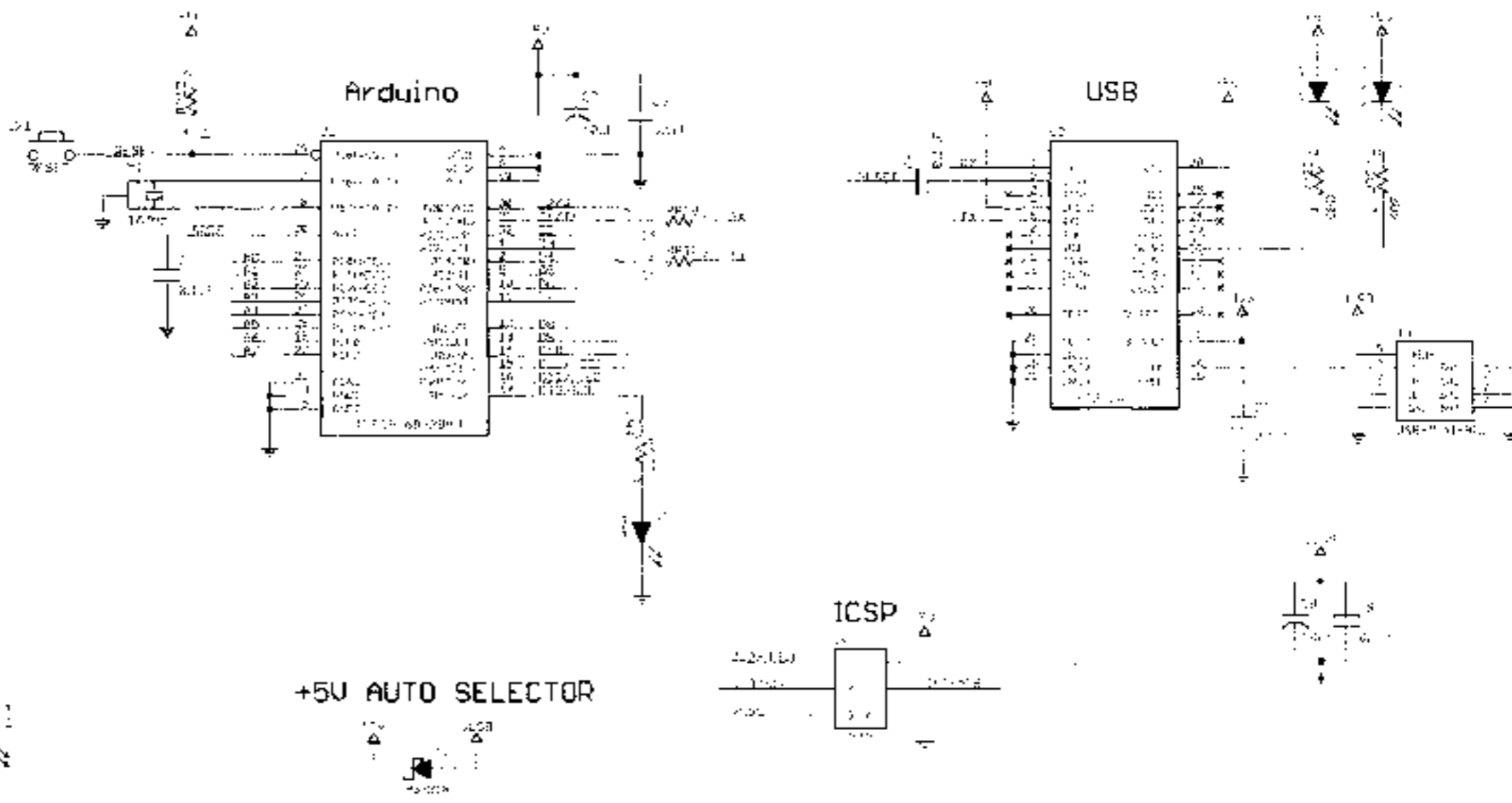
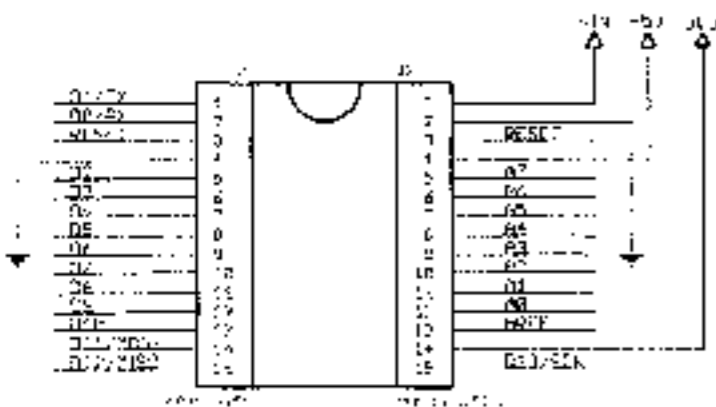
1. Аязбай А.Е. Система голосового управления на одноплатном ARM-миникомпьютере / Аязбай А.Е., Конуркульжин Д.А., Орынбай А.А.– Высшая школа Казахстана. – 2014. – 189 с.
2. Васьковская В.П. Механизм обеспечения права человека на безопасность /Васьковская В.П. – Москва, 2011 – 28 с.
3. Васьковская В.П. Понятие и характерные черты безопасности человека /Васьковская В.П.,2012 – 184 с.
4. Васьковская В.П. Проблемы определения категории «безопасности» и ее роль в правоведении /Васьковская В.П., 2011 – 62 с.
5. Васьковская В.П. Составляющие элементы понятия безопасности человека в структуре права человека на безопасность /Васьковская В.П., 2013 – 140 с.
6. Галицкий А. В. Защита информации в сети. Анализ технологий и синтез решений / Галицкий А. В., Рябко С. Д., Шаньгин В. Ф., 2013. – 456 с.
7. Горбачев Г.Н. Промышленная электроника: Учебник для вузов/ Горбачев Г.Н., Чаплыгин Е.Е., 2010.– 320 с.
8. Долгий А. А. Проблемы правового регулирования охранной деятельности налоговых органов / Региональные проблемы борьбы с экономической преступностью. - Воронеж, 2011.– 209 с.
9. Зайцев И. Спаси и сохрани / Российский деловой еженедельник «Контракты» .- № 12.- 21 март, 2010.– 18 с.
10. Казначеев В. Микросхемы для управления электродвигателями. – М.:Додэка, 2013.– 288 с.
11. Калинин Г. Негосударственная служба безопасности в России: текущий момент и перспективы / Служба безопасности. - 2011.– 19 с.
12. Камнев В.Н.Чтение схем и чертежей электроустановок. Москва. «Высшая школа», 2011.– 144 с.

13. Кофанов Л. Правовой статус лица: Состояние. Проблемы. Перспективы // Юридический вестник, 2010.– 120 с.
14. Курило В. И. Особенности применения норм трудового законодательства в работе с кадрами в негосударственных охранных предприятиях / Проблемы пенитенциарной теории и практики. - М., 2011.– 205 с.
15. Курило В. И. Правовой статус работников охранных предприятий по хранению ношение и применение специальных средств и оружия / Вестник. - М., 2013.– 112 с.
16. Курило В. Предоставление охранных услуг как объект предпринимательства / Право России.- 2013.– 98 с.
17. ЛенкДж.Д. Справочник по проектированию электронных схем. Под ред. В.П. Сигорского. К.: Техника,–2014.– 208 с.
18. Литвин А. П. Организационно-правовые основы безопасности предпринимательства и проблемы с производством охранной деятельности субъектов негосударственной формы собственности / Негосударственная система безопасности предпринимательства как составляющая национальной безопасности России. – М., 2010.– 130 с.
19. Литвин А.П. Общая безопасность как объект преступления / Сборник научных трудов. - М., 2011.– 382 с.
20. Литвин А.П. Тенденции современной преступности в России / Научный вестник Национальной академии внутренних дел. – М., 2014.– 105 с.
21. Матвеева Я. За каменной спиной / Суббота плюс №46.- 16-16 ноября 2014.– 14 с.
22. Олифер В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы / Олифер В.Г., Олифер Н.А., 4-е издание - СПб: Питер, 2011. – 944 с.
23. Пикуля Т. А. Характер взаимодействия частных служб безопасности, детективных (охранных) агентств с государственными правоохранительными органами в некоторых развитых странах мира и в России / Проблемы пенитенциарной теории и практики. - М., 2012.– 211 с.

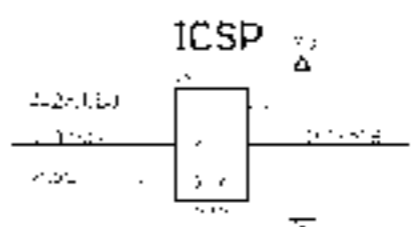
24. Роберт К. Элсенпитер Умный дом строим сами / Роберт К. Элсенпитер, Тоби Дж. Велт, Пер. с англ. – М.: КУДИЦ-ОБРАЗ,– 2015. – 384с
25. Романец Ю.В. Защита информации в компьютерных системах и сетях/ Романец Ю.В., Тимофеев П.А, Шаньгин В.Ф. – М.: Радио и связь, 2013. – 612 с.
26. Романов А. Охранная деятельность. Пересмотр условий лицензирования: [О Государственной службе охраны при МВД России] / Именем закона. - 2011.– 14 с.
27. Романов А. Регуляторная политика и охранная деятельность. Замечания к условиям лицензирования: [О рынке охранных услуг в России] / Юридический журнал. - 2013.– 32 с.
28. Синилов В.Г. «Системы охранной, пожарной и охранно пожарной сигнализации» / – М.: «Академия», 2010.– 126 с.
29. У. Соммер., Программирование микроконтроллерных плат Arduino / Freeduino М.: БХВ-Петербург, 2012.– 256 с.
30. Хоровиц П. Искусство схемотехники / Хоровиц П., Хилл У., Пер. с англ. М.: Мир, 2013.– 704 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А. СХЕМА ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ ARDUINO NANO

Схема принципиальная Arduino Nano представлена на рисунке А1.



+5V AUTO SELECTOR



					200100.2016.114 ПЗ			
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	Схема Arduino Nano	Лист	№ листа	Из всего
Разраб		Масанга	<i>Масанга</i>	30.05.16		1		
Проект		Кафетиничев	<i>Кафетиничев</i>	31.05.16	Схема принципиальная	Филиал ФГБОУ «УрГУ» (ИИУ) в г. Нижневартовске кафедра «Информатика»		
Т. Контр.								
Реценз								
И. Контр.		Булгакина	<i>Булгакина</i>	30.05.16				
Утверд		Пичотсрева	<i>Пичотсрева</i>	30.05.16				