



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«МИРЭА – Российский технологический университет»

РТУ МИРЭА

Институт радиотехнических и телекоммуникационных систем
Кафедра систем связи и телекоммуникации

СОГЛАСОВАНО

Заведующий
кафедрой _____
Подпись

_____*Нефедов Виктор Иванович*_____
ФИО

« _____ » _____ 20 _____ г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор
института _____
Подпись

_____*Васильев Андрей Георгиевич*_____
ФИО

« _____ » _____ 20 _____ г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы магистра
(магистерской диссертации)

Обучающийся _____*Касенов Эрбол Арстанбекович*_____
Фамилия Имя Отчество

Шифр _____*18Л0116*_____

Направление подготовки _____*11.04.01*_____ _____*Радиотехника*_____
Код направления подготовки *Наименование*

направления подготовки

Группа _____*РРМО-1-18*_____

1. Тема выпускной квалификационной работы магистра:

«Система умный дом на основе беспроводных сетей связи»

2. Цель и задачи выпускной квалификационной работы магистра

Цель работы:

Разработка системы умный дом с использованием современных средств беспроводной связи

Задачи работы:

1. Анализ и сравнение современных средств беспроводной связи
2. Анализ протоколов передачи данных и технологии используемые в концепции «интернет вещей»
3. Исследование и сравнение современных модулей используемые для умного дома
4. Создание прототипа умного дома на базе исследованных средств беспроводной связи и технологии
5. Создание программного обеспечения для контроля модулей и показателей умного дома
6. Анализ данных и отчет работы

3. Этапы выпускной квалификационной работы магистра:

| № этапа | Содержание этапа выпускной квалификационной работы | Результат выполнения этапа ВКР | Срок выполнения |
|---------|---|--------------------------------|--|
| 1 | Выполнение задачи 1 | отчет | 05.05.20 |
| 2 | Выполнение задачи 2 | Результат анализа | 10.05.20 |
| 3 | Выполнение задачи 3 | Результат сравнения | 15.05.20 |
| 4 | Выполнение задачи 4 | прототип | 20.05.20 |
| 5 | Выполнение задачи 5 | программное обеспечение | 30.05.20 |
| 6 | Выполнение задачи 6 | отчет | 2.06.20 |
| | Оформление отчета ВКР и доклад о результатах выполнения | Отчет ВКР и презентация | За 6 дней до официальной защиты работы |

4. Перечень разрабатываемых документов и графических материалов:

4.1 Пояснительная записка

4.2 Разработка презентации ВКР.

4.3 Графические материалы

5. Руководитель выпускной квалификационной работы магистра:

| Функциональные обязанности | Должность в Университете | Фамилия Имя Отчество | Подпись |
|----------------------------|--------------------------|----------------------|---------|
| Руководитель ВКР | | | |

Задание выдал

Руководитель ВКР _____

Подпись

« _____ » _____ 20 ____ г.

Задание принял к исполнению

Обучающийся: _____

Подпись

« _____ » _____ 20 ____ г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 1 |
| 1. АНАЛИЗ И СРАВНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ | 2 |
| 1.1. Принцип работы основной беспроводной связи | 2 |
| 1.2. Типы беспроводных технологий связи..... | 4 |
| 1.2.1 Беспроводные персональные сети WPAN | 8 |
| 1.2.2 Беспроводные локальные сети WLAN | 14 |
| 1.2.3 Беспроводная сеть масштаба города WMAN | 15 |
| 1.2.4 Беспроводные глобальные сети WWAN | 16 |
| 2. АНАЛИЗ ПРОТОКОЛОВ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ И ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В КОНЦЕПЦИИ «ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ» | 19 |
| 2.1. Введение в технологию «интернет вещей»..... | 19 |
| 2.2. Сенсоры в интернете вещей..... | 22 |
| 2.3. Протоколы передачи данных в интернете вещей | 25 |
| 2.3.1 Протокол IEEE 802.15.4 | 25 |
| 2.3.2 Протокол WirelessHART | 26 |
| 2.3.3 Bluetooth Smart | 27 |
| 2.3.4 Z-wave..... | 27 |
| 2.3.5 ZigBee протокол | 28 |
| 2.3.6 Homeplug протокол | 28 |
| 2.4. Инкапсуляция данных сетевого уровня | 28 |
| 2.5 Сравнительный анализ протоколов и сенсоров в интернете вещей..... | 29 |

| | |
|---|----|
| 3. ИССЛЕДОВАНИЕ И СРАВНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МОДУЛЕЙ ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ УМНОГО ДОМА | 30 |
| 3.1 Система Insteon | 30 |
| 3.2 Система X10 | 32 |
| 3.3 Система Z-wave..... | 33 |
| 3.4 Система Android Home..... | 35 |
| 3.5 Система ZigBee | 36 |
| 3.6 Система DomoticHome | 38 |
| 3.7 Сравнительный анализ системы умный дом | 39 |
| 3.7.1 Надежность | 39 |
| 3.7.2 Простота установки системы..... | 40 |
| 3.7.3 Коммуникация..... | 40 |
| 4. СОЗДАНИЕ ПРОТОТИПА УМНОГО ДОМА НА БАЗЕ ИССЛЕДОВАННЫХ СРЕДСТВ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ И ТЕХНОЛОГИИ | 42 |
| 4.1 Система Inddy IT: основные объекты дома для автоматизации | 42 |
| 4.2 Система InddyIT: автоматизация дома использованием модулей не относящие к аспектам безопасности..... | 48 |
| 5. СОЗДАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ МОДУЛЕЙ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ УМНОГО ДОМА | 54 |
| 5.1 Операционная система для домашней автоматизации Contiki OS | 54 |
| 5.2 Инструмент Node Red для домашней автоматизации InddyIT | 55 |
| 5.2.1 Сценарии модуля системы автоматизации | 55 |
| 5.2.2 Прототип программного обеспечения автоматизированной системы дома InddyIT | 57 |
| 6. АНАЛИЗ ДАННЫХ И ОТЧЕТ РАБОТЫ | 58 |
| 7. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ | 61 |

| | |
|--|----|
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 70 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ | 71 |

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СОКРАЩЕНИЙ

Wi-Fi- технология беспроводной локальной сети с устройствами на основе стандартов IEEE 802.11.

ZigBee-Протокол интернета вещей

WPAN-беспроводная персональная сеть

WLAN-беспроводная локальная сеть

WMAN-беспроводные сети в масштабе города

WWAN- беспроводная глобальная вычислительная сеть

M2M (межмашинная коммуникация)- это прямая связь между устройствами, использующими любой канал связи, включая проводной и беспроводной.

IoT-интернет вещей

АСУ- автоматизированная система управления

IEEE-институт инженеров электротехники и электроники

OSI- взаимосвязь открытых систем

ВВЕДЕНИЕ

Понятие «умный» в сфере технологии приобрела широкое применение в современной жизни, и зачастую является маркетинговым ходом компаний по дистрибуции своей электротехники и продукции. Само ж понятие «умный» подразумевает о наличии в техники какого-либо процесса вычисления и взаимодействия с конечным пользователем. Сейчас можно встретить множество умной техники: умный телевизор, умный уют, умный гараж, умный дом. В данной работе я хочу больше заострить внимания на концепции умный дом.

В бытовой жизни современного человека может случиться что угодно в отношении его дома со стороны безопасности, закона, эксплуатации. Происходит утечка воды в доме, утечка газа, не выключенный уют может способствовать появлению пожара. И для контроля такого рода явлений нужно физическое присутствие самого человека. Для решения такого рода проблем есть основные системы контроля такие как: сигнализация, детекторы дыма, противопожарные системы. Но они все работают только при наличии опасной ситуации для дома, а для контроля и анализа данных до чрезвычайной ситуации используются датчики с подключением к общей сети с вычислительной системой. Такого рода системы называются «умным домом» и почему они называются умными мы разберем в этой работе.

В этой работе я предлагаю мою систему домашней автоматизации, которая покрывает почти все аспекты дома человека

1. АНАЛИЗ И СРАВНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ

1.1 Принцип работы основной беспроводной связи

Беспроводные сети – это сети, использующие радиоволны для подключения устройств, без необходимости использования кабелей любого типа. Устройства, обычно используемые для беспроводных сетей, включают в себя портативные вычислительные системы, настольные компьютеры, смартфоны, роутеры. Однако для проводных сетей беспроводные сети должны преобразовывать информационные сигналы в форму, подходящую для передачи через воздушную среду без потери данных или полного искажения для того, чтобы на приемной стороне правильно восстановить сигнал.

Внизу представлен пример беспроводной сети

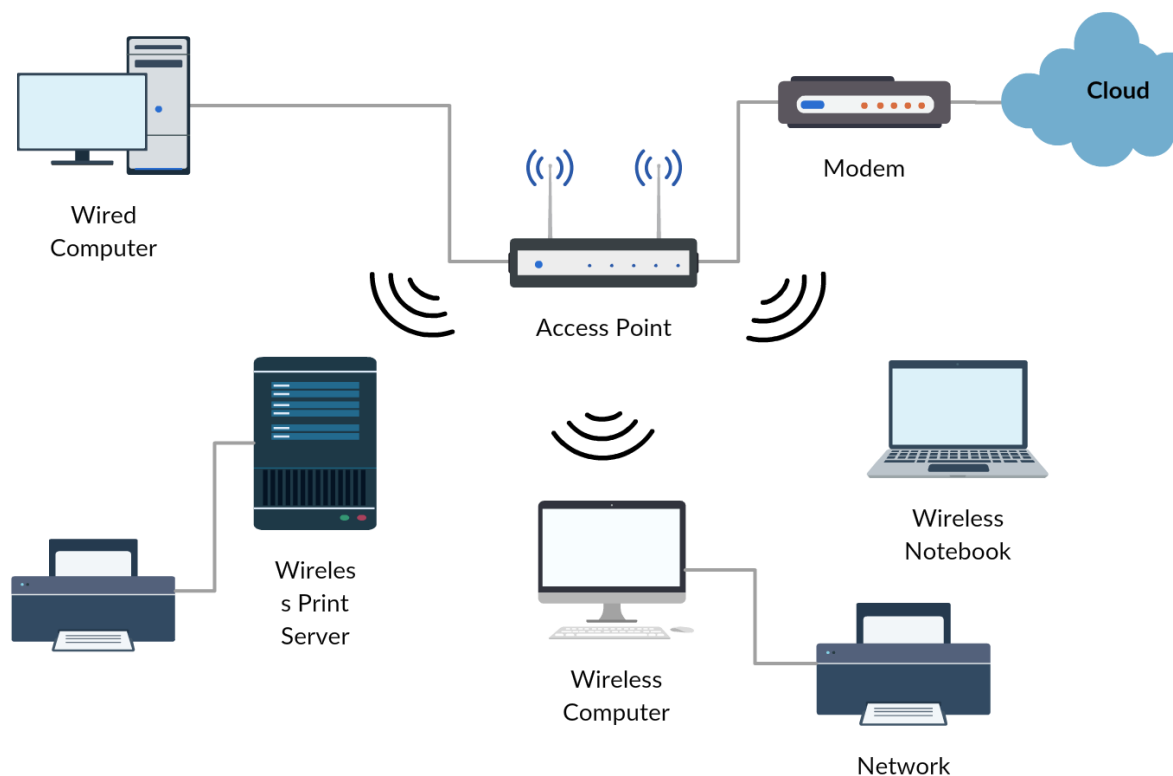


Рисунок 1.2 Пример работы беспроводной связи

Беспроводные сети используются для многих целей. В некоторых случаях они используются в качестве замены кабеля, в то время как в других случаях они используются для обеспечения доступа к корпоративным данным и системе из отдаленных мест. Беспроводная инфраструктура может быть построена за очень небольшую стоимость по сравнению с традиционной проводной системой связи. И поддерживать большее количество пользователей при одинаковых ресурсах. Также преимущество беспроводной сети является обеспечение людей более дешевым и легким доступом к информации. Беспроводные сети позволяют без труда подключать удаленные устройства, независимо друг от друга где эти устройства находятся: на расстоянии нескольких футов или нескольких километров.

Эта технология очень популярна, и быстро распространяется. Есть много разных технологий, которые отличаются по частоте передачи, скорости и дальности.

Также, есть некоторые сложности, связанные с правовым регулированием электромагнитного спектра. Электромагнитные волны передаются через множества устройств, и подвержены помехам. По этой причине всем странам нужны правила, которые определяют диапазоны частот и мощность передачи для каждой технологии используемые в беспроводных связях.

В наше время термин беспроводная сеть обычно относится к беспроводной локальной сети WLAN. Используя электромагнитные волны, WLAN передают и принимают данные, отправленные по воздуху и это решение, сводит к минимуму необходимость в проводных соединениях. Радиоволны используются для беспроводной связи и их тривиальная функция — это функция доставки энергии к удаленному приемнику. Информация, которую нужно передать на приемник кодируется и накладывается на несущую частоту, у частоты у несущей гораздо выше, чем у закодированного сигнала. Принцип модуляции и методы передач данных современная наука в коммуникации предложила не мало и даже создала отдельное ответвление в науке поэтому рассмотрение этой части в моей работе не будет рассматриваться.

Внизу представлена глобальная архитектура решения с использованием беспроводной связи

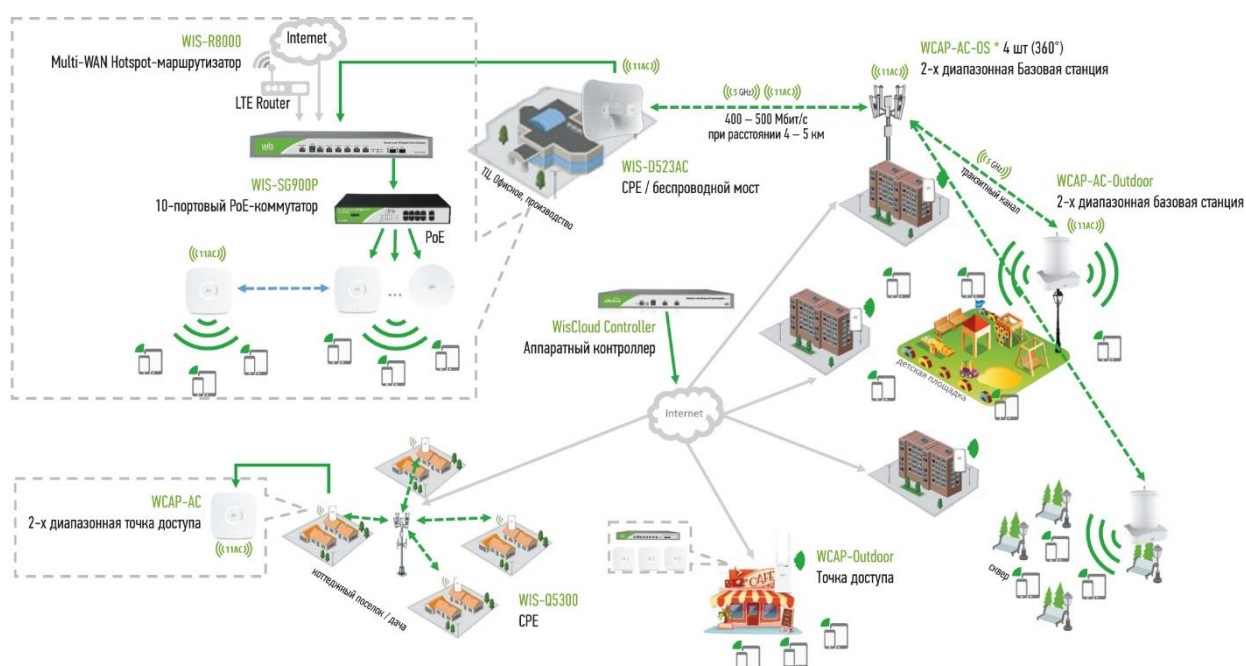


Рисунок 1.2 Архитектура развертывания Wi-Fi в пригороде

1.2 Типы беспроводных технологий связи

Беспроводные сети можно разделить на четыре группы в зависимости от области применения и диапазона сигнала:

1. беспроводные персональные сети WPAN соединяют устройства в пределах относительно небольшой площади, которая обычно находится в пределах досягаемости человека. например, как Bluetooth, так и невидимый инфракрасный свет обеспечивают WPAN для подключения гарнитуры к ноутбуку. ZigBee также основан на беспроводной персональной сети WPAN. Телефоны, использующие Wi-Fi становятся обычным явлением в наше время, поскольку разработчики оборудования начинают интегрировать Wi-Fi в различные потребительские электронные устройства.

На рисунке 1.3 проиллюстрирован пример WPAN



Рисунок 1.3 Пример WPAN

2. беспроводные локальные сети WLAN связывает два или более устройств на небольшом расстоянии с помощью метода беспроводной дистрибуции, обычно обеспечивая соединение через точку доступа для доступа в интернет. Использование технологий OFDM может позволить

пользователям перемещаться в пределах локальной зоны покрытия и при этом оставаться подключенными к сети. Продукции с использованием стандартов IEEE беспроводная локальная сеть 802.11 продаются под названием Wi-Fi. Фиксированная беспроводная технология обеспечивает связь точка-точка между компьютерами или сетями в двух удаленных устройств, часто используя выделенные микроволновые или модулированные лучи по траекториям прямой видимости. Он часто используется в городах для подключения сетей в двух или более зданиях без установки проводной связи. Для подключения к Wi-Fi иногда используются такие устройства, как маршрутизатор или подключение точки доступа с помощью мобильных смартфонов.

Ниже на рисунке 1.4 дан пример WLAN



Рисунок 1.4 Пример WLAN

3. беспроводная сеть в масштабах города WMAN. Также называются Беспроводными столичными сетями — это тип беспроводной сети, которая соединяет несколько беспроводных локальных сетей. WiMAX — это тип беспроводного WMAN, который описывается стандартом IEEE 802.16. [12]
4. беспроводные широкополосные сети WWAN — это беспроводные сети, которые обычно охватывают большие площади, например между

соседними городами и городами или городом и пригородом. Эти сети могут быть использованы для подключения филиалов бизнеса или в качестве общедоступной системы доступа в интернет. Беспроводные соединения между точками доступа обычно представляют собой двухточечные микроволновые линии связи с использованием параболических антенн в диапазоне 2,4 ГГц и 5,8 ГГц, а не всенаправленные антенны, используемые в небольших сетях. Типичная система содержит шлюзы базовых станций, точки доступа и беспроводные мостовые реле. Другие конфигурации — это сетчатые системы, где каждая точка доступа также действует как ретранслятор. В сочетании с системами возобновляемой энергии, такими как фотоэлектрические солнечные панели или ветровые системы, они могут быть автономными системами.

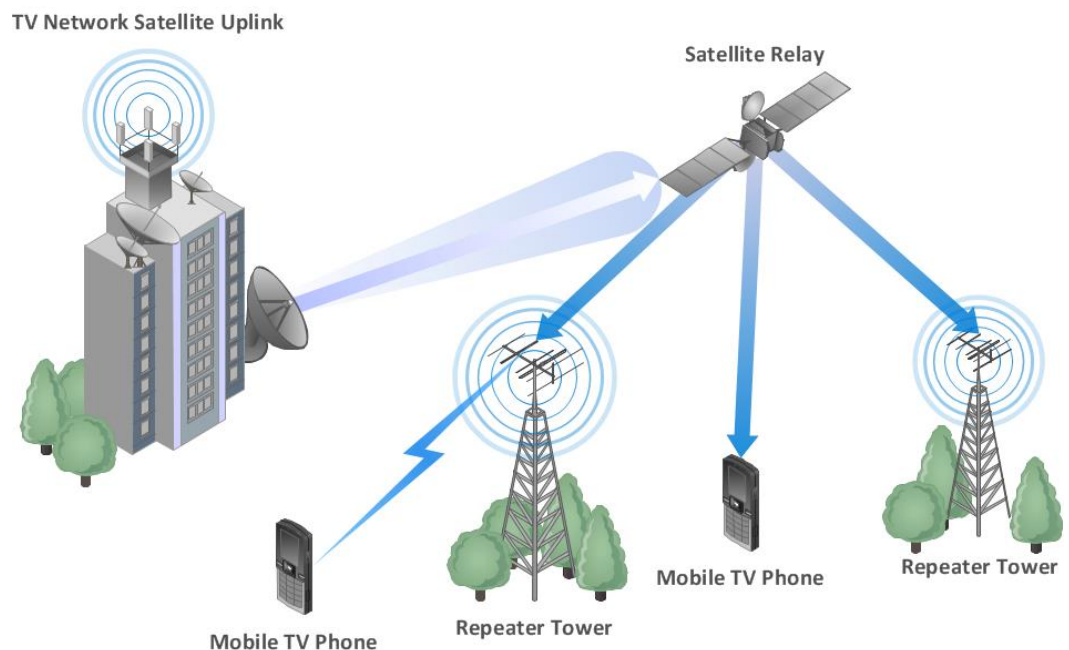


Рисунок 1.5 Пример WWAN

На рисунке 1.6 проиллюстрированы эти четыре категории.

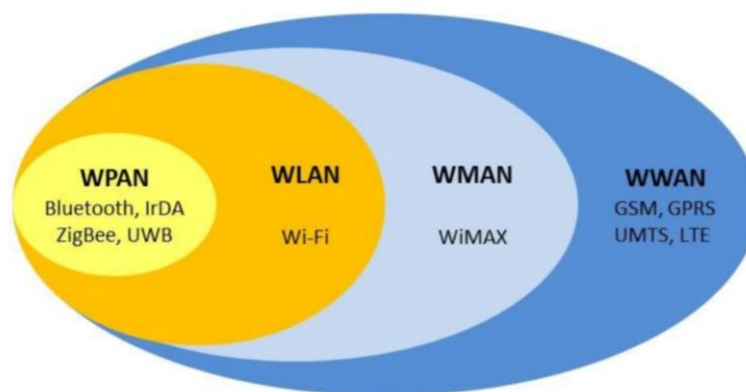


Рисунок 1.6 классификация беспроводных сетей

Кроме того, беспроводные сети можно также разделить на два широких сегмента: ближний и дальний. Беспроводная связь малого радиуса действия относится к сетям, которые используются на ограниченной территории. Они относятся:

1. к локальным сетям LAN, например корпоративным зданиям, школьным учреждениям, производственным предприятиям или домам,
2. а также к личным локальным сетям PAN, где портативные компьютеры находятся в непосредственной близости друг от друга.

Наиболее распространенными частотными полосами являются частоте 2,4 ГГц и на частоте 5 ГГц, которые доступны на большей части земного шара. И наличие этих частот позволяет пользователям работать с беспроводными сетями без каких-либо ограничений. Поскольку лицензия не требуется для использования, также способствовала развития различных технологий и устройства на основе беспроводных связей.

В сетях дальнего действия подключение и развертка обычно обеспечивается компаниями, которые продают беспроводную связь как услугу. Эти сети охватывают большие площади, такие как WMAN городского масштаба. Сети дальнего действия должны обеспечивать беспроводное покрытие по всему миру.

1.2.1 Беспроводные персональные сети WPAN

Беспроводные персональные сети основаны на стандарте IEEE 802.15

Они разрешают связь в очень коротком диапазоне, около 10 метров. В отличие от других беспроводных сетей сети, соединение, осуществляемое через WPAN, практически не включает в себя инфраструктуру или прямую связь с внешним миром. Это позволяет реализовать небольшие, маломощные и недорогие решения для широкого спектра устройств, таких как:

как смартфон и ПК.

Эти сети характеризуются низким энергопотреблением и низкой скоростью передачи битов. Такой вид сетей ретрансляции работают на технологии:

1. Bluetooth,
2. IrDA,
3. ZigBee,
4. UWB.

Bluetooth предназначен для беспроводной мыши, клавиатура и гарнитура громкой связи, ИК-порт предназначены для связи точка-точка между два устройства для простой передачи данных и синхронизации файлов.

ZigBee разработан для надежных беспроводных сетевых сетей мониторинга и управления. UWB ориентирован на высокоскоростные мультимедийные каналы связи. Скорость передачи битов — это количество битов, передаваемых или принимаемых в единицу времени (единица измерения: bps или

бит/с)

Bluetooth соответствует стандарту IEEE 802.15.1. Изначально Bluetooth был предназначен для низкого энергопотребления, ближнего радиуса действия и всенаправленного (точка к многоточечная) связь и дешевые устройства, которые можно использовать в качестве замены кабеля, связывание устройств осуществляется через специальное соединение радиоволн. В настоящее время разработчики создают компоненты и системы с поддержкой Bluetooth для целого ряда дополнительных задач. Эта технология работает для трех различных классов устройств: класс 1, класс 2 и класс 3, где диапазон составляет около 100 метров, 10 метров и 1 метр соответственно. Используя диапазон 2,4 ГГц, два устройства в пределах диапазона покрытия каждый из них может совместно

использовать до 720 Кбит / с емкости или скорости передачи данных. Широко в наши дни используется класс 2.

Сеть Bluetooth также называется пико сетью и состоит из 8 активных устройств. Устройства работают в отношениях "ведущий-ведомый". Первые Bluetooth-устройства в пико сети является донорами и все другие устройства являются акцепторами, которые общаются с донором. Один пико сеть обычно имеет дальность действия 10 метров, хотя дальность действия может достигать 100 метров при идеальных обстоятельствах. Для обеспечения безопасности каждая ссылка кодируется и защищается от подслушивания и помех. Две пико сети могут быть подключены чтобы сформировать рассеянность. Устройство Bluetooth может участвовать в нескольких пико сетях одновременно. в то же время, таким образом, допуская возможность того, что информация может течь за пределы зона покрытия одной пикосети. Устройство в рассеивателе может быть рабом внутри несколько пикетов, но мастер только в одном из них. Ниже приведен рисунок взаимодействия сети Bluetooth

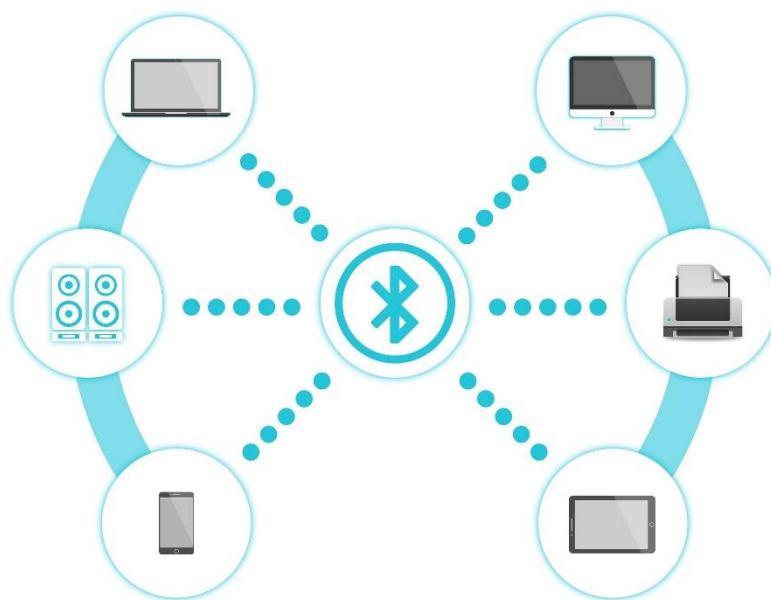


Рисунок 1.7 Bluetooth сеть

Ассоциация инфракрасной передачи данных (ИК-порт) определяет полный комплект инфракрасного стандарт связи. ИК-порт относится к этому набору стандартов и используется для обеспечения беспроводного подключения к

устройствам, которые обычно используют кабели для связи. ИК-порт- это маломощный, недорогой, однонаправленный (точка-точка), узкий угловой 30° конус, специальный стандарт передачи данных, предназначенный для работы на расстоянии до 1 метра и на скоростях от 9600 бит / с до 4 Мбит / С (в настоящее время), и 16 Мбит / с (разрабатываемый). Некоторые устройства, использующие ИК-порт, — это Ноутбуки, КПК, принтеры и фотоаппараты

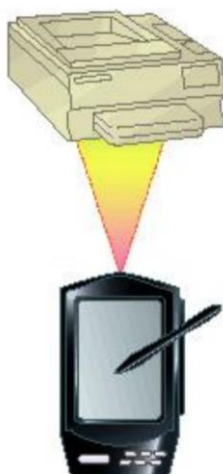


Рисунок 1.8 ИК порт передача данных

ZigBee основан на стандарте IEEE 802.15.4 и был разработан как открытый глобальный стандарт для удовлетворения уникальных потребностей в простоте внедрения, высокой надежности, недорогие, маломощные и низкоскоростные беспроводные сети устройств. ZigBee работает нелицензионные диапазоны, включающие максимум 2,4 ГГц, 900 МГц и 868 МГц скорость передачи данных 250 Кбит / с, достаточная для удовлетворения потребностей датчиков и автоматизации с использованием беспроводной.

ZigBee также служит для создания больших беспроводных сетей, не требующих больших объемов данных и пропускной способности. В сети ZigBee могут участвовать два различных типа устройств: полнофункциональные устройства FFD и устройства с пониженной функцией RFD. FFD может работать в три режима:

1. в качестве координатора WPAN,

2. координатора
3. устройства.

RFD предназначен для чрезвычайно простых применений, таких как выключатель света, выключатель горячей воды, управление шторами.

Стандарт ZigBee поддерживает три различные топологии: звезду, сетку и дерево кластеров, которые показаны на рисунке 1.9-1.11 в низу.

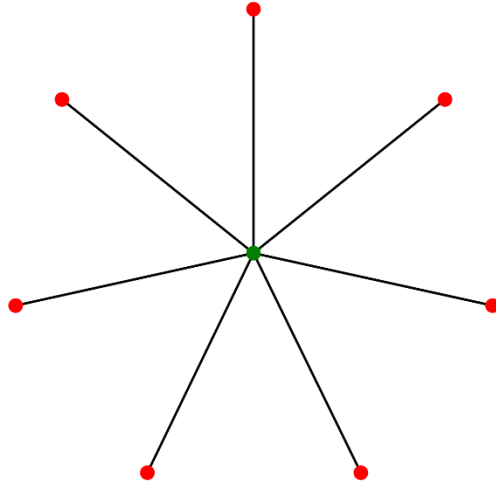


Рисунок 1.9 Топология звезда в Zigbee

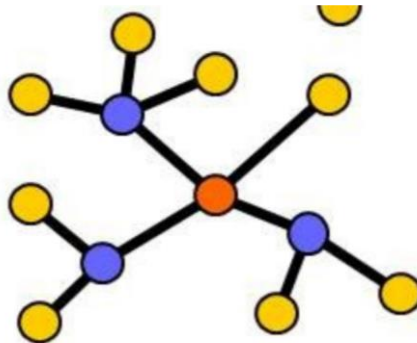


Рисунок 1.10 Топология кластер-дерево

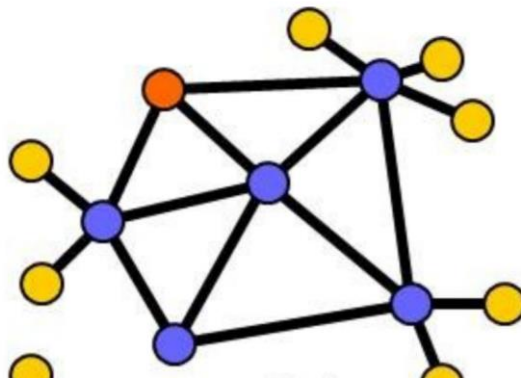


Рисунок 1.11 Топология сеть

В звездной топологии связь устанавливается между устройствами и один центральный контроллер, называемый координатором WPAN. В топологии сетки любое устройство может взаимодействовать с любым другим устройством до тех пор, пока они находятся в пределах досягаемости друг друга. Кластерное-древовидная сеть — это частный случай обычной сети, в которой большинство устройства являются FFD, и RFD может подключаться к сети кластерного дерева в качестве листового узла на самом конце ветки. Любой из FFD может выступать в качестве маршрутизатора и обеспечивать службы синхронизации с другими устройствами и маршрутизаторами. Только один из этих маршрутизаторов является координатором WPAN.

Основанная на стандарте IEEE 802.15.3, технология Ultra Wide Band (UWB) привлекло в последнее время большое внимание. UWB служит для совсем другой цели, чем другие технологии упомянутые в этом разделе. UWB позволяет перемещать массивные файлы с высокой скоростью передачи данных на короткие расстояния. Таким образом, UWB имеет передачу данных от 110 Мбит / с до 480 Мбит / с на расстоянии до нескольких метров, которые могут удовлетворить большинство мультимедийных систем таких как доставка аудио и видео в домашних сетях, а также он может действовать как замена беспроводного кабеля высокоскоростной последовательной шины, такой как USB 2.0 и IEEE 1394. В Америке частоты для UWB были выделены в диапазоне от 3,1 ГГц до диапазона 10,6 ГГц. Однако в Европе частоты включают в себя две части: от 3,4 ГГц до 4,8 ГГц и от 6 ГГц до 8,5 ГГц. UWB передает информацию путем генерации радиоизлучения в конкретный временные интервалы и занимают большую полосу пропускания, что позволяет осуществлять пульсацию или временную модуляцию. На рисунке 1.12 приведен пример

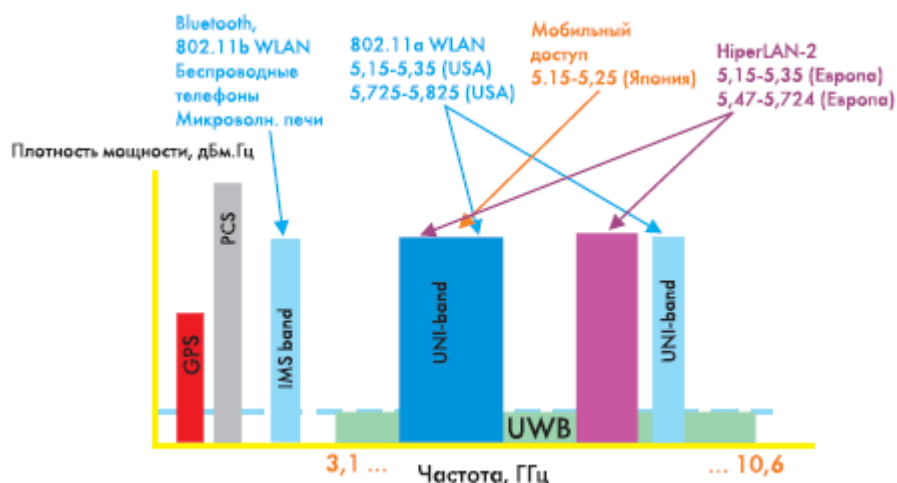


Рисунок 1.12 Сравнительный пример UWB относительно других

1.2.2 Беспроводные локальные сети WLAN

Беспроводные локальные сети WLAN предназначены для обеспечения беспроводного доступа в районах с радиусом действия до 100 метров и, используются в основном в домашних условиях, школах, компьютерных лабораториях или офисах. WLAN дает пользователям возможность перемещаться в пределах локальной зоны покрытия и при этом оставаться подключенным к сети. Беспроводные сети на основе стандартов IEEE 802.11, выпускаются под фирменным знаком Wi-Fi. Из-за конкуренции, другие стандарты, такие как HiperLAN не смогли получить большую коммерческую реализацию. Также стандарт IEEE 802.11 было проще реализовать поэтому быстрее добрался до рынка.

Стандарт IEEE 802.11 — это семейство различных стандартов для беспроводных локальных сетей.

1. IEEE 802.11 b был первым принятым стандартом, поддерживающим скорость передачи данных до 11 Мбит / с. Диапазон спектра 2.4 ГГц и не требует лицензирования.
2. стандарт IEEE 802.11 g имеет более высокую пропускную способность. Скорость беспроводной связи составляет 54 Мбит / с, но она автоматически отступит от 54 Мбит / с при слабом радиосигнале или в присутствии помех.

На рисунке 1.13 представлена WLAN подключения



Рисунок 1.13 WLAN сеть

1.2.3 Беспроводная сеть масштаба города WMAN

Беспроводные сети масштаба города WMAN — это третья группа беспроводных сетей и основаны на стандарте IEEE 802.16 который часто называют WiMAX (Всемирная совместимость для микроволнового доступа). WiMAX - это коммуникационная технология, поддерживающая точечную и многоточечную архитектуру, направленную на обеспечение высокоскоростных беспроводных данных по беспроводным сетям в масштабе города. Технология позволяет соединять небольшие беспроводные сети между собой с помощью WiMAX создавая большую сеть WMAN. Таким образом, сетевое взаимодействие между городами может быть достигнуто без необходимости прокладывания дорогой кабели.

WiMAX похож на Wi-Fi, но обеспечивает покрытие на больших расстояниях. Пока Wi-Fi предназначен для обеспечения покрытия на относительно небольших площадях, например в офисах, а WiMAX работает на двух частотных диапазонах: смесь лицензированных и нелицензионный диапазон частот, от 2 ГГц до 11 ГГц и от 10 ГГц до 66 ГГц, а также может поддерживать передачу данных около 70 Мбит/с на расстояние до 50 км с поддержкой тысячи пользователей при помощи одной базовой станции, как показано на рисунке 1.7. Так как технология может работать в двух частотных диапазонах WiMAX могут работать по прямой видимости и не по прямой видимости. С частотой 11GHz работает вне прямой видимости, где компьютер находится внутри здания и

«общается» с вышкой / антенной вне здания. Короткая частота передачи не так легко нарушаются физическими препятствиями. Более высокая частота передачи используются для обслуживания линии прямой видимости. Это позволяет антеннам общаться друг с другом на большем расстоянии.



Рисунок 1.14 Сеть WMAN с базовыми станциями и абонентами

1.2.4 Беспроводные глобальные сети WWAN

Беспроводные глобальные сети простираются за пределы 50 километров и обычно используются лицензированные частоты. Эти типы сетей могут поддерживаться на больших площадях, например, города или страны, через несколько спутниковых систем или антенных узлов. Есть в основном две доступные технологии:

1. Цифровая сотовая телефония. В таких сетях сеть делится на соты на каждой соте установлены базовые станции. Каждая базовая станция регистрирует все абоненты в зоне их соты и обслуживает их. Сами же базовые станции подключаются кабельным сетям и дальше коммутируются с другими сетями поддержки. Различные сотовые поколения были разработаны с начала 1980-х годов. Поколение 1G, было аналоговым и, задуман и разработан исключительно для голосовых вызовов и передачи данных со скоростью до 2,4 Кбит / с. Второе поколение

2G было основано на цифровых технологиях и сетевой инфраструктуре, было добавлено поддержка текстовых сообщений, а также скорость передачи данных до 64 Кбит / с. Поколение 2,5 находилось между вторым и третьим. Иногда его называли так поколение 2G + GPRS, это была улучшенная версия 2G, со скоростью передачи до 144 Кбит / с. Далее было разработано поколение 3G было в 2000 году, со скоростью передачи данных до 2 Мбит / с. Ниже приведен рисунок 1.15: схема мобильной сотовой сети



Рисунок 1.15 Мобильная сотовая связь

2. Спутниковая беспроводная связь также является частью глобальной беспроводной сети. Из-за своего высокого уровня высоты полета спутниковые передачи данных могут охватывать большую площадь над поверхностью земли. Это может быть очень полезно для пользователей, которые находятся в отдаленных районах или на островах, где подводные кабели не эксплуатируются. В этих случаях необходимы спутниковые телефоны. Каждый спутник оснащен различными транспондерами, состоящими из приемопередатчика и передатчика. Входящий сигнал усиливается и затем ретранслируется на другой канал. Ниже на рисунке 1.16 приведен пример спутниковой связи

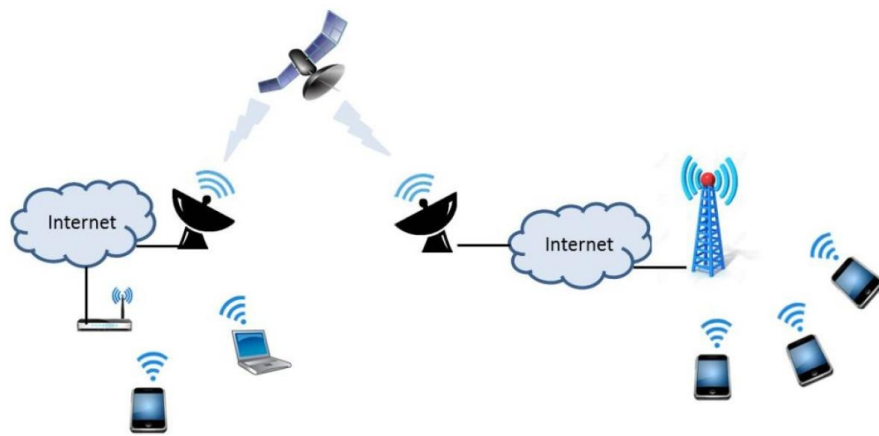


Рисунок 1.16 Беспроводная спутниковая связь глобальной сети WWAN

2.АНАЛИЗ ПРОТОКОЛОВ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ И ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В КОНЦЕПЦИИ «ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ»

2.1 Введение в технологию «интернет вещей»

Сперва хотел обозначить что я взял в кавычки выражение «интернет вещей» так как сам перевод по моему мнению не корректен исходное название Internet of things выражает более глубокое понятие

«Интернет вещей» относится к использованию разумно подключенных устройств (сенсоров) и систем для использования данных, собранных встроенными датчиками и исполнительными механизмами в машинах и других физических объектах. Ожидается, что в ближайшие годы IoT будет быстро распространяться, и эта конвергенция позволит раскрыть новое измерение услуг, улучшающих качество жизни потребителей и производительность предприятий.

Для потребителей IoT имеет потенциал для предоставления решений, которые значительно улучшают эффективность энергопотребления, безопасность, здравоохранение, образование и многие другие аспекты повседневной жизни. Для предприятий, оно может быть основой для решений, улучшающих производительность труда в производстве, розничной торговле, сельского хозяйства и другие отрасли.

Решения Machine-to-Machine (M2M) – это подмножество IoT которые используют беспроводные сети для соединения устройства друг с другом и интернетом, с минимальным непосредственным вмешательством человека. IoT представляет собой координацию работы нескольких датчиков машин, устройств и приборов, подключенных к интернету через различные виды связи, в большинстве случаев используются беспроводные типы связи. Несмотря на то, что потенциальное воздействие интернета вещей является значительным, для продвижения вперед требуются согласованные усилия. Для этого надо оптимизировать стандарты связи, протоколы и программные обеспечение.

Первое широкое использование технологии IoT было для контроля вендорных автоматов для продажи различных продуктов. На рисунке 2.1 представлены первые машины, использующие интернет вещей

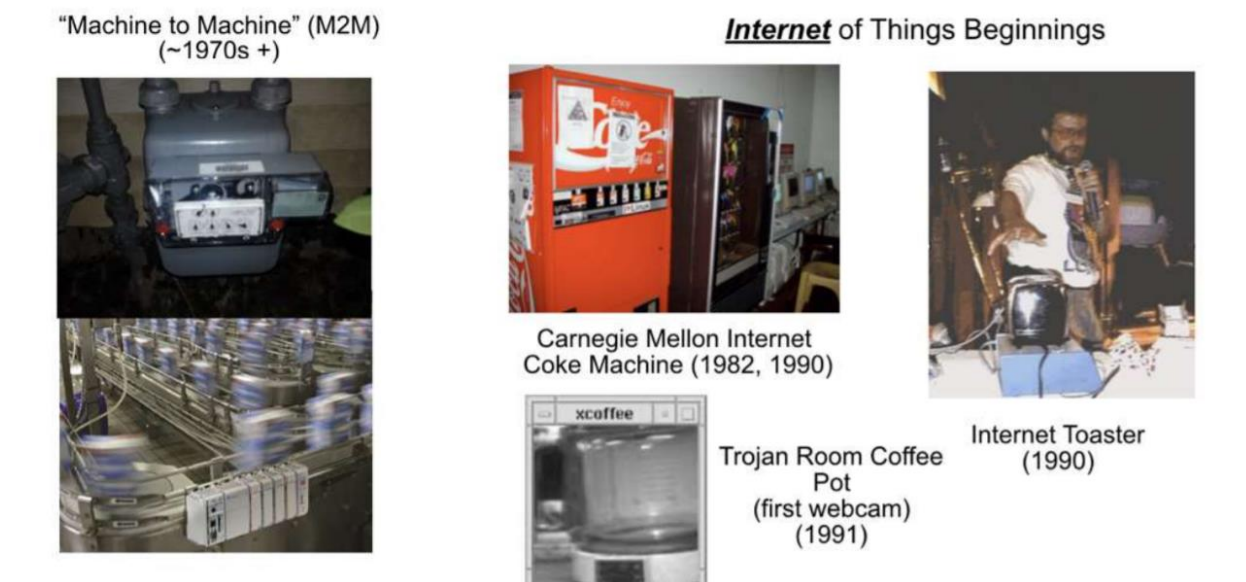


Рисунок 2.1 Первое использование IoT

К наиболее важным особенностям Интернета вещей относится искусственный интеллект, связанные системы, сенсоры.

Искусственный интеллект по существу делает практически все "умным", а это означает, что он усиливает каждый аспект жизни с помощью сбора данных, алгоритмов искусственного интеллекта и сетей. Это может означать что-то столь же простое, как улучшение вашего холодильника и шкафов для обнаружения, когда молоко и ваши любимые хлопья заканчиваются, чтобы проинформировать пользователя и даже автоматически сделать заказ необходимых продуктов магазина.

Сети подключение-новые стимулирующие технологии для сетей, в частности IoT сеть, то есть сети больше не привязаны исключительно к крупным провайдерам. Сети могут существовать в гораздо меньшем и более дешевом масштабе, оставаясь при этом практичным. IoT создает это небольшие сети между его системными устройствами.

Сенсоры или датчики — это основная часть интернета вещей и без них технология теряет свое отличие. Они выступают в качестве определяющих инструментов, которые превращают IoT из стандартной пассивной сети устройств в активную систему способной к реальной интеграции. Сенсоры это относительно простые устройства для сбора различных видов связи. Например, сбор температуры на каждой точке местности, сбор химического состава воздуха. На рисунке 2.2 представлен один из типов сенсора используемый в интернете вещей.



Рисунок 2.2 Сенсоры по сбору температуры и влажности

Главный критерий отбора сенсоров — это не большой размер, малое энергопотребление и конечно же дешевизна.

Еще одним преимуществом интернета вещей это масштабируемость, без какого-либо вмешательства в центральные устройства контроля всех датчиков.

Хотя IoT обеспечивает впечатляющий набор преимуществ, он также представляет собой значительный набор проблем.

Вот список некоторых его основных проблем:

1. Безопасность-IoT создает экосистему постоянно подключенных устройств для обмена данными по сети. Протоколы передач данных такой сети упрощенные для повышения скорости и уменьшения энергопотребления. Система предлагает мало контроля, несмотря на любые меры безопасности. Поэтому пользователи подвергаются воздействию различных видов злоумышленников такие как не санкционированный сбор данных и контроль системы.

2. Сложность-некоторые считают IoT-системы сложными с точки зрения проектирования, развертывания и использования
3. Гибкость-многие обеспокоены гибкостью системы интернета вещей для легкой интеграции с другой. Они беспокоятся о том, что устройства окажутся с несколькими конфликтующими и будут заблокированными системой.

2.2 Сенсоры в интернете вещей

Аппаратное обеспечение, используемое в системах Интернета вещей, включает в себя устройства для удаленной панели мониторинга, устройства для управления, серверы, маршрутизирующее или мостовые устройства и датчики.

Самым важным оборудованием в интернете вещей это его датчики. Эти устройства состоят из модуля энергообеспечения, модуля управления питанием, радиочастотный модуль и чувствительный модуль.

На рисунке 2.3 проиллюстрирован один из датчиков или сенсоров для интернета вещей

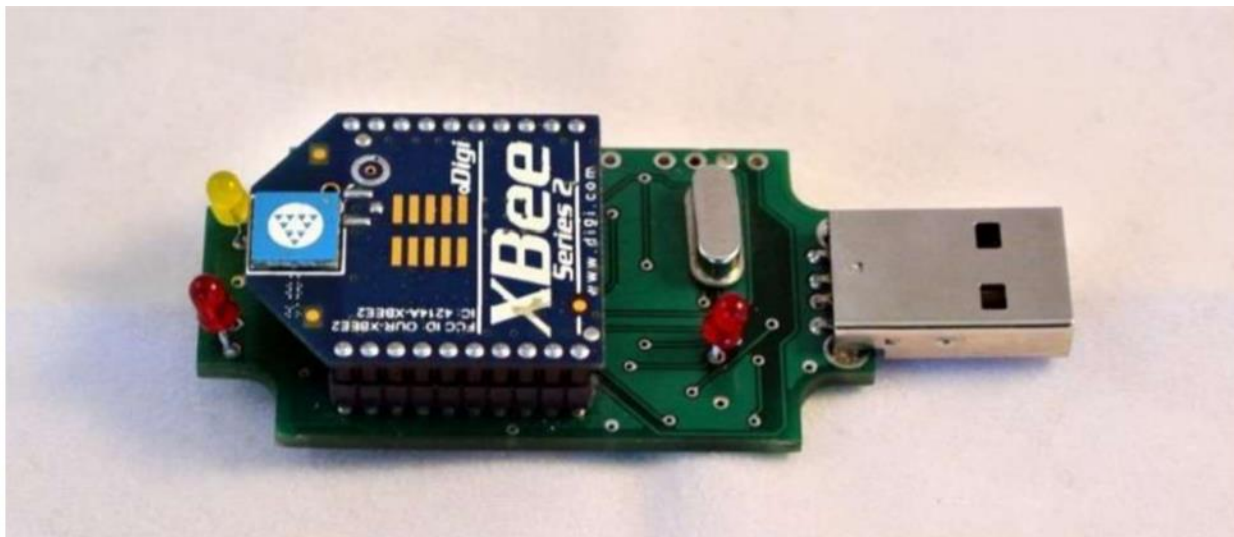


Рисунок 2.3 Сенсор интернета вещей

Данные, которые собираются датчиками отличаются по своим физическим свойствам и для этого используются различные виды сенсоров такие как:

1. Акселерометр для получения положения сенсора. На рисунке 2.4 представлен вид акселерометра



Рисунок 2.4 Акселерометр

2. Датчик температуры
3. Гироскоп
4. Датчик звука
5. Датчик давления
6. Датчик влажности
7. Датчик прикосновения
8. Датчик света
9. Датчик газа

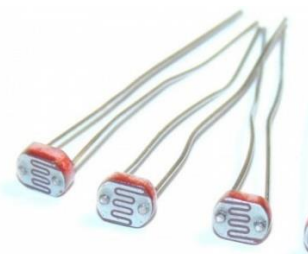
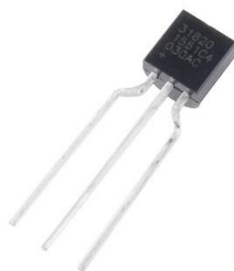


Рисунок 2.5 Датчики для сбора различных физических данных

Все датчики должны доставлять данные с высокой надежностью, должны проявлять высокую энергетическую производительность, а также автономность. Современные технологии позволяют разрабатывать большой спектр продукции сенсорных приложений в различных областях, от военных до биоинженерии и от промышленности до образования. Повышенная сложность развертки датчиков порождает новые проблемы, связанные с надежностью, доступностью, точностью, энергопотреблением, безопасностью и эффективностью передачи данных в чрезвычайно сложных условиях

Такая сложность порождает разработку имитационных испытательных стендов, облегчающих процесс принятия решений в аппаратном и программном обеспечении проектирования АСУ следующего поколения. Для каждого параметра датчика важно определить его диапазон изменения и перекрестную корреляцию с другими параметрами.

Таким образом, в случае наличия источников питания система хранения должна одновременно удовлетворять требованиям: как для основной мощности, так и для кратковременного изменения мощности.

Рассмотрим паттерн создания автоматизированной системы умного дома:

1. Определение и принятие соответствующей структуры и топологии для беспроводных сенсоров;
2. Решение о параметрах, которые должны быть оптимизированы с энергетической точки зрения;
3. Разработка прототипа интернета вещей для моделирования с использованием реальных компонентов нескольких вариантов использования и выделение взаимосвязи между данными и потреблением энергии в соответствии с требованиями к применению (например, спектр и срок службы системы хранения).

4. Определение размеров системы управления гибридным источником питания такие как аккумуляторная батарея в сочетании с суперконденсатором.

Основной вопрос исследования связан с тем, что методология "гибридизации" автономных беспроводных датчиков крайне сложен. Оптимизация потока мощности между накопительными элементами (батареей и суперконденсатором) и управление питанием, связанное с беспроводной передачей и последовательными функциональными этапами работы устройства.

Микроконтроллер и датчик приемопередатчика должны быть с наименьшим энергопотребления без потерь эффективной работы или появлению помех в передачи данных. Следующий критерий — это срок службы каждого сенсора, которую нужно повысить с сохранением низкой стоимости продукции.

2.3 Протоколы передачи данных в интернете вещей

2.3.1 Протокол IEEE 802.15.4

В этом разделе мы обсудим стандарты протокола канального уровня в модели OSI.

IEEE 802.15.4 является наиболее часто используемым стандартом интернета вещей. Он определяет формат кадра, заголовки, включая адрес источника и приемника, а также то, как узлы могут взаимодействовать друг с другом. Форматы кадров, используемые в традиционных сетях, не подходят для маломощных мульти-прыжков сетей интернета вещей за счет их накладных расходов. В 2008 году IEEE802. 15. 4-е был создан для расширения протокола IEEE802. 15. 4 и поддерживает связь с низким энергопотреблением. Он использует синхронизацию времени и канала скачкообразный переход для обеспечения высокой надежности, низкой стоимости и соответствия

требованиям IoT коммуникаций. Его конкретные функции можно резюмировать следующим образом:

1. Структура слот фрейма предназначена для планирования и общения с каждым узлом, и передачи сигнал контроля. Узел может переходить в спящий режим, отправлять или получать информацию. Во спящем режим, узел выключает частично своим модулю для экономии энергии и сохраняет все сообщения, которые ему нужно отправить при следующей возможности передачи. При передаче он передает свои данные и ждет для подтверждения своих слов. При приеме узел включает свое радио раньше запланированного времени.
2. Синхронизация: синхронизация необходима для поддержания подключения узлов в сети. Можно использовать два подхода: основанный на подтверждении или синхронизации на основе кадров. В режиме, основанном на подтверждении, узлы уже находятся в связи, и они посылают подтверждение для гарантий надежности, таким образом может быть использована для поддержания связи. В режиме, основанном на фрейме, узлы не общаются с друг другом и следовательно, они посылают пустой кадр с заранее заданными интервалами. Они синхронизированы и каждый узел отправляет информацию в свое заданное время

2.3.2 Протокол WirelessHART

WirelessHART — это протокол передачи данных, который работает, как и протокол IEEE 802.15.4 PHY и поддерживает множественный доступ с временным разделением TDMA. Это безопасный и надежный протокол так как использует расширенное шифрование для шифрования сообщений и вычисления целостности. Архитектура, как показано на рисунке 3, состоит из сетевого менеджера, системы безопасности, менеджера, шлюза для подключения беспроводной сети к проводным сетям, точки доступа, маршрутизаторов и адаптеров.

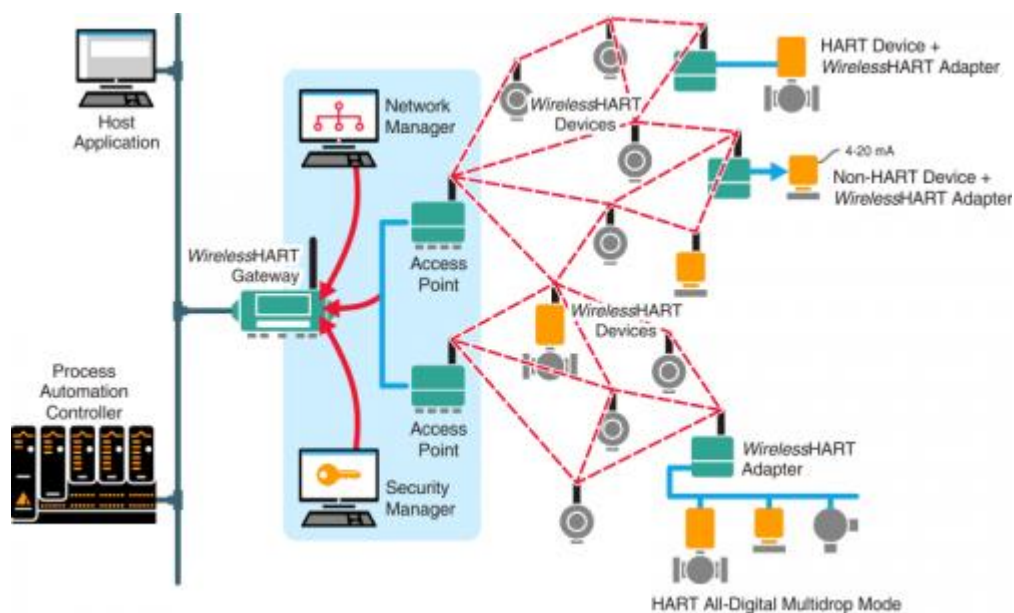


Рисунок 2.6 WirelessHart протокол

2.3.3 Z-wave протокол

Z-Wave — это маломощный протокол, разработанный для домашней автоматизации и используемый для интернета вещей и коммуникации, особенно для умного дома и небольших коммерческих доменов. Он охватывает около 30 датчиков и подходит для небольших сообщений в приложениях интернета вещей, таких как управление светом, контроль энергии, носимый контроль состояния человека и другие. Он использует CSMA/CA для обнаружения коллизий и сообщения ASK для надежной передачи. Он наследует архитектуру: ведущий-ведомый, в которой ведущий управляет подчиненными устройствами, посылает им команды и обрабатывает их планирование работы всей сети

2.3.4 Bluetooth Smart

Bluetooth smart-это протокол связи на короткие расстояния. Его энергопотребления может достигать в десять раз меньше, чем классический Bluetooth при этом его латентность может достигать 15 раз. Его управление доступом использует бесконтактный MAC с низкой задержкой и быстрой передачей данных. Он также наследует архитектуру ведущий-ведомый

2.3.5 ZigBee

Он предназначен для широкого спектра приложений интернета вещей включая интеллектуальные дома, дистанционное управление и системы здравоохранения. Он поддерживает широкий спектр сетевых топологий в том числе топологию:

звезда, одноранговое или кластерное дерево. Координатор управляет сетью и является центральным узлом в сети. Стандарт ZigBee определяет два профиля стека: ZigBee и ZigBee Pro. Эти профили стека поддерживают полную сетевую коммуникацию и работают с различными приложениями, позволяющими реализовать вычисления с низким уровнем памяти и мощности. ZigBee Pro предлагает больше возможностей, включая использование безопасности: симметричный обмен ключами, масштабируемость с использованием стохастического назначения адресов и многое другое.

2.3.6 Homeplug

HomePlug - это еще один протокол, разработанный компанией HomePlug Powerline Alliance, который используется в приложениях домашней автоматизации. HomePlug имеет три версии: HomePlug-AV, HomePlug-AV2 и

HomePlugGP. HomePlug-AV-это основной протокол связи линии электропередач, который использует TDMA и CSMA/CA как протокол MAC уровня, поддерживает адаптивную битную загрузку, которая позволяет ему изменять его скорость в зависимости от уровня шума и используют ортогональное частотное разделенное мультиплексирование OFDM и четыре метода модуляции. Протокол предназначен для интернета вещей в целом и специально для домашней автоматизации. Он в основном предназначен для снижения стоимости.

2.4 Инкапсуляция данных сетевого уровня

6LoWPAN — это первая и самая мощная беспроводная персональная сеть.

Он эффективно инкапсулирует длинные заголовки IPv6 в IEEE802. 15. 4 на небольшие пакеты, которые не могут превышать 128 байт. Спецификация такая поддерживает различные адреса, низкую пропускную способность, различную топологию, включая звезду или сетку, низкую мощность потребления, низкую стоимость, масштабируемые сети, мобильность, ненадежность и длительное время гибернации. Таким образом стандарт обеспечивает сжатие заголовка для уменьшения накладных расходов передачи, фрагментацию для удовлетворения максимальной длины кадра 128.

2.5 Сравнительный анализ протоколов и сенсоров в интернете вещей.

Таблица 1-Сравнительный анализ протоколов

| | | | | | |
|------------------------|-------------------------------|------------|---------------------|------------------|------------|
| | Малое и среднее покрытие сети | | | Широкое покрытие | |
| Протокол | Zigbee | Bluetooth | Wifi | Lora | Mioty |
| Радиочастотный спектр | | | | | |
| Полоса частот | 868-915 МГц 2.4 ГГц | 2.4ГГц | 2.4–5 ГГц | 868-915 ГГц | 868 ГГц |
| Каналы | 1,10, 16 | 46-76 | 11-24 | 10 | неизвестно |
| Устойчивость к помехам | среднее | низкое | высокое | высокое | среднее |
| Энергопотребление | | | | | |
| Потребление (Ватт) | 36.9 мВт | 215мВт | 835мВт | 100мВт | неизвестно |
| Передача данных | | | | | |
| Скорость передачи | 250 Кбит/с | 1-25Мбит/с | 11,54 и300Мбит/с | 50Кбит/с | 0.4 Кбит/с |
| Время ожидания | 20-30мс | 100мс | 50мс | 1000с | неизвестно |
| Покрывтие сети | 10-300м | 10-30м | 100-500м | 5км | До 15км |

Далее представлен сравнительный анализ сенсоров в интернете вещей

Таблица 2-Сравнительный анализ сенсоров

| | | | | | | | | |
|--|---------------|-----------|---------------|-------------|---------------|----------------|---------------|------------------|
| Наименование сенсора | ESP8266 | NRF24 L01 | HM-10 | HC-05 | AMS001/002 | LM811 | MicaZ | Xbee |
| Стандарт | Wi-fi b/g/n | Nrf24 | BLE | BT | BLE | BLE/wi-fi | Zigbee | Zigbee |
| Напряжение | 3.3в | 3.3в | 2-3.7 в | 3.6-6 вольт | 1.8-3.6вольт | 3.3/5 вольт | 2.7-3.3 вольт | 3.3вольт |
| Сила тока для передачи и приема данных | 100-150мА | 7-11.3мА | 8.5-9мА | 30мА | 11-25мА | 150мА | 17.5-19.6 мА | 45-50мА |
| Максимальная дистанция покрытия | 100м | 10-50м | 10-20м | 10-20м | 10-20м | 10-20м | 20-70м | 10-100м |
| Вес | 2-2-гр | 10-20гр | 8гр | 15-20гр | 20гр | 25гр | 20гр | 40-70гр |
| Цена | 350-750рублей | 300рублей | 350-750рублей | 300рублей | 350-750рублей | 800-1300рублей | 24000рублей | 1000-18000рублей |

3. ИССЛЕДОВАНИЕ И СРАВНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МОДУЛЕЙ ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ УМНОГО ДОМА

В этой главе описываются современные решения для умного дома на рынке и рассматриваются следующие вопросы:

1. различия между системами с точки зрения масштабируемости, стоимости, надежности,
2. Системы коммуникации модулей и простота монтажа и установки этих систем

3.1 Система Insteon

Insteon-это технология домашней автоматизации, разработанная компанией SmartLabs. Отличительная черта и особенность Insteon заключается в том, что он использует как радиочастоту RF, так и существующие линии электропередач. Insteon-одна из немногих систем домашней автоматизации, которая работает в двух-сетевой сети. Возможно применение либо беспроводной, либо проводной сети передач, а также возможно использовать их одновременно.

Радиочастотный диапазон систем работает на частоте 904 МГц. Скорость передачи данных составляет от 13,165 бит / сек и 2880 бит/сек.

Все устройства Insteon действуют как ретрансляторы. Это означает, что они могут играть свою роль как отправителя, ретранслятора или получателя. Если устройства, которые пытаются установить связь, находятся вне пределов зоны покрытия, то передача данных происходит через промежуточные модули системы, проще говоря используя стратегию нескольких прыжков. Все сообщения принимаются устройствами Insteon в сети, и, если сообщение не предназначено для устройства, которое получает оно пересылает сообщение на другие устройства Insteon. Максимальное число переходов для сообщения равно 3 так что это также противодействует перенагрузке сети.

Другие устройства действуют таким же образом, пока сообщение не будет получено принимающей стороной

На рисунке 3.1 изображена современная система автоматизации дома Insteon



Рисунок 3.1 Система Insteon

Каждое сообщение состоит из двух 2-битных полей. Один бит содержит информацию максимального количества прыжков и другой- количество оставшихся прыжков. Если устройство получает сообщение с нулевыми прыжками, сообщение больше не отправляется.

Дальность действия сигнала Insteon составляет примерно 45 метров, что значительно сокращается за счет наличие стен и других физических препятствий. Из-за того, что все системы устройства используют двустороннюю связь, когда сообщение поступает по назначению получатель, он посылает сообщение об успешной передаче. Если отправитель сообщения не получает сообщения-подтверждение, она автоматически пересылает повторно.

Стандартно количество прыжков составляет 3. Иногда до максимального до 5 прыжков.

Устройства Insteon относительно легко настраиваются. Они автоматически подключаются к сети Insteon. Можно подключить до 1024 устройства к одной сети, но также можно связать все сети Insteon таким образом, что количество устройств умножается на количество сетей.

Таким образом система разработана специально что он способен передавать сообщения с увеличением в 10раз по мощности

Если у человека уже есть сеть с увеличением в десять раз, установленный в его доме, то дальнейшее расширение невозможно и новые подключенные сети будут в разногласии и система выйдет из строя.

Стоимость стартового комплекта начинается от 5000рублей (в зависимости от дистрибьютора и курса доллара). Модули для расширения стоят от 1000 рублей.

3.2 Система X10

Система автоматизации X10 была разработана и предложена в конце 1970-х годов компанией под названием "Пико Электроникс". Он был разработан для использования существующей линии передач дома, а в 1990-е годы он был расширен, чтобы использовать также и беспроводную сеть.

X10 сеть состоит из нескольких типов устройств:

1. Передатчики, передающие исходное сообщение-подключаемый модуль, телефон, контроллеры ПК и т. д.
2. Приемники, которые принимают сообщения. И отвечают за работу автоматизации такие как: выключатели, детекторы дыма, управление дверью, и т. д.
3. Ретрансляторы устройства, принимающие радиочастотные сообщения и ретранслирующие их на линии питания сети.

Сообщение состоит из четырех битов. Нулевой бит передается, если нет импульса с частотой 120 кГц.

Система автоматизации X10 не имеет функции обнаружения ошибок и у не всех устройств X10 есть возможность двусторонней связи. Оригинальные устройства X10 только поддерживали одностороннее общение. Так что, если получатель не получает сообщение передатчик не узнает об этом.

В 1997 году были разработаны более совершенные устройства с возможностью двусторонней связи. Технология включает в себя функции предотвращения ошибки передач: передатчик отправляет дважды исходную информацию для предотвращения ошибок небольшую ошибку.

Частота радиочастотного диапазона, на котором работает X10, составляет 310 МГц или 433 МГц, а дальность действия составляет около 30 метров в зависимости от окружающей среды. В связи с тем, что скорость передачи данных составляет примерно 20 бит / сек, передача данных X10 происходит относительно быстро.

Максимальное число поддерживаемых устройств-256.

Цена на стартовый комплект составляет примерно от 3200 рублей, а стоимость самого модуля-сенсора от 300 рублей. Безусловно цена зависит от дистрибьютера и курса евро.

3.3 Система Z-wave

Технология была разработана компанией под названием Zensys.

Z-wave состоит из четырех слоев и радиочастотной среды, которая управляется слоем MAC:

1. Прикладной уровень - управляет декодированием и выполнением команд внутри приложения.
2. Уровень маршрутизации-управляет маршрутизацией пакетов в сети Z-Wave.
3. Уровень передачи данных -управляет передачей данных между устройствами — это включает в себя функцию повторной передачи, подтверждение и проверка контрольной суммы
4. Уровень контроля доступа-управляет использованием радиочастотного носителя.

На рисунке 3.2 представлена система Z-wave.



Рисунок 3.2 Система автоматизации Z-wave

Z-wave использует тип радиочастотной связи. Он работает на 868 МГц, 908 МГц или 2400 МГц. Дальность действия радиосигналов составляет 30-100 метров, а скорость передачи данных составляет 20 Кбит/с. Z-wave имеет два типа

устройств — это управляющие устройства и подчиненные узлы. Управляющие устройства инициируют связь путем отправки команды другим узлам; далее подчиненные узлы пересылают сообщения другим узлам или если они являются предполагаемыми получателями, то данные принимаются и пересылается отправителю сообщение о подтверждении получения.

Управляющие устройства имеют полную таблицу маршрутизации сети Z-Wave и способны связываться со всеми устройствами в сети. Подчиненные узлы не могут работать, независимо друг от друга отправляя прямые сообщения на другие узлы, если они не установлены пользователем. Если ведомый узел получает команду он выполняет ее и после этого отправляет ответ управляющему устройству с уведомлением об успешной команде исполнение. Если управляющее устройство не получает подтверждающего сообщения, пакет ретранслируется со случайной задержкой, чтобы избежать потенциальной коллизии.

Максимальное количество поддерживаемых устройств-232.

Цены на стартовые комплекты начинаются от 4000 рублей и стоимости одного модуля 1000 рублей.

3.4 Android Home

Android Home был анонсирован компанией Google в мае 2011 года. Система анонсирована для работы с сетью в диапазонах частот 900 МГц. Гугл выбрал 900 МГц, потому что он наименее вероятно будет переполнен, чем спектр wi-fi.

Предполагается, что их протокол, анонсированный на конференции разработчиков Google I / O, был основан на технологии SNAP от Synapse Wireless. Это все еще закрытый протокол. Изначально Google объявила, что они будут создавать Андроид-лампочку с большим количеством свойств управления. По словам разработчиков лампочки будут использовать 6LowPAN стандарт.

Следовательно, вся система Android Home, скорее всего, будет основан на 6LoWPan.

Так известно 6LoWPAN — это стандарт протокола которая поддерживает передачу пакетов IPv6 поверх беспроводных сетей с низким энергопотреблением. Эта концепция родилась из идеи, что интернет протокол IP может применяться даже к самым маленьким устройствам 6LoWPAN работает в полосе частот 915 МГц и имеет дальность действия 10-100 метров.

Одна отличительная особенность 6LoWPAN является количество прыжков, которое составляет до 255, так что это подразумевают 100% передачу данных до каждого узла.

Каждый узел может присоединяться друг другу, чтобы поддерживать и расширять автоматизацию дома Android Home. Также, открытый исходный код для автоматизации андроида решает некоторые вопросы, такие как лицензии и индивидуальную настройку.

3.5 Zigbee

ZigBee-это беспроводная технология, разработанная Альянсом ZigBee Alliance. Его архитектура состоит из четырех основных слоев:

1. Физический уровень-отвечает за отправку и прием команд и данных.
2. Средний уровень контроля доступа-отвечает за сетевое взаимодействие.
3. Сетевой уровень-управляет корректным использованием средств контроля доступа
4. Прикладной уровень-состоит из подслоя APS и DO:

Подуровень APS-предоставляет такие услуги, как обнаружение и привязка к центральному узлу;

ZDO-определяет роли устройств, инициирует привязку и регулирует, также отвечает за безопасность.

Zigbee использует радиочастотный тип связи. Частотные полосы, в которых работает ZigBee составляют 868 МГц, 915 МГц и 2400 МГц. Диапазон дальности действия варьируется от 10 до 100 метры и скорость передачи данных составляет 250 Кбит/с.

На рисунке 3.3 представлена система ZigBee



Рисунок 3.3 Система ZigBee

Существует два типа устройства в сети ZigBee: стандартный и расширенный. В расширенном типе обычно выступает в качестве координатора сетей. Сеть ZigBee требует по крайней мере один сетевой координатор. Сетевой координатор хранит сетевое дерево других устройств, с которыми можно связаться. Кроме того, координатором сети является центральный узел. Система использует протокол рукопожатия. Другими словами, если конечное устройство получает команду он отвечает координатору что он получил и исполнил. ZigBee способен подключать более 64000 устройств. Это возможно, из-за того, что сети ZigBee системы расширяются друг с другом, так что теоретически число устройств может быть бесконечным.

Стартовые комплекты начинаются от 10000 рублей, а модули-от 1000 рублей.

3.6 Система DomoticHome

DomoticHome - это проект с открытым исходным кодом, первоначально разработанный Маттиа Липрери.

Главная цель была в том, чтобы улучшить комфорт домашней обстановки. Другие системы домашней автоматизации оказались недешевым, и разработчик Липрери решил сделать системы с низкой стоимостью доступный для всех пользователей

Система работает на плате Arduino, которые расширены с помощью Ethernet модуля для подключения его к домашней локальной сети.

DomoticHome предоставляет сайт где можно сгенерировать код Arduino для общения с разными устройствами и приложение для телефона Android. Система работает в полосе частот Wi-Fi от 2401 МГц до 2495 МГц. Диапазон зависит от возможности маршрутизатора и Android устройства, но это примерно 20 метров.

В этой системе нет функции обнаружения ошибок. Если Arduino получает команду от телефона, то не отвечает, что команда выполнена.

3.7 Сравнительный анализ системы умный дом

3.7.1 Надежность

Надежность является одним из ключевых факторов, когда рассматривает вопрос о покупке нового устройства, транспортного средства, предметов домашнего обихода и т. д. То же самое относится и к системам домашней автоматизации. Если в системе нет функции обнаружения или исправления ошибок, и нет никакого способа выяснить это, то дальнейшее эксплуатация приведет к снижению надёжности всей системы.

Например, детектор дыма, управляемый компанией, система домашней автоматизации требовала от устройства высокого уровня надежности и от системного контроллера так при ошибке это может привести к человеческим жертвам.

Таблица 3- Сравнительный анализ системы домашней автоматизации

| | ZigBee | Z-Wave | Insteon | X10 | Android Home | DomoticHome |
|----------------------------|----------------------|----------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------|--------------|
| Тип сети | Беспроводной | Беспроводной | Проводной/ Беспроводной | Проводной/ Беспроводной | Беспроводной | Беспроводной |
| Частота полос | 816/915/ 2400 МГц | 868/915/ 2400 МГц | 904МГц | 310 МГц | 816/915/ 2400МГц | 2400МГц |
| Покрытие | 10-100м | 30-100м | 45м | 30м | 10-100м | 20м |
| Скорость передачи | 250 Кбит/с | 20 Кбит/с | 3-13Кбит/с | 20бит/с | 20-200 Кбит/с | 9.4 Кбит/с |
| Функция обнаружения ошибок | Да | Да | Да | Да | Да | Да |
| Ретрансляция | Да | Да | Да | Да | Да | Да |
| Количество устройств | +64000 | 232 | 1024 | 256 | неизвестно | 14 |
| Маршрутизация сообщений | | | | | | |

С точки зрения обнаружения ошибок и надежности все рассмотренные системы имеют стратегии и механизмы, гарантирующие доставку и выполнение сообщений правильно. Insteon, Zigbee, Z-Wave и Android Home (предполагается, что это на основе 6LowPAN) используют контрольные суммы. Разница в том, что

Insteon и ZWave используют 8-битные контрольные суммы, но Android Home, и ZigBee стандарта IEEE 802.15.4 используют 16-битную контрольную сумму. Если сообщение, отправленное контроллером, или не достигает предназначенного устройства или команда не иницируется, тогда отправляется еще раз.

DomoticHome и X10 имеют только односторонний путь коммуникации и таким образом они не имеют обнаружения ошибок или повторной передачи данных, которые делают их ненадежными.

3.7.2 Простота установки системы

Еще одним важным аспектом при выборе системы домашней автоматизации является простота использования и установки. Вопрос в том, может ли владелец дома установить систему, самостоятельно не требуя обширных предварительных знаний или вызова технических специалистов для развертки проекта и установка.

В этом вопросе Insteon утверждает, что обеспечивает легкую установку. Устройство включается в первый раз, когда оно автоматически подключается к сети Insteon. Аналогичным образом, Android Home предоставляет подход к установке включи-настрой, для этого требуется первоначальное сопряжение устройства управления Android с устройством.

Другие системы не так просты в установке.

3.7.3 Коммуникация

В современном доме существует множество устройств, использующих радиочастотные технологии связи. Чем больше там приборов, тем больше помех в окружающей среде. Для примера во многих домах есть Wi-Fi, который работает на частоте 2,4 ГГц. Жилое здание может иметь 10 или более различных сетей Wi-

Fi, сталкивающихся и мешающих друг другу между собой. Некоторые системы домашней автоматизации используют многоканальный подход которые способны использовать различные частоты для уменьшения вероятности возникновения помех (например, ZigBee, Z-Wave и Android Home).

Главное преимущество ZigBee — это то, что координатор в сети ZigBee способен автоматически менять рабочую частоту если какой-либо узел в сети обнаруживает серьезные помехи. А частотный диапазон других технологий может быть изменен вручную в зависимости от потребности потребителя. Insteon, DomoticHome и X10 используют одноканальный подход, а это значит, что у них есть только одна частота. Но многие производители разрабатывают устройства, которые используют суб-гигагерцовую частоту, которая, в свою очередь, также может начать переполнять диапазон частот.

4.СОЗДАНИЕ ПРОТОТИПА УМНОГО ДОМА НА БАЗЕ ИССЛЕДОВАННЫХ СРЕДСТВ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ И ТЕХНОЛОГИИ

В этой главе рассматривается внедрение систем домашней автоматизации. Домашняя автоматизация представленные системы опираются на открытые платформы ZigBee и Contiki OS.

Contiki OS это открытая операционная система которая используется для домашней автоматизации, основан на языке программирования Си.

Прототип которую предлагаю, как решение в автоматизации дома называется InddyIT. InddyIT дает полное автоматизированное решение для дома и офиса. Здесь мы развертывание этой системы для дома.

Для прототипирования системы домашней автоматизации нам достаточно модулей технологии ZigBee. На рисунке 4.1 представлен главный контроллер ZigBee к которому подключается все датчики и модули



Рисунок 4.1 Контроллер системы ZigBee Hub

4.1 Система Inddy IT: основные объекты дома для автоматизации

Здесь рассмотрим какие домашние объекты могут быть автоматизированы.

Главный критерий для отбора в основной набор системы автоматизации это безопасность дома. Поэтому первый модуль — это модуль управления электропитания дома которая устанавливается на саму сеть. Модуль управления электропитания считывает количество энергопотребления и может замыкать или размыкать общую сеть дома.

Следующий модуль — это датчики температуры и дыма. Здесь используются два модуля:

1. Датчики дыма, являются одним из основных модулях противопожарной безопасности. Модуль подключается к контроллеру ZigBee и в случае дыма отправляет оповещение. рисунке 4.2 представлен датчик дыма



Рисунок 4.2 Датчик дыма ZigBee

2. Термостат также может являться модулем противопожарной безопасности, который считывает температуру воздуха дома и если температура превышает заданный порог, также отправит экстренное оповещение. Термостат также передает текущую температуру воздуха в определенном интервале. В случае повышенной/ пониженной температуры может включить обогреватели или кондиционеры. На рисунке 4.3 представлен термостат системы ZigBee



Рисунок 4.3 Термостат ZigBee

В соответствии безопасности дома следующая модель — это датчики контроля открытия дверей и окон ниже на рисунке 4.4 представлен датчик



Рисунок 4.4 Датчики открытия дверей и окон

На рисунке 4.5 представлен датчик движения которая в определенные интервалы времени включается и детектирует движения, произошедшие внутри дома. Классическая настройка — это включение датчика только ночью или в те дни, когда дома никого нет. Датчик подключается к контроллеру ZigBee



Рисунок 4.5 Датчик движения ZigBee

Датчик наводнения дома также отвечает за безопасность и целостность самого дома, этот датчик подключается напрямую к контроллеру через Bluetooth и если вода достигает датчика, он отправляет экстренное сообщение к контроллеру.

На рисунке 4.6 изображен датчик наводнения.



Рисунок 4.6 Датчик наводнения ZigBee

Датчик газа также является основным модулем для безопасности дома, на рисунке 4.7 представлен датчик дыма ZigBee



Рисунок 4.7 Датчик газа ZigBee

В соответствии безопасности жизнедеятельности человека концентрация СО угарного газа может привести к летальному исходу. Датчик угарного газа также необходим для безопасности дома. Рисунок 4.8 показывает датчик угарного газа системы ZigBee



Рисунок 4.8 Датчик угарного газа

Таким образом были рассмотрены основные модули для обеспечения безопасности дома и их владельцев. Подключение происходит в виде звезды центральным связующим выступает контроллер ZigBee HUB. Подключение к модулям происходит через Bluetooth сеть, проводную сеть и через беспроводную сеть для multifunctional модулей. Ниже представлена схема подключения модулей.

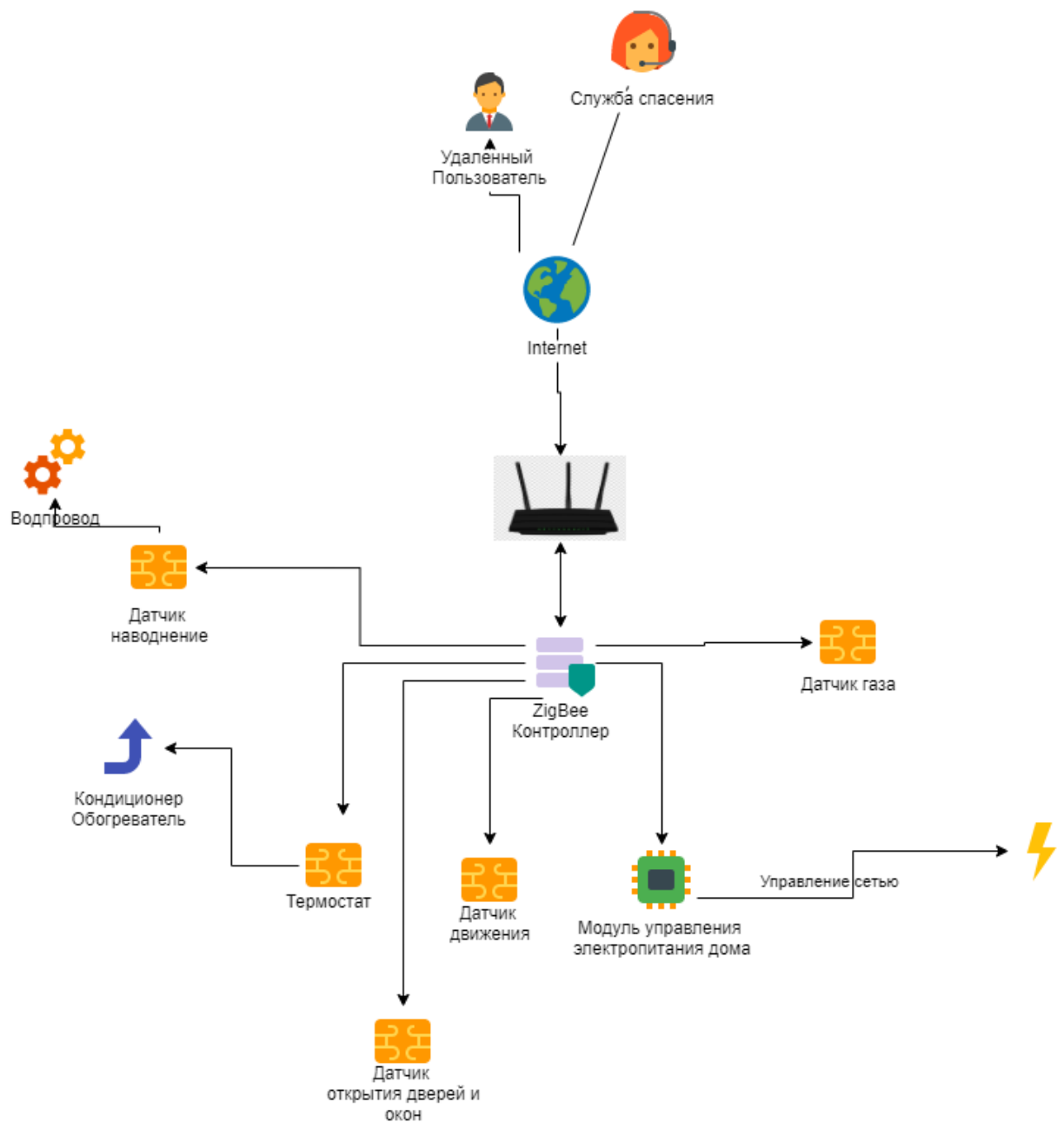


Рисунок 4.9 Схема автоматизации ZigBee

Схема, которая была показана на рисунке 4.9 не является конечной схемой автоматизации дома, там было рассмотрена только безопасность дома. Далее рассмотрим автоматизацию дома.

4.2 Система InddyIT: автоматизация дома использованием модулей не относящие к аспектам безопасности

Очевидно, первым объектом для управления является-управление светом в дома пользователем.

ZigBee предоставляет свое решение для таких целей: сперва мы устанавливаем световой контроллер который связывается с главным контролером ZigBee HUB. К этому контроллеру подключается все сети электропитания для света во всем доме. Также имеется функция контроля RGB световых панелей, для этого к отдельному входу контроллера подключается RGB светодиодная лента или трубка. На рисунке 4.10 изображен световой контроллер системы ZigBee.



Рисунок 4.10 Световой контроллер ZigBee

Для удобства пользователя также в дома будут установлены контролируемые жалюзи, которые также в зависимости от суток времени могут открываться и закрываться автоматически. Подключение здесь проводное к основному контроллеру ZigBee HUB. Рисунок 4.11 показывает один из видов автоматизированных жалюзи.



Рисунок 4.11 Электронные жалюзи ZigBee

Далее в систему автоматизации дома добавим кофемашину и чайник которая подключается через сеть Wi-fi и управляется центральной системой. На рынке множество компании которые предлагают такие электрочайники и кофемашины. На рисунке 4.12 проиллюстрированы чайник и кофемашина.



Рисунок 4.12 Чайник и кофемашина с беспроводным управлением.

Удобство таких устройств в том, что пользователь просыпается утром и во время утренних процедур чашка горячего кофе будет вариться или чай. Пользователь выигрывает время на приготовление самому. Также, когда

пользователь едет домой за 5-9 минут до возвращения также чайник чая или кофе будет готов.

Отдельным устройством, но также может интегрироваться в общую систему автоматизации это умный пылесос. На рынке громадное количество пылесосов ниже на рисунке 4.20 представлен один из моделей



Рисунок 4.20 Умный пылесос от компании Deebot

Alexa — это голосовой помощник от компании Amazon, который превращает слова в действия. Является отличным голосовым помощником для автоматизации дома. Он отвечает на большинство вопросов, управляет большинством устройств умного дома, воспроизводит вашу музыку по запросу и работает со всеми обновлениями платформы Alexa. Alexa Echo третьего поколения получает небольшое усиление звука по сравнению с любым динамиком. Alexa подключается к Wi-Fi сети и через сеть получает доступ к другим подключённым устройствам и контроллеру ZigBee.

Для удобства пользователя к системе ZigBee также развернута аудио система, которая через приложение управляется пользователем.

Именно в этой секции я решил добавить датчик вибрации, так как из-за географических особенностей местности где землетрясения не происходят можно его не устанавливать, хотя по документации он относится к аспектам безопасности. На рисунке 4.21 изображен датчик вибрации системы ZigBee



Рисунок 4.21 Датчик дыма системы ZigBee

Следующий основной объект для автоматизации дома это система видеонаблюдения. В системе я использую беспроводную IP видеокамеру, которая напрямую подключается к Wi-Fi роутеру и также управляется через программную часть.

Ниже представлена на рисунке 4.22 схема подключения сенсоров в системе InddyIT

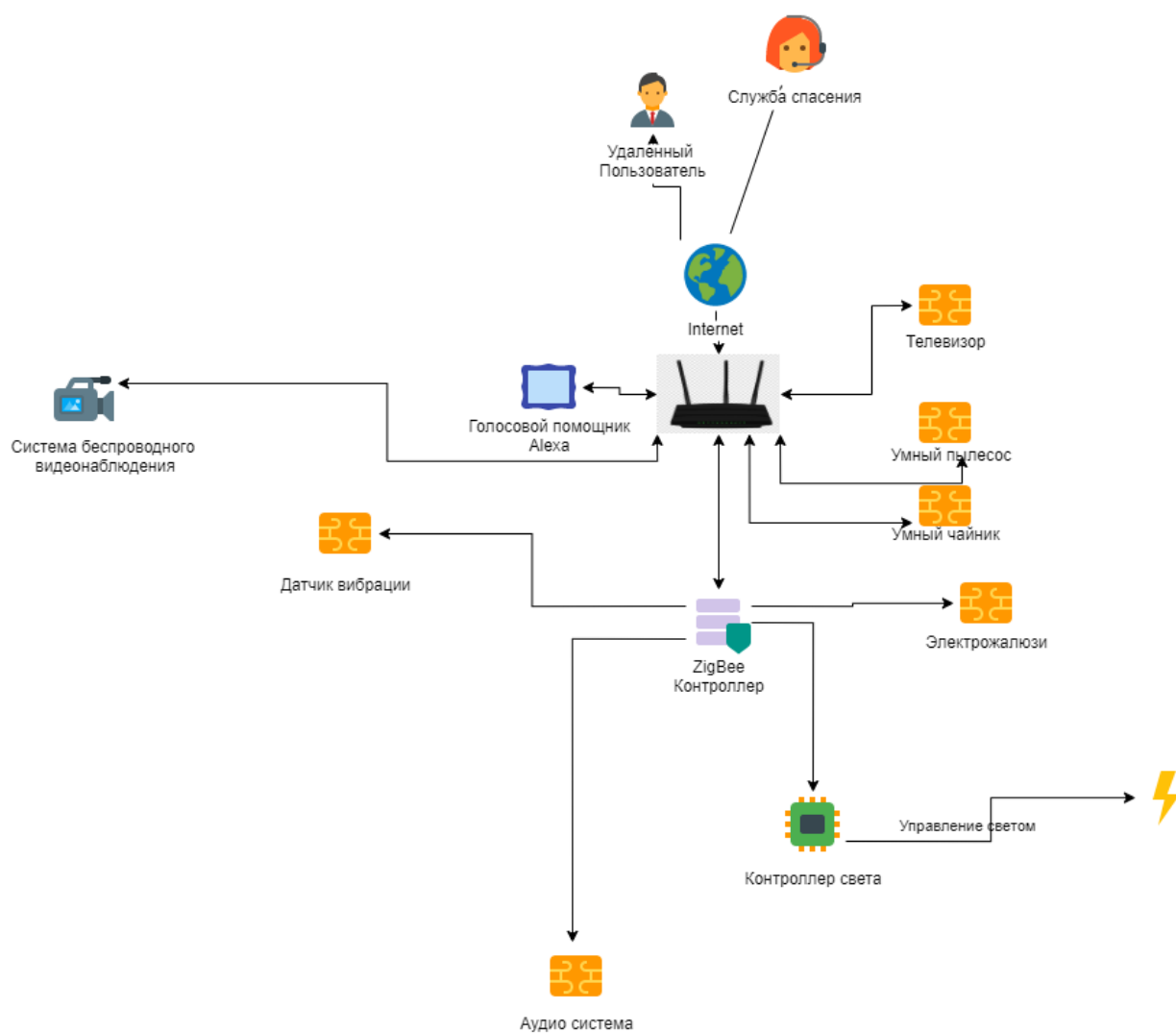


Рисунок 4.22 Система автоматизации InddyIT

Суммируя все выше перечисленные архитектуры системы InddyIT для автоматизации дома мы получаем полную сетевую архитектуру системы домашней автоматизации InddyIT. Ниже на рисунке 4.23 представлена архитектура.

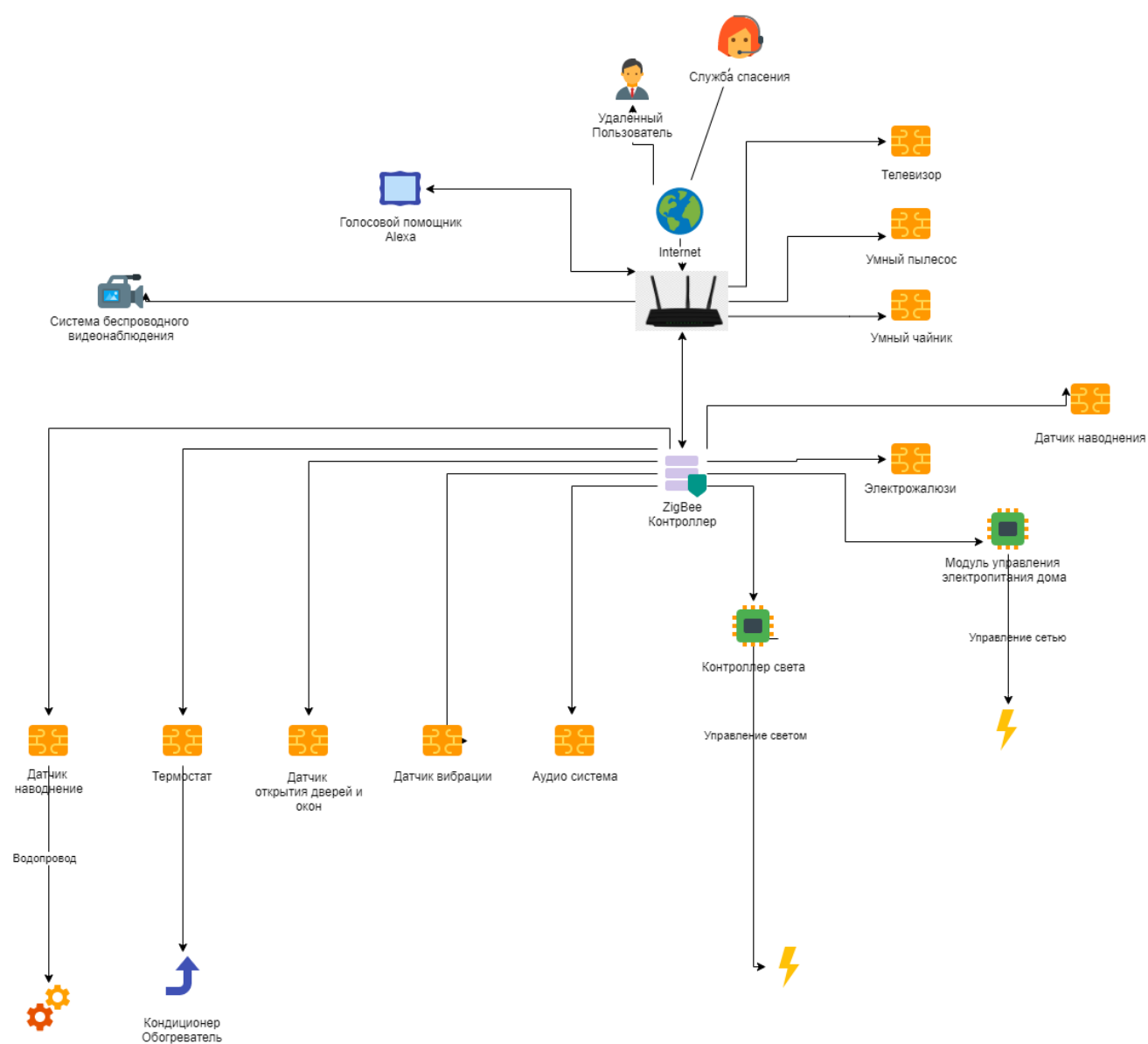


Рисунок 4.22 Полная архитектура системы домашней автоматизации InddyIT

5. СОЗДАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ МОДУЛЕЙ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ УМНОГО ДОМА

В этой главе мы рассмотрим программную часть системы домашней автоматизации InddyIT. Сперва нужно определить инструменты для создания программного обеспечения и рассмотреть их функции.

5.1 Операционная система для домашней автоматизации Contiki OS

Contiki-это операционная система для сетевых систем с ограниченным объемом памяти, ориентированная на маломощные беспроводные устройства интернета вещей. Существующие виды применения Contiki включают в себя системы уличного освещения, звукового мониторинга для умных городов, радиационного мониторинга и сигнализации. Это программное обеспечение с открытым исходным кодом, выпущенное под лицензией BSD.

Название "Контики" происходит от знаменитого плота Кон-Тики Тора Хейердала. Contiki обеспечивает многозадачность и встроенный набор интернет-протоколов стека TCP/IP, но требует всего около 10 килобайт оперативной памяти RAM и 30 килобайт памяти только для чтения ROM. Полная система, включая графический интерфейс пользователя, требует около 30 килобайт оперативной памяти.

Contiki предоставляет три сетевых механизма:

1. стек UIP TCP / IP, который обеспечивает сеть IPv4,
2. стек uIPv6, который обеспечивает сеть IPv6,
3. стек Rime, который представляет собой набор пользовательских облегченных сетевых протоколов, предназначенных для маломощных беспроводных сетей.

Стек IPv6 был внесен Cisco и, когда он был выпущен, был самым маленьким стеком IPv6, чтобы получить сертификат готовности IPv6. Стек IPv6 также содержит протокол маршрутизации для сетей с низкой мощностью и потерями

RPL протокол маршрутизации для сетей с низкой мощностью и потерями IPv6 и уровень сжатия и адаптации заголовков 6LoWPAN для каналов IEEE 802.15.4.

Rime — это альтернативный сетевой стек, предназначенный для использования, когда накладные расходы стеков IPv4 или IPv6 являются запретительными. Стек иная обеспечивает набор примитивов связи для маломощных беспроводных систем. Примитивы по умолчанию - одноадресная передача, одноадресная широковещательная передача, многоадресная одноадресная передача, сетевое наводнение и сбор данных без адресов. Примитивы могут использоваться сами по себе или комбинироваться для формирования более сложных протоколов и механизмов.

Contiki работает под фреймворком Node Red, где все пользовательские интерфейсы программируются на Node Red.

5.2 Инструмент Node Red для домашней автоматизации InddyIT

5.2.1 Сценарии модуля системы автоматизации

Датчик наводнения:

1. При наводнении дома цепь замыкается и отправляется оповещение с контроллера. Начальное состояние False датчика, и после замыкания цепи состояние меняется на True и отправляется сигнал.

Термостат:

1. Нужно учитывать идеальную температуру для воздуха дома. Комфортные условия это 20-22 градуса по Цельсию. Влажность от 40% до 65%. Отправление данных контроллеру каждые 5 минут. Если температура выше комфортных включается автоматически кондиционер, до тех пор, пока не нормализуется температура. Если температура дома ниже

комфортных автоматически включается обогреватель. При повышенной влажности система вентиляции увеличивает скорость вращения лопастей.

Датчик открытия и закрытия дверей:

1. Первоначальное значение False, как только открывается окно или дверь значение меняется на True и отправляется контроллеру.

Датчик вибрации:

1. Первоначальное значение False, как только значения превышает допустимую магнитуду землетрясения отправляется оповещение контроллеру

Электрожалюзи:

1. Управляется контроллером напрямую, без каких либо начальных значений.

Модуль контроля электропитанием:

1. Считывает энергопотребления в Ватт и отправляет контроллеру со значения и времени измерения, для пользователя информация представляется в виде графика. Дополнительная установка- если дома никого нет в ближайшие несколько недель пользователь может отключить всю систему электропитания дистанционно либо ж контролировать ее.

Модуль управления света:

1. В каждой комнате свет контролируется отдельно контроллером. И пользователь может включать или выключать свет. Где есть светодиодные лампочки, пользователь также может контролировать цвет свечения в комнате.

Остальные модули автоматизации подключается через Wi-Fi роутер и интегрируется с системой InddyIT.

5.2.2 Прототип программного обеспечения автоматизированной системы дома InddyIT

Ниже на рисунке 5.1 рассмотрим создание прототипа программного обеспечения автоматизации дома InddyIT на основе NodeRed

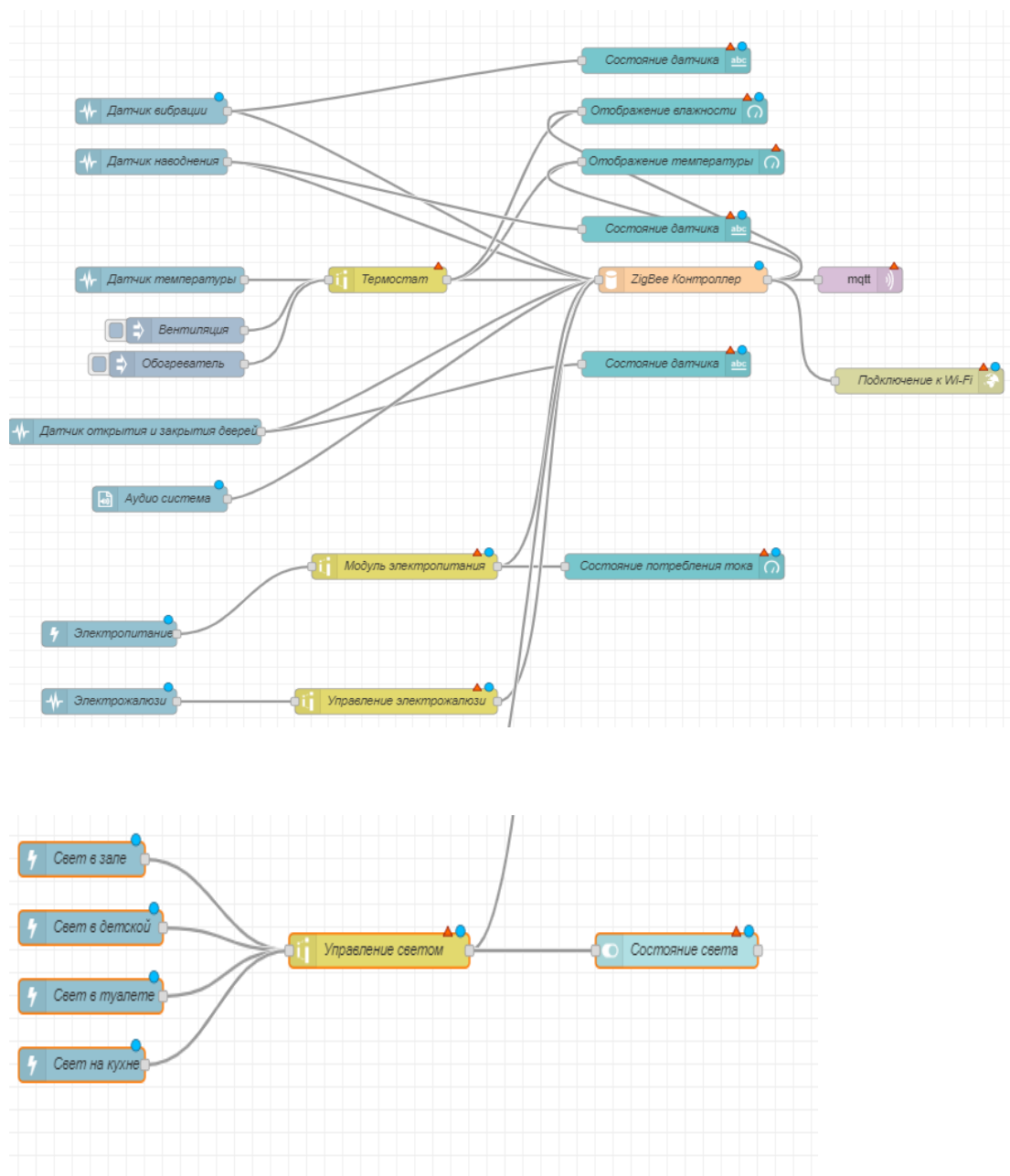


Рисунок 5.1 Прототип программного обеспечения на основе NodeRed

NodeRed поддерживает графический метод программирования и взаимодействия модулей для системы автоматизированного контроля дома.

6. АНАЛИЗ ДАННЫХ И ОТЧЕТ РАБОТЫ

На рынке много решений предлагают современные компании для автоматизации дома, офисов и предприятий. Я предложил в работе прототип для домашней автоматизации, которая покрывает почти всю область автоматизации дома современного человека.

Ниже на рисунке 6.1-6.2 представлены лог файлы при запуске программы для автоматизации InddyIT на базе NodeRed

```
00:00.502 ID:2 Rime started with address 0.18.116.2.0.2.2.2
00:00.510 ID:2 MAC 00:12:74:02:00:02:02:02 Contiki 2.7 started. Node id is set to 2.
00:00.517 ID:2 CSMA nullrdc, channel check rate 128 Hz, radio channel 26
00:00.527 ID:2 Tentative link-local IPv6 address fe80:0000:0000:0000:0212:7402:0002:02
00:00.529 ID:2 Starting 'Smart Thermostat'
00:00.533 ID:2 Setting initial random temperature to: 30 degrees.
00:00.614 ID:4 Rime started with address 0.18.116.4.0.4.4.4
00:00.622 ID:4 MAC 00:12:74:04:00:04:04:04 Contiki 2.7 started. Node id is set to 4.
00:00.629 ID:4 CSMA nullrdc, channel check rate 128 Hz, radio channel 26
00:00.639 ID:4 Tentative link-local IPv6 address fe80:0000:0000:0000:0212:7404:0004:04
00:00.641 ID:4 Starting 'Smart Thermostat'
00:00.645 ID:4 Setting initial random temperature to: 28 degrees.
00:00.981 ID:5 Rime started with address 0.18.116.5.0.5.5.5
00:00.989 ID:5 MAC 00:12:74:05:00:05:05:05 Contiki 2.7 started. Node id is set to 5.
00:00.996 ID:5 CSMA nullrdc, channel check rate 128 Hz, radio channel 26
00:01.006 ID:5 Tentative link-local IPv6 address fe80:0000:0000:0000:0212:7405:0005:05
00:01.008 ID:5 Starting 'Smart Thermostat'
00:01.012 ID:5 Setting initial random temperature to: 25 degrees.
00:01.165 ID:3 Rime started with address 0.18.116.3.0.3.3.3
00:01.173 ID:3 MAC 00:12:74:03:00:03:03:03 Contiki 2.7 started. Node id is set to 3.
00:01.180 ID:3 CSMA nullrdc, channel check rate 128 Hz, radio channel 26
00:01.190 ID:3 Tentative link-local IPv6 address fe80:0000:0000:0000:0212:7403:0003:03
00:01.192 ID:3 Starting 'Smart Thermostat'
00:01.196 ID:3 Setting initial random temperature to: 11 degrees.
08:23.463 ID:2 Changing ventilation to mode: off
08:25.439 ID:2 Changing ac to mode: off
08:26.417 ID:2 Changing heater to mode: off
08:28.355 ID:3 Changing ventilation to mode: off
08:31.010 ID:4 Changing ventilation to mode: off
08:31.193 ID:3 Changing ac to mode: off
08:31.306 ID:3 Changing heater to mode: off
08:32.709 ID:4 Changing heater to mode: off
08:32.945 ID:4 Changing ac to mode: off
```

Рисунок 6.1 Лог данные InddyIT

| | | |
|-----------|------|-----------------------------------|
| 13:40.528 | ID:2 | Updating Temperature to: 15 |
| 13:40.640 | ID:4 | Updating Temperature to: 11 |
| 13:41.007 | ID:5 | Updating Temperature to: 11 |
| 13:41.222 | ID:3 | Updating Temperature to: 6 |
| 14:00.528 | ID:2 | Updating Temperature to: 13 |
| 14:00.640 | ID:4 | Updating Temperature to: 9 |
| 14:01.007 | ID:5 | Updating Temperature to: 9 |
| 14:01.222 | ID:3 | Updating Temperature to: 4 |
| 14:20.528 | ID:2 | Updating Temperature to: 11 |
| 14:20.640 | ID:4 | Updating Temperature to: 7 |
| 14:21.007 | ID:5 | Updating Temperature to: 7 |
| 14:21.222 | ID:3 | Updating Temperature to: 2 |
| 14:28.319 | ID:3 | Changing ac to mode: on |
| 14:28.360 | ID:2 | Changing ac to mode: on |
| 14:30.846 | ID:4 | Changing ac to mode: on |
| 14:31.090 | ID:5 | Changing ac to mode: on |
| 14:33.658 | ID:3 | Changing ac to mode: off |
| 14:33.684 | ID:5 | Changing ac to mode: off |
| 14:33.725 | ID:4 | Changing ac to mode: off |
| 14:33.798 | ID:2 | Changing ac to mode: off |
| 14:34.778 | ID:5 | Changing ventilation to mode: on |
| 14:35.535 | ID:2 | Changing ventilation to mode: off |
| 14:36.041 | ID:4 | Changing ventilation to mode: on |
| 14:36.350 | ID:3 | Changing ventilation to mode: on |
| 14:36.390 | ID:3 | Changing ventilation to mode: off |
| 14:36.400 | ID:2 | Changing ventilation to mode: on |
| 14:36.850 | ID:5 | Changing ac to mode: off |
| 14:37.061 | ID:5 | Changing ventilation to mode: off |
| 14:40.056 | ID:3 | Changing ventilation to mode: off |
| 14:46.657 | ID:5 | Changing ac to mode: off |
| 14:48.408 | ID:2 | Changing ac to mode: off |
| 14:49.301 | ID:4 | Changing ventilation to mode: off |
| 14:49.771 | ID:2 | Changing ventilation to mode: off |

Рисунок 6.2 Лог данные прототипа InddyIT

Запуск программы проводилась в системе Linux версии 64.09. По тестировании прототипа были выявлены некоторые неточности со стороны программного обеспечения. Но целью работы была создания прототипа, а не программного обеспечения поэтому при дальнейшем обновлении и коррекции программы можно достичь хороших результатов выдачи системы автоматизации InddyIT.

По сложности развертки системы оценивается как выше среднего, и обычный некомпетентный пользователь не в силах самому все настроить. Поэтому необходимо также создать техническую поддержку, которая будет устанавливать и поддерживать систему в рабочем состоянии.

Отличие от других систем также ее цена. Система предлагает более низкую цену в отличие от других широкомасштабных систем автоматизации.

7. Экономический раздел

7.1 Разработка основных разделов бизнес-плана работы

1. Разрабатываемая система домашней автоматизации состоит из контроллера, модулей, роутера, голосового помощника Alexa, канала передачи, коммутатора и ПК.

2. Система применяется в различных инфраструктурах. И может решать почти любые вопросы, связанные с автоматизацией дома и помещений.

3. Разрабатываемая система является очень гибким. И адаптируется под любые условия, и бюджет заказчика.

4. В связи с развитием интернет коммерции, система автоматизации InddyIT может продвигаться путем контекстной рекламы: YandexDirect, GoogleAdwords и таргетинга.

5. В составе задействованы 3 человека:

1) руководитель или начальник отдела (руководитель дипломного проекта) – отвечает за грамотную постановку задачи и контроль исполнения задач, контролирует отдельные этапы работы, вносит необходимые коррективы и оценивает выполненную работу в целом;

2) консультант (консультант по специальной части дипломного проекта) – отвечает за консультирование в области технической части проекта: предлагает возможные пути решения задач,

3) разработчик – реализация всех поставленных задач, в том числе проведение тестирования готового продукта и подготовка проектной документации. Предоставление отчета о выполненных задач.

Состав задействованных в работе участников представлен на рисунке 7.1

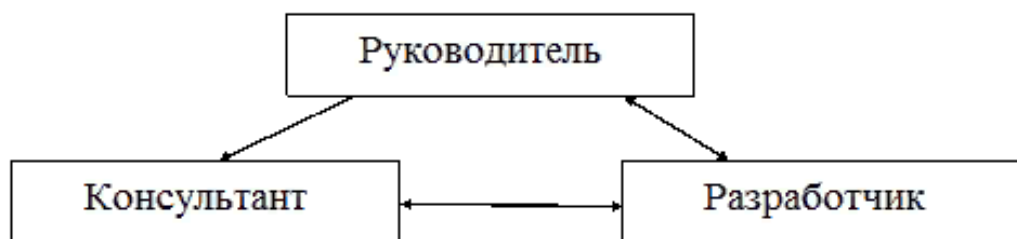


Рисунок 7.1-Состав задействованных в работе участников

На разработку системы отводится 61 рабочих дней. Этапы разработки представлены в таблице 7.1

Таблица 7.1 Этапы разработки системы

| № п/п | Наименования этапа | Срок выполнения, дней |
|----------|--|--------------------------|
| 1 | Разработка технического задания | 4 |
| 2 | Технические предложения | 4 |
| 3 | Эскизный проект: | 9 |
| 3.1 | Анализ достоинств разрабатываемой системы | 2 |
| 3.2 | Изучение принципов работы системы | 2 |
| 3.3 | Расчёт характеристик системы | 5 |
| 4 | Технический проект: | 8 |
| 4.1 | Анализ принципов работы системы со всеми модулями и датчиками | 3 |
| 4.2 | Конструирование системы и алгоритма доступа к системе через интернет | 5 |
| 5 | Рабочий проект: | 25 |
| 5.1 | Проверка исправности системы | 10 |
| 5.2 | Проверка качества видеозаписи, скорости доступа к серверу с данными, бесперебойности системы | 10 |
| 5.3 | Подготовка технической документации системы | 3 |
| 5.4 | Сдача разработанной системы | 2 |

| | |
|--------------------|-----------|
| Итого дней: | 50 |
|--------------------|-----------|

7.2 Организация и планирование работ по теме

На разработку системы отводится 50 рабочих дней. Этапы разработки представлены в таблице 4.2

Таблица 7.2-План работ ВКР

| № этапа | Название этапа | Исполнитель | Трудоёмкость, чел/дни | Продолжительность работ, раб. Дни |
|---------|--|--------------|-----------------------|-----------------------------------|
| 1 | Разработка технического задания | Руководитель | 4 | 4 |
| 2 | Технические предложения | Руководитель | 4 | 4 |
| | | Консультант | 2 | |
| 3 | Эскизный проект | | | 9 |
| 3.1 | Анализ достоинств разрабатываемой системы | Разработчик | 3 | |
| 3.2 | Изучение принципов работы системы | Руководитель | 2 | |
| | | Разработчик | 3 | |
| 3.3 | Расчёт характеристик системы автоматизации | Руководитель | 2 | |
| | | Консультант | 3 | |
| | | Разработчик | 3 | |
| 4 | Технический проект | | | 8 |

Продолжение таблицы 7.2

| | | | | |
|--------|--|--------------|----|----|
| 4.1 | Анализ принципов работы системы с различными модулями протокола ZigBee | Руководитель | 2 | |
| | | Разработчик | 5 | |
| 4.2 | Конструирование системы и алгоритма доступа к системе через интернет | Руководитель | 2 | |
| | | Консультант | 2 | |
| | | Разработчик | 3 | |
| 5 | Рабочий проект | | | 25 |
| 5.1 | Проверка исправности системы | Разработчик | 7 | |
| 5.2 | Проверка качества видеозаписи, скорости доступа к серверу с данными, бесперебойности системы | Разработчик | 7 | |
| 5.3 | Подготовка технической документации системы | Консультант | 2 | |
| | | Разработчик | 6 | |
| 5.4 | Сдача разработанной системы | Руководитель | 3 | |
| | | Разработчик | 5 | |
| Итого: | | | 50 | 50 |

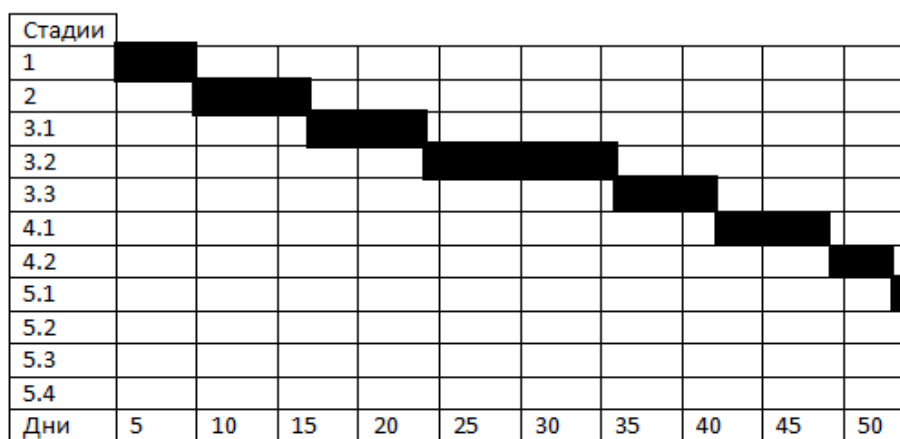


Рисунок 7.2.-График проведения работ (график Ганта)

7.3 Определение договорной цены

1 статья. Материалы и покупные изделия. Расходы на покупные материалы отображены в таблице 7.3.

Таблица 7.3-Расходы на материалы и покупные изделия.

| № | Наименование материалов | Единицы измерения | Количество | Цена за единицу (руб.) | Стоимость (руб.) |
|-------------------------------------|-------------------------|-------------------|------------|------------------------|------------------|
| 1 | USB-накопитель 8 Гб | шт | 1 | 400 | 400 |
| 2 | Бумага А4 | пачка | 1 | 250 | 250 |
| 3 | Картридж для принтера | шт | 1 | 1890 | 1890 |
| 4 | Ручка | шт | 3 | 60 | 180 |
| 5 | Карандаш | шт | 3 | 10 | 30 |
| Итого материалов | | | | | 2750 |
| Транспортно-заготовительные расходы | | | | | 300 |
| Итого | | | | | 3050 |

2 статья. Расходы на специальное оборудование.

Расходы на специальное нестандартное оборудование отсутствуют.

3 статья. Расчёт основной заработной платы. Расчёт поэтапной, дневной и полной заработной платы отображён в таблице 7.4. Дневная оплата рассчитывается делением месячного оклада на 22:

$$ДО = \frac{\text{Мес.оклад}}{22} \quad (7.1)$$

Таблица 7.4. Расчёт заработной платы по плану.

| № | Наименование этапа | Исполнитель | Мес. оклад (руб.) | Трудоёмкость (чел/дни) | Дневная оплата (руб.) | Оплата за этап (руб.) |
|-------|-----------------------|--------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1 | ТЗ | Руководитель | 60000 | 4 | 2727 | 10908 |
| 2 | ТП | Руководитель | 60000 | 4 | 2727 | 10908 |
| | | Консультант | 15000 | 2 | 681 | 1362 |
| 3 | Эскизный проект | Руководитель | 60000 | 2 | 2727 | 5454 |
| | | Консультант | 15000 | 3 | 681 | 2043 |
| | | Разработчик | 20000 | 9 | 909 | 8181 |
| 4 | Технический проект | Руководитель | 60000 | 4 | 2727 | 10908 |
| | | Консультант | 15000 | 2 | 681 | 1362 |
| | | Разработчик | 20000 | 8 | 909 | 7272 |
| 5 | Рабочий проект | Руководитель | 60000 | 3 | 2727 | 8181 |
| | | Консультант | 15000 | 2 | 681 | 1362 |
| | | Разработчик | 20000 | 25 | 909 | 22725 |
| Итого | | | | | | 90666 |

4 статья. Дополнительная заработная плата

Дополнительная заработная плата (ДЗП) равна 25% от основной заработной платы (ОЗП):

$$\text{ДЗП} = 0,25 * \text{ОЗП} \quad (7.2)$$

$$\text{ДЗП} = 90666 \text{ руб.} * 0,25 = 22666 \text{ руб.}$$

Фонд оплаты труда (ФОТ) равен сумме основной и дополнительной заработных плат:

$$\text{ФОТ} = \text{ОЗП} + \text{ДЗП} \quad (7.3)$$

$$\text{ФОТ} = 90666 + 22666 = 113332 \text{ руб.}$$

5 статья. Отчисления на социальные нужды.

Социальные вычеты составляют 30 процентов от фонда оплаты труда:

$$\text{СВ} = \text{ФОТ} * 30\% \quad (7.4)$$

$$\text{СВ} = 113332 * 0,3 = 33999 \text{ руб.}$$

6 статья. Расходы на научные и производственные командировки.

Командировочные расходы составляют 10 процентов от основной заработной платы:

$$\text{РК} = \text{ОЗП} * 10\% \quad (7.5)$$

$$\text{РК} = 90666 * 0,1 = 9066 \text{ руб.}$$

7 статья. Стоимость контрагентских работ.

В процессе разработки абонентского устройства услуги сторонних организаций не использовались.

8 статья. Накладные расходы.

К накладным расходам относятся расходы на капитальный ремонт и аренду помещения. Они составляют 200 процентов от основной заработной платы:

$$\text{НР} = \text{ОЗП} * 200\% \quad (7.6)$$

$$НР=90666*2=181332 \text{ руб.}$$

9 статья. Прочие расходы.

Прочие расходы отсутствуют.

План затрат по всем статьям отображён в таблице 7.5

Таблица 7.5 Затраты по статьям.

| № статьи | Наименование статей расходов | Затраты (руб.) |
|----------|--|----------------|
| 1 | Материалы и покупные изделия | 3050 |
| 2 | Специальное оборудование | 0 |
| 3 | Основная заработная плата | 90666 |
| 4 | Дополнительная заработная плата | 22666 |
| 5 | Страховые взносы в социальные фонды | 113332 |
| 6 | Расходы на научные и производственные командировки | 9066 |
| 7 | Стоимость контрагентских работ | 0 |
| 8 | Накладные расходы | 181332 |
| 9 | Прочие расходы | 0 |
| Итого | | 420112 |

Норма прибыли НП составляет 25 процентов стоимости разработки СР:

$$НП = СР * 25\% \quad (7.7)$$

$$НП = 105028 \text{ руб.}$$

НДС равен 18 процентам от суммы нормы прибыли и затрат:

$$НДС = (НП + СР) * 0,18 \quad (7.8)$$

$$НДС = (105028 + 420112) * 0,18 = 94525 \text{ руб.}$$

Договорная цена равна сумме затрат, прибыли и НДС:

$$\text{ДЦ} = \text{СР} + \text{НП} + \text{НДС} \quad (7.9)$$

$$\text{ДЦ} = 420112 + 105028 + 94525 = 619665 \text{ руб.}$$

7.5 Выводы по разделу 7

Разработка данного изделия является экономически целесообразной, так как данная система более гибка к спросу на рынке автоматизированных систем управления дома. На данный момент единицы могут предложить мониторинг за объектом в любое время и в любой точке планеты. По экономическим соображениям готовая система дешевле на 30%, чем другие решения на рынке

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В этой работе были рассмотрены современные беспроводные сети их характеристики и как они классифицируются. Были рассмотрены современные протоколы передач данных в технологии интернета вещей. С развитием технологии и внимания к автоматизации протоколы развиваются успешно. Уже все большие компании среди телекоммуникации предлагают свои протоколы передач данных в интернете вещей. Интернет вещей является развивающейся технологией и поэтому в течение нескольких лет будет меняться и вбирать в себя более широкомасштабные решения для автоматизации.

Все технологии для автоматизации дома, помещений и предприятий основаны на известных протоколах интернета вещей. В работе были рассмотрены современные полные решения для автоматизации дома. С одной были рассмотрены простые системы, которые могут установить любой пользователь у себя дома. Также и полномасштабные которые требуют компетентности и технической поддержки.

Я предложил свою полномасштабную система для автоматизации дома под названием InddyIT которая работает на базе ZigBee, и передача происходит через блютуз сеть и вай-фай сеть. Этих сетей достаточно полностью покрыть весь дом. Также я добавил в систему голосовой помощник Alexa, который управляет всей системой через голос пользователя.

Таким образом могу сказать, что автоматизация дома на основе технологии интернета вещей станет новой ступенью автоматизации дома и для комфортного проживания там человека.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Панченко Б.А., Нефедов Е.И. Микрополосковые антенны. – М.: Радио и связь, 1986. – 144 с.
2. Чебышев В. В. Микрополосковые антенны и решетки в слоистых средах. Учебное пособие для вузов. – М.: Радиотехника, 2003. – 104 с.
3. Устройства СВЧ и антенны. Проектирование фазированных антенных решеток: Учеб. пособие для вузов / Д.И. Воскресенский, В.И. Степаненко, В.С. Филиппов и др. Под ред. Д.И. Воскресенского. 3-е изд., доп. и перераб. – М.: Радиотехника, 2003. – 632 с.
4. Теория и техника фазированных антенных решеток / Р. Дж. Мейлуks. ТИИЭР: Пер. с англ., 1982, т. 70, № 3. - с. 5-62.
5. Лось В.Ф. Микрополосковые и диэлектрические резонаторные антенны. М.: из-во жур. Радиотехника. 2002. - 96 с.
6. Воскресенский Д.И., Филиппов В.С. Печатные излучатели // Сб. Антенны / Под ред. Д.И. Воскресенского. М.: 1985. Вып. 32.- с. 4-17
7. Филиппов В.С. Математическая модель и результаты исследования характеристик печатных излучателей // Сб. Антенны / Под ред. Д.И. Воскресенского. М.: 1985. Вып. 32. -с. 17-63
8. Ломан В.И., Ильинов М.Д., Гоцуляк А.Ф. Микрополосковые антенны. – Зарубежная радиоэлектроника, 1981, № 10 - с. 99 – 116.
9. Minh'Chau T. Huynh. A. Numerical and Experimental Investigation of Planar Inverted'F Antennas for Wireless Communication Applications. – In: Master Thesis of Science in Electrical Engineering. – Virginia Polytechnic Institute and State University. – Blacksburg, Virginia. – Oct. 19, 2000. – 123 p.
- 10.Гедзберг М. Ю. Охранное телевидение.- М.: Горячая линия - Телеком,2005
- 11.Голинкевич Т. А. Прикладная теория надежности. - М.:1996.
- 12.ГОСТ 2.104 – 68. Межгосударственный стандарт. ЕСКД. Основные

надписи. Сб. ГОСТов. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.

13. ГОСТ 2.104-68 «Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Основные надписи».

14. Гост 2.105-95. Межгосударственный стандарт, ЕСКД, общие требования текстовым документам.

15.ГОСТ 2.701-84 «Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению».