

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI TƏHSİL NAZİRLİYİ**

**AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNİVERSİTETİ**

**Babazadə Elvira  
Məhsimova Fidan  
Əfəndiyev Samin  
Zülalov Oqtay**

**Применение методов ИИ для управления умным домом**

**mövzusunda**

**MAGİSTR LİK DİSSERTASİYASI**

**İxtisas: 060631 – “Kompüter mühəndisliyi”**

**İxtisaslaşma: “Kompüter mühəndisliyi”**

**Elmi rəhbər:**

**t.e.n., Dosent Rəhimova İradə Rəhim**

**BAKİ – 2023**

## Оглавление

Список сокращений .....	3
Введение .....	4
<b>ГЛАВА 1</b> .....	<b>4</b>
1.1 Понятие “Умный дом” .....	5
1.2.1 Нижний уровень.....	14
1.2.2 Средний уровень.....	15
1.2.3 Верхний уровень.....	17
1.3 Аналоги систем верхнего уровня .....	19
<b>ГЛАВА 2</b> .....	<b>5</b>
2.1 Искусственный интеллект для умного дома .....	21
2.2 Основные элементы системы ИИ в smart home .....	24
2.3. Преимущества технологии ИИ .....	30
2.4 Недостатки технологии ИИ .....	35
<b>ГЛАВА 3</b> .....	<b>38</b>
3.1 Проектирование системы умного дома .....	38
3.2 Аппаратное проектирование .....	42
3.3 Программное проектирование.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4 Тестирование умного дома .....	50
3.5 Уязвимости умного дома .....	58
<b>Заключение</b> .....	<b>61</b>
<b>Литература</b> .....	<b>62</b>

## Список сокращений

OCF (англ. Open Connectivity Foundation)- фонд открытого подключения. Занимается стандартизацией экосистемы «интернета вещей».

HVAC (англ. Heating, Ventilation, & Air Conditioning)- саморегулируемая система отопления, вентиляции и кондиционирования.

IEEE (англ. Institute of Electrical and Electronics Engineer)- институт инженеров по электротехнике и электронике.

JSON (англ. JavaScript Object Notation)- текстовый формат обмена данными, основанный на JavaScript.

IFTTT (англ. If This Then That)- частная коммерческая компания, основанная в 2010 году, которая управляет онлайн-платформами цифровой автоматизации.

SQL (англ. Structured Query Language)- язык структурированных запросов.

OWASP (англ. Open Web Application Security Project)- это открытый проект обеспечения безопасности веб-приложений.

OWASP ZAP (Zed Attack Proxy)- один из самых популярных в мире инструментов безопасности. Это часть сообщества OWASP.

API (англ. Application Programming Interface)- программный интерфейс приложения.

UL Verified (англ. Underwriters Laboratory)- это хорошо известный символ безопасности изделия электронной промышленности, подтверждающий качество готовой электроники.

## Введение

Умный дом (иногда также называемый "смарт-домом" или "интеллектуальным домом") - это концепция, в которой различные устройства и системы в доме объединяются в единый сетевой интегрированный комплекс, предназначенный для автоматизации и улучшения жизни его обитателей. Цель умного дома - предоставить удобство, комфорт, безопасность, энергоэффективность и управляемость для жильцов.

В умном доме установлены различные устройства, которые могут взаимодействовать друг с другом и с владельцами дома. Эти устройства могут включать в себя:

1. Умное освещение: освещение, которое можно управлять удаленно, настраивать яркость, цвет и расписание освещения.
2. Умные термостаты: термостаты, которые регулируют температуру в доме в соответствии с предпочтениями и расписанием владельца, что помогает экономить энергию и обеспечивать комфорт.
3. Умные системы безопасности: системы видеонаблюдения, датчики движения, сигнализация и электронные замки, которые обеспечивают безопасность и мониторинг дома.
4. Умные электроприборы: бытовая техника, которая может быть управляема удаленно или запрограммирована для автоматической работы. Например, умные холодильники, стиральные машины или пылесосы.
5. Умные системы управления: голосовые помощники и умные приложения, которые позволяют владельцам дома управлять всеми аспектами умного дома с помощью смартфона, планшета или голосовых команд.
6. Умные окна и шторы: окна и шторы, которые могут автоматически открываться, закрываться или регулировать проникание света и тепла.

# ГЛАВА 1.

## 1.1 Понятие “Умный дом”

Одним из первых проектов умного дома стал 6-комнатный дом американского инженера Эмиля Матиаса. Матиас оборудовал свой дом большинством устройств и кнопок для управления ими. Например, можно подключиться к воротам гаража, удаленно отключить или выключить телевизор и т.д.. Кроме того, в доме установили механическую сигнализацию. Для реализации задуманного проекта Матиасу понадобилось более 2 км. кабели (все провода и другие используемые устройства были спрятаны в стены и пол).

Умный дом представляет собой комфортную обстановку, в которой различные устройства и приборы связаны между собой и управляются с помощью интернета и сетевых устройств. Это позволяет пользователям контролировать и автоматизировать различные функции в доме из любой точки мира, где есть доступ к интернету.

Умные дома могут быть сконфигурированы как с беспроводными, так и с проводными системами.

### **Как работают Умные дома**

Устройства умного дома могут быть связаны и управляться через одну центральную точку, такую как телефон, планшет, ноутбук или игровая приставка. Эта центральная точка обычно использует приложение или специальное программное обеспечение для связи и управления устройствами. Через такую систему умного дома можно контролировать различные устройства, включая дверные замки, телевизоры, термостаты, домашние мониторы, камеры, освещение и даже холодильник. Например, вы можете открыть или закрыть дверь из любой точки вашего дома с помощью мобильного устройства, настроить расписание работы термостата для автоматического регулирования температуры в вашем доме или даже

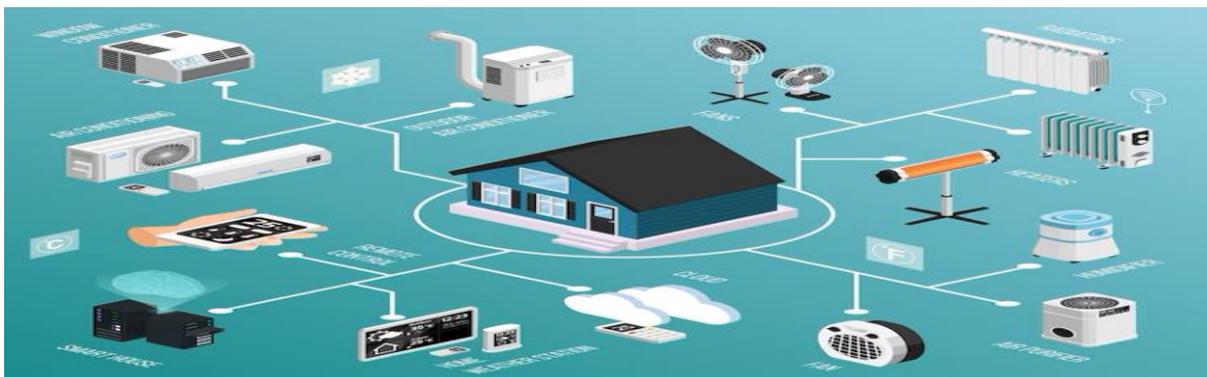
просматривать видео с камеры наблюдения в реальном времени.

С помощью приложения или программного обеспечения для умного дома вы можете создавать расписания и сценарии, чтобы автоматизировать определенные изменения в вашем доме. Например, вы можете настроить систему на автоматическое включение света и музыки, когда вы приходите домой, или на автоматическое выключение всех устройств перед сном.

Такие системы умного дома обычно требуют наличия Wi-Fi-соединения в доме, чтобы устройства могли связываться друг с другом и с центральной точкой управления.

### **Система Умного дома**

Умные дома могут иметь как беспроводные, так и проводные системы, а также комбинацию обоих. Беспроводные системы домашней автоматизации обычно более просты в установке, поскольку они не требуют прокладки проводов и кабелей (рисунок 1).



*Рисунок 1. Схема умного дома*

Установка беспроводной системы домашней автоматизации с интеллектуальным освещением, климат-контролем и безопасностью может быть более экономичной, поскольку нет необходимости проводить работы по прокладке кабелей и устанавливать розетки. Однако стоимость установки все же может варьироваться в зависимости от масштаба и сложности системы, выбранных устройств и брендов.

Одним из недостатков беспроводных систем является требование к хорошему покрытию Wi-Fi и широкополосному доступу во всем доме. Если

сигнал Wi-Fi не достаточно сильный или охват неудовлетворительный, это может привести к проблемам с подключением и неполадкам в работе устройств. Для решения этой проблемы вам может потребоваться инвестировать в расширители диапазона или проводные точки доступа, чтобы обеспечить надежное и стабильное покрытие Wi-Fi во всем доме.

Беспроводные системы домашней автоматизации, как правило, больше подходят для небольших домов или арендуемых помещений, поскольку их установка более гибкая и не требует значительных структурных изменений. Однако существуют также беспроводные системы, способные обслуживать и более крупные дома с использованием дополнительных усилителей и повторителей сигнала.

Проводные системы домашней автоматизации, с другой стороны, могут быть более надежными и стабильными, поскольку они не зависят от качества сигнала Wi-Fi. Однако их установка может быть более сложной и требовать прокладки кабелей и подключения к центральной точке управления.

Система умного дома работает на основе различных команд, которые могут быть инициированы как человеком, так и машиной. Выполнение каждой команды может быть активировано либо по запросу от человека, либо от датчика. Давайте рассмотрим эти варианты более подробно.

**Первый вариант** заключается в использовании голосового запроса или запуска определенного устройства через приложение. На телефоне устанавливается специальное приложение, которое позволяет выполнять простые действия. Например, вы можете произнести голосовой запрос, чтобы вскипятить чайник, отключить отопление или запустить кондиционер. Также можно использовать пульт со множеством функций или открыть приложение на телефоне и выбрать необходимую команду. После обработки вашего запроса система умного дома отправляет соответствующий запрос на нужное устройство, которое реагирует и начинает выполнение требуемого действия.

Во **втором варианте** не требуется вашего присутствия

непосредственно в доме или квартире. Это обусловлено тем, что все операции заранее запрограммированы. При установке системы устанавливаются определенные параметры для каждого устройства в доме. И в определенное время эти устройства автоматически активируются. Например, каждый день в 07:00 чайник включается, или в 11:00 система отопления вступает в действие. В этом варианте также возможно автоматическое принятие решений системой. Это означает, что на основе статистических данных система сама определяет, когда включить или выключить отопление или вскипятить воду [2].

Фактически, система интеллектуального жилого помещения состоит из трех основных компонентов. Первый компонент - датчики, которые получают информацию из окружающей среды. Второй компонент - центральный контроллер, который обрабатывает данные, полученные от датчиков, и принимает решения относительно выполнения запросов. Третий компонент - оборудование, включающее все те устройства и технику, которые призваны облегчить нашу жизнь.

Для поддержки связи между элементами системы используются проводные и беспроводные соединения. Интересно, что проводные соединения имеют меньшую вероятность поломок и сбоев в работе системы. Поэтому на рынке систем умного дома можно часто встретить производителей, предлагающих кабельную связь. Некоторые из таких производителей включают:

- AMX
- Crestron
- Evika

Их системы обладают высокой надежностью и стабильностью, что делает их популярными среди потребителей.

Беспроводные связи предлагают преимущества в терминах установки и управления системой. Такие системы работают на основе протоколов Bluetooth или Wi-Fi. На рынке существует несколько производителей таких

систем, включая:

- Gira
- Vitrum
- Z-Wave
- Jung
- Zamel

и другие. Они предлагают беспроводные системы умного дома, которые обеспечивают удобство и гибкость в управлении домашними устройствами. Кроме того, существуют и системы, которые работают на различных протоколах. Некоторые компании предлагают комплексные решения, объединяя проводные и беспроводные системы. Такой подход позволяет достичь высокого качества работы системы в целом, обеспечивая надежную связь и управление устройствами дома.

В системе умного дома также можно выделить два типа управления:

1. Централизованная система управления умным домом:

В централизованной системе управления, управление всеми устройствами и функциями умного дома осуществляется через единый центральный модуль или контроллер. Этот модуль является центром управления и коммуникации между различными компонентами системы. Централизованная система позволяет создать сложные и продуманные сценарии автоматизации, где различные устройства и функции взаимодействуют между собой (рисунок 2).

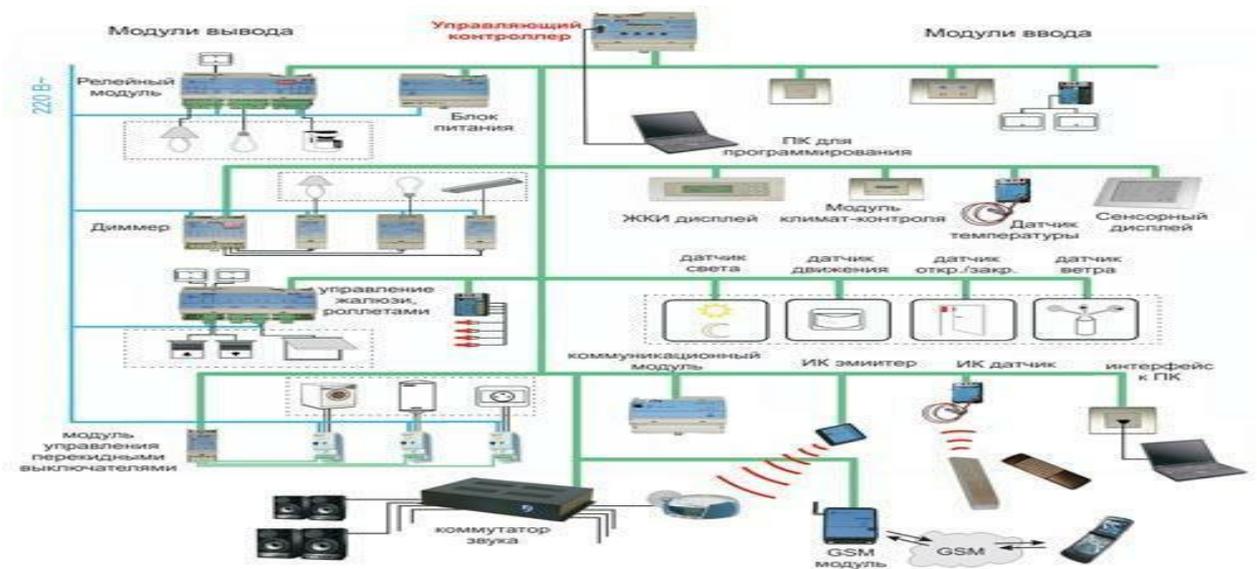


Рисунок 2. Централизованная система управления умным домом

## 2. Децентрализованная система управления умным домом:

В децентрализованной системе устройства умного дома обычно работают автономно и имеют собственные средства управления. Каждое устройство может быть настроено и управляться независимо от других (рисунок 3). Основным преимуществом децентрализованной системы является повышенная безопасность, так как в случае сбоя или взлома одного устройства, остальные устройства могут продолжать функционировать нормально.

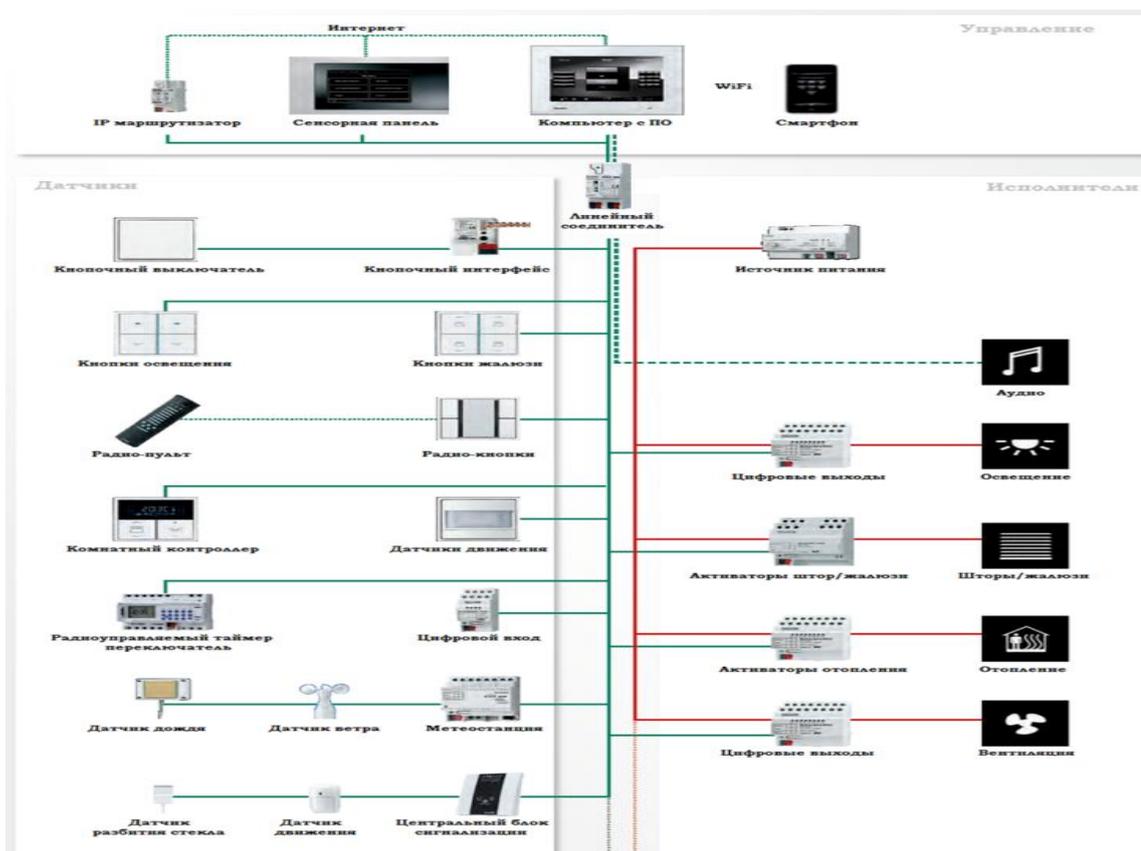


Рисунок 3. Нецентрализованная система управления домом

Какие устройства нужны для создания беспроводного умного дома?

1. Контроллер является "мозгом" системы умного дома. Это устройство определяет работу сети и всех подключенных устройств, а также хранит в своей памяти сложные сценарии, которые представляют собой заданные наборы действий. Контроллер обеспечивает связь между системой умного дома и вашим телефоном, планшетом или компьютером, позволяя вам управлять и контролировать устройства и функции вашего умного дома. Существует множество популярных контроллеров умного дома, предлагаемых различными производителями. Вот несколько из них:

**Samsung SmartThings:** SmartThings предлагает центральный контроллер, который позволяет подключать и управлять различными устройствами в умном доме. Он поддерживает широкий спектр протоколов связи, включая Wi-Fi, Zigbee и Z-Wave, и интегрируется с другими популярными устройствами и сервисами.

EasyHomePLC5: Контроллер позволяет полноценно реализовывать все функции ПО EasyHome: встроенные алгоритмы, работа с интерфейсами пользователя Умного Дома EasyHome и имеет большинство драйверов интеграции с другими системами.

Amazon Echo с голосовым помощником Alexa: Amazon Echo с Alexa является еще одним популярным контроллером умного дома. С помощью голосовых команд, он позволяет управлять устройствами, контролировать освещение, температуру, а также интегрироваться с другими устройствами и сервисами (рисунок 4).



*Рисунок 4. Вид контроллеров умного дома*

2. Разные датчики играют роль органов чувств, собирая информацию о состоянии дома, такой как движения, задымление, протечки и другие параметры.
3. Исполнители, такие как шаровые краны, реле и диммеры, используются для выполнения команд, которые система умного дома выдаёт на основе данных от датчиков.
4. Устройства управления, такие как пульты дистанционного управления и выключатели света на батарейках, предоставляют удобный интерфейс для взаимодействия с системой умного дома.
5. Прочее интегрируемое оборудование и веб-сервисы, такие как

видеокамеры, мультимедиа-оборудование, проекторы и другие устройства, могут быть интегрированы в систему умного дома через открытый API или управляемы пультами дистанционного управления, чтобы расширить функциональность и возможности системы.

## **1.2 Структура системы «Умный дом»**

Структура системы умного дома обычно состоит из трех основных компонентов:

Датчики и устройства. Это самый низкий уровень системы, включающий все физические устройства и датчики, подключенные к системе. Эти устройства могут включать в себя интеллектуальные термостаты, интеллектуальные системы освещения, интеллектуальные замки, интеллектуальные камеры безопасности и другие устройства для интеллектуального дома.

Центральная система управления: это средний уровень системы, который действует как центральная точка связи между всеми устройствами в системе. Система управления отвечает за управление устройствами, мониторинг их состояния и отправку им команд на основе пользовательского ввода или автоматизированных правил. Система управления также может включать в себя мобильное приложение или веб-панель, которая позволяет пользователю удаленно контролировать и управлять устройствами в системе.

Облачные службы: это верхний уровень системы, включающий облачные службы, которые позволяют использовать более продвинутые функции, такие как машинное обучение и прогнозная аналитика. Эти услуги могут включать голосовых помощников, таких как Amazon Alexa или Google Assistant, которые позволяют пользователю управлять устройствами в своем доме с помощью голосовых команд. Они также могут включать алгоритмы машинного обучения, которые анализируют данные с устройств в системе, чтобы предоставить информацию и автоматизировать задачи.

В целом, структура системы умного дома предназначена для создания

цельной и интеллектуальной среды, отвечающей потребностям и предпочтениям пользователя. Подключая устройства и датчики к центральной системе управления и используя облачные сервисы, системы «умный дом» могут автоматизировать задачи, оптимизировать использование энергии и обеспечивать большее удобство и контроль для пользователя (рисунок 5).



Рисунок 5. Схема автоматизированных охранных систем умного дома

### 1.2.1 Нижний уровень

Нижний уровень системы умного дома обычно включает в себя физические устройства и датчики, подключенные к системе. Эти устройства могут включать интеллектуальные термостаты, интеллектуальные системы освещения, интеллектуальные замки, интеллектуальные камеры безопасности и другие устройства для интеллектуального дома.

На самом низком уровне каждое устройство подключается к системе «умный дом» через протокол связи, такой как Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee или Z-Wave. Эти протоколы позволяют устройствам взаимодействовать друг с другом и с центральной системой управления.

Центральная система управления умным домом обычно включает в себя концентратор или интеллектуальный динамик, который действует как центральная точка связи между всеми устройствами в системе. Система управления отвечает за управление устройствами, мониторинг их состояния и отправку им команд на основе пользовательского ввода или автоматизированных правил.

Система управления также может включать в себя мобильное приложение или веб-панель, которая позволяет пользователю удаленно контролировать и управлять устройствами в системе. Этот интерфейс может включать такие функции, как планирование, правила автоматизации и уведомления, которые можно настроить в соответствии с предпочтениями пользователя.

В целом, более низкий уровень системы умного дома является основой, которая поддерживает функции автоматизации и управления более высокого уровня, которые делают умные дома такими удобными и эффективными. Подключив устройства и датчики к центральной системе управления, пользователи могут создать цельную и интеллектуальную домашнюю среду, отвечающую их потребностям и предпочтениям (рисунок 6).



*Рисунок 6. Умный свет Rubetek RL-3103, Xiaomi Mi Temperature and Humidity Monitor, Smart home Perenio Датчик открытия дверей/окон*

### **1.2.2 Средний уровень**

Средний уровень системы умного дома обычно включает в себя центральную систему управления и программное обеспечение, которое на ней работает. Этот уровень отвечает за управление устройствами и датчиками, составляющими нижний уровень системы, и предоставляет удобный

интерфейс для управления ими.

**Центральная система управления** может принимать различные формы, включая концентратор, интеллектуальный динамик или специальный контроллер. Это устройство действует как центральная точка связи между всеми устройствами в системе, позволяя им взаимодействовать друг с другом и с системой управления.

**Программное обеспечение**, работающее в системе управления, отвечает за управление устройствами, мониторинг их состояния и отправку им команд на основе пользовательского ввода или автоматических правил. Это программное обеспечение может включать такие функции, как планирование, правила автоматизации и уведомления, которые можно настроить в соответствии с предпочтениями пользователя.

Помимо управления устройствами в системе, программное обеспечение может также включать расширенные функции, такие как машинное обучение и прогнозная аналитика. Эти функции можно использовать для анализа данных с устройств и датчиков в системе, выявления шаблонов и автоматизации задач на основе этих шаблонов.

На среднем уровне система управления может также включать мобильное приложение или веб-панель, которая позволяет пользователю удаленно контролировать и управлять устройствами в системе. Этот интерфейс может предоставлять обновления состояния в режиме реального времени, позволять пользователю настраивать параметры и предоставлять информацию об использовании энергии и других показателях.

В целом, средний уровень системы умного дома - это мозг, который контролирует и управляет устройствами и датчиками более низкого уровня. Благодаря удобному интерфейсу и расширенным функциям, таким как машинное обучение и прогнозная аналитика, система «умный дом» среднего уровня может оптимизировать использование энергии, автоматизировать задачи и обеспечить большее удобство и контроль для пользователя.

### 1.2.3 Верхний уровень

Высокий уровень системы умного дома обычно включает в себя облачные сервисы, которые позволяют использовать более продвинутые функции, такие как машинное обучение, прогнозная аналитика и удаленный доступ. Эти услуги могут включать в себя голосовых помощников, таких как Amazon Alexa или Google Assistant, которые позволяют пользователю управлять устройствами в своем доме с помощью голосовых команд, и облачные платформы, обеспечивающие расширенную автоматизацию и контроль.

Облачные сервисы можно использовать для анализа данных с устройств и датчиков в системе, обеспечивая понимание и автоматические ответы на основе этих данных. Например, интеллектуальный термостат может узнать температурные предпочтения пользователя и соответствующим образом отрегулировать температуру, или интеллектуальная система освещения может автоматически выключать свет в незанятых комнатах для экономии энергии.

Высокий уровень системы умного дома также может включать в себя функции удаленного доступа, которые позволяют пользователю контролировать устройства в своем доме из любой точки мира. Это могут быть мобильные приложения или веб-панели мониторинга, которые предоставляют обновления состояния в режиме реального времени, позволяют пользователю настраивать параметры и предоставляют информацию об энергопотреблении и других показателях (рисунок 7).

Облачные службы также можно использовать для подключения устройств «умного дома» к другим службам и платформам, таким как прогнозы погоды или обновления трафика. Например, интеллектуальный термостат может регулировать температуру в зависимости от прогноза погоды, а интеллектуальная система безопасности может предупредить

пользователя, если по дороге домой возникнут пробки.

В целом, высокий уровень системы умного дома обеспечивает расширенные функции и возможности подключения, которые повышают функциональность и удобство устройств и датчиков более низкого уровня. Используя облачные сервисы и платформы, система «умный дом» может автоматизировать задачи, оптимизировать использование энергии и обеспечить большее удобство и контроль для пользователя.

Верхний уровень системы умного дома охватывает более широкую экосистему технологий и услуг умного дома. Этот уровень включает в себя отраслевые стандарты, правила и тенденции, а также партнерские отношения между поставщиками технологий умного дома и другими отраслями.

На верхнем уровне отраслевые стандарты и правила регулируют разработку и внедрение технологий умного дома. Эти стандарты гарантируют, что устройства и системы умного дома соответствуют требованиям безопасности и производительности, а также могут взаимодействовать с другими устройствами и системами. Органы по стандартизации, такие как Open Connectivity Foundation (OCF) и Zigbee Alliance, работают над созданием общих протоколов и стандартов для технологий умного дома.

Верхний уровень системы умного дома также включает в себя партнерские отношения между поставщиками технологий умного дома и другими отраслями, такими как энергетика, страхование и здравоохранение. Эти партнерские отношения могут привести к разработке новых продуктов и услуг, которые расширят функциональность и ценность систем умного дома. Например, устройства и системы «умного дома» можно интегрировать с платформами управления энергопотреблением для оптимизации энергопотребления и снижения затрат.

Еще одним ключевым аспектом верхнего уровня системы умного дома является появление новых трендов и технологий. Эти тенденции могут включать достижения в области искусственного интеллекта, машинного

обучения и Интернета вещей (IoT), которые могут создать новые возможности для технологий и услуг умного дома.

В целом, верхний уровень системы умного дома охватывает более широкую экосистему технологий и услуг умного дома, включая отраслевые стандарты, партнерства и новые тенденции. Не отставая от этих разработок, поставщики технологий для умного дома могут создавать инновационные продукты и услуги, повышающие функциональность и удобство умных домов для потребителей [3].

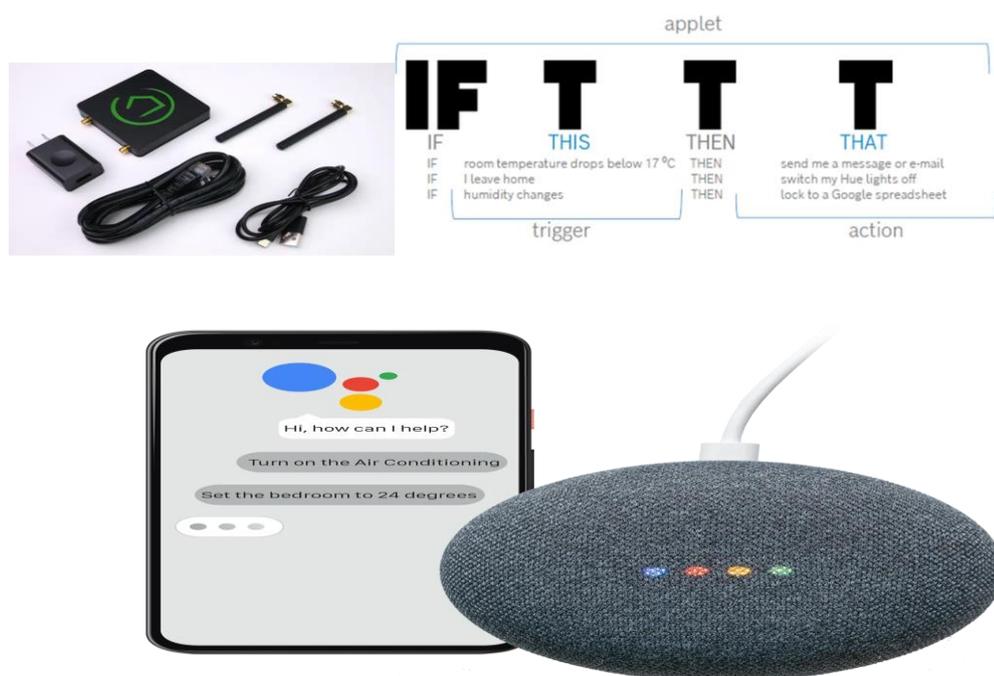


Рисунок 7. Верхний уровень системы умного дома

### 1.3 Аналоги систем верхнего уровня.

Умный дом представляет собой систему автоматизации и управления различными устройствами и системами в доме, такими как освещение, отопление, кондиционирование воздуха, безопасность, аудио/видео, и другие. Вот несколько аналогов систем верхнего уровня для умного дома:

1. Apple HomeKit: HomeKit - это платформа умного дома,

разработанная Apple. Она позволяет пользователям управлять различными устройствами в доме через мобильные устройства с помощью приложения Home или голосового помощника Siri.

2. Google Assistant: Google Assistant - это голосовой помощник от Google, который также интегрирован с различными устройствами умного дома. Он позволяет пользователям управлять освещением, термостатами, устройствами безопасности и другими с помощью голосовых команд.

3. Amazon Alexa: Alexa - это голосовой помощник от Amazon, который также интегрирован с множеством устройств умного дома. Он позволяет пользователям контролировать освещение, устройства безопасности, аудио/видео системы и многое другое с помощью голосовых команд.

4. Samsung SmartThings: SmartThings - это платформа умного дома, разработанная Samsung. Она позволяет пользователям управлять и автоматизировать различные устройства в доме, включая освещение, термостаты, камеры безопасности и многое другое.

5. Hubitat Elevation: Hubitat Elevation - это локальная система автоматизации умного дома, которая позволяет пользователям управлять и контролировать устройства без необходимости подключения к облачным сервисам. Она предоставляет возможности автоматизации, интеграции с различными устройствами и локальное управление.

Это только несколько примеров аналогов систем верхнего уровня для умного дома. Рынок умного дома постоянно развивается, и существуют множество других платформ и систем, которые также предлагают функциональность для управления и автоматизации умного дома. Выбор системы зависит от ваших предпочтений, совместимости с устройствами и требуемого функционала [4].

## ГЛАВА 2.

### 2.1 Искусственный интеллект для умного дома.

Искусственный интеллект, появился несколько десятилетий назад. Он впервые был придуман в 1956 году в Дартмутском колледже благодаря Джону Маккарти, которого сейчас называют «отцом искусственного интеллекта». ИИ добился огромного прогресса. В современном мире его можно увидеть в самых разных сферах от виртуальных помощников до автоматизации. Искусственный интеллект окружает нас повсюду.

#### **Что такое же это такое?**

ИИ это отрасль информатики, которая позволяет компьютерам и машинам выполнять задачи, требующие человеческого интеллекта.

Для установки интеллектуальной системы требуется двухпроводная шина, отвечающая за обмен данными. Варианты связи между компонентами - радиоканал или кабель. В комплекс входит системная точка доступа, блок питания, устройства управления, исполнительные устройства.

Роль мозгового центра выполняет главный модуль который соединен с панелью, с сенсорами, с оборудованием и приборами. Все элементы умной сети работают четко и слаженно. В любой момент хозяин дома может изменить последовательность или набор действий.

Преимуществом передачи сигнала по проводам является надежность, быстродействие. Возможна установка дополнительных устройств для расширения функций. Преимуществом выбора беспроводного подключения для комплекса «Умный дом» является эстетичность, экономия средств на установке.

В умный комплекс входят датчики освещения, движения, температуры и удара. При необходимости включают средства измерения других параметров. Сообщения передаются между компонентами по закрытому или открытому протоколу [5].

Другими словами, ИИ относится к моделированию компьютеров для

имитации действий человека. Поскольку все мы знаем, что в наши дни ИИ становится все более распространенным, как это видно в системах рекомендаций

- Siri,
- Alexa,
- Google Assistant,
- Netflix,
- Twitter,

а также в других приложениях с поддержкой ИИ, ему еще предстоит пройти долгий путь. В ИИ машины с опытом учатся выполнять действия человека с высокой точностью без явного программирования.

Для связи между составляющими дома используются структуры (рисунок 8):

- Древоподобная схема;
- «Звезда»;
- последовательное соединение (шлейф);
- комбинированные варианты.

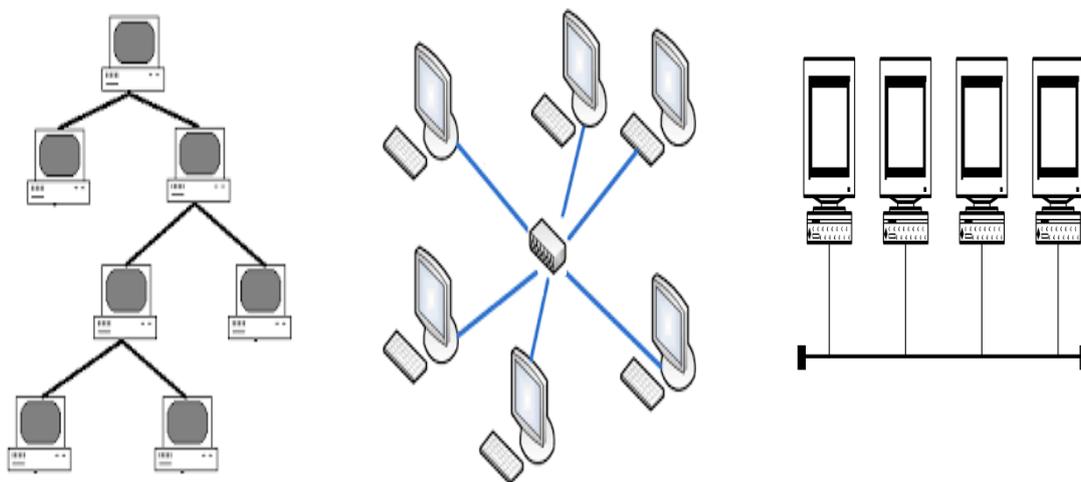


Рисунок 8. Топология соединения: дерево, звезда и шина

Как правило, искусственный интеллект можно разделить на две

группы:

- Узкий ИИ
- Общий ИИ

### **1. Искусственный узкий интеллект**

ANI, известный как «Слабый ИИ», определяется как специально разработанная версия искусственного интеллекта которую обучили выполнять конкретную работу. Он может быть разработан для человеческого взаимодействия, отслеживания погоды, игр и анализа данных. Он не может выполнять несколько задач, а реализует одну задачу, для выполнения которой он обучен. Именно это позволяет ему быстрее принимать решения и повышать производительность. Он иногда выполняет свою задачу лучше, чем люди. Например, он может быть разработан для обнаружения раковых клеток на рентгеновских изображениях, преобразования речи в текст, для распознавания и классификации изображений и во многих других случаях использования.

### **2. Общий искусственный интеллект (AGI)**

В отличие от ANI, машины с поддержкой искусственного общего интеллекта предназначены для понимания, обучения и выполнения различных задач. Другими словами, ОИИ так же разумен, как и люди. Он имитирует человеческий разум, чтобы действовать рационально, тем самым решая сложные проблемы. Его также можно назвать «Сильный ИИ». Тем не менее, ОИИ все еще находится далеко в далекой реальности, потому что для того, чтобы он заработал, требуется множество сложных процессов. Он должен научиться сенсорному восприятию, двигательным навыкам, творчеству и эмоциям человеческого разума. Поэтому пока AGI можно увидеть только в фильмах Netflix.

Теперь каждый человек может внедрить технологию умный дом за счет наличия оборудования.

Все больше устройств начинают поддерживать интеллектуальные

функции и синхронизировать друг с другом по мере накопления данных. Это теперь даже умные браслеты, зубные щетки и смартфоны, а не только специализированные датчики и устройства. Но специализированные устройства можно купить не только от известных брендов, но и дизайнерские решения, такие как Arduino, Raspberry и т.д. по самой низкой цене.

Основные задачи, которые должна решить такая сеть должны быть рекомендации по улучшению жизни жителей умного дома. Среди них, создание лучшей атмосферы в быту, оптимизация процессов экономии энергоресурсов и воды и вопросы самообеспечения. Лучший способ управлять и обучить такую сеть — это внедрить специальный ИИ [6].

## 2.2 Основные элементы системы ИИ в smart home

В умном доме – все системы в нем работают слаженно (рисунок 9). В таком доме проводка не сгорит от того, что на нее попала вода из разлитой ванны. Трубы не лопнут из-за постоянных перепадов температур. Помещения не замерзнут из-за внезапных отключений электроэнергии.

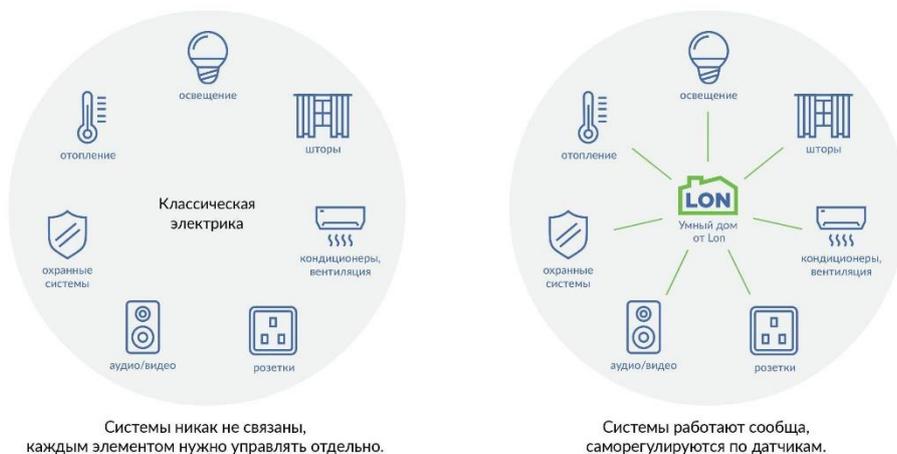


Рисунок 9. Отличие систем между обычным и умным домом

В умном доме система ИИ обычно состоит из нескольких взаимосвязанных элементов, которые работают вместе для автоматизации и улучшения различных аспектов дома. Вот основные элементы, которые обычно встречаются в системе искусственного интеллекта для умного дома:

- Сенсоры: Умные дома оснащены различными датчиками по всему

имуществу для сбора данных об окружающей среде. Эти датчики могут включать в себя датчики движения, датчики температуры, датчики влажности, датчики освещенности, датчики присутствия и многое другое. Данные, собранные этими датчиками, используются для информирования системы искусственного интеллекта о текущем состоянии дома (рисунок 10).



Рисунок 10. Сенсоры в умном доме

- Возможность подключения: система искусственного интеллекта использует сетевую инфраструктуру для подключения и связи с различными устройствами и датчиками в умном доме. Это соединение может быть проводным (Ethernet) или беспроводным (Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, Z-Wave), что позволяет системе ИИ получать и отправлять данные для управления и мониторинга различных устройств (рисунок 11).



Рисунок 11. Виды беспроводного и проводного соединения

- Центральный концентратор: Центральный концентратор (рисунок 12) действует как мозг системы искусственного интеллекта умного дома. Он

обрабатывает данные, полученные от датчиков, и обменивается данными с другими устройствами и службами в доме. Концентратор может использовать алгоритмы машинного обучения и обработку естественного языка для понимания пользовательских команд и принятия интеллектуальных решений на основе полученных данных.



*Рисунок 12. Центральный концентратор*

- **Голосовой помощник:** голосовой помощник является неотъемлемой частью многих умных домов. Это позволяет пользователям взаимодействовать с системой искусственного интеллекта с помощью голосовых команд. Популярные голосовые помощники включают Amazon Alexa, Google Assistant и Apple Siri (рисунок 13). Эти помощники используют для распознавание речи и ее обработки.



*Рисунок 13. Голосовые помощники*

- **Интеллектуальные устройства:** интеллектуальные устройства, такие как термостаты, светильники, замки, камеры, динамики, бытовая техника и развлекательные системы, подключаются к системе ИИ. Эти устройства

могут управляться и автоматизироваться системой искусственного интеллекта на основе пользовательских предпочтений, расписаний или данных датчиков. Система искусственного интеллекта может контролировать и настраивать эти устройства для оптимизации энергопотребления, безопасности, комфорта и удобства.

- Алгоритмы машинного обучения: системы искусственного интеллекта в умных домах часто включают алгоритмы машинного обучения для улучшения своих возможностей с течением времени. Эти алгоритмы могут учиться на основе пользовательских предпочтений, исторических данных и входных данных датчиков, чтобы делать интеллектуальные прогнозы и оптимизировать автоматизацию различных задач, таких как регулировка температуры, оптимизация освещения или предложение мер по энергосбережению.
- Хранение данных и конфиденциальность. Умные дома генерируют значительный объем данных, включая показания датчиков, состояние устройства, взаимодействие с пользователем и многое другое. Система ИИ может включать средства для безопасного хранения и управления этими данными при соблюдении конфиденциальности пользователей. Для защиты пользовательской информации обычно используются методы шифрования данных, контроля доступа и анонимизации.
- Интеграция с внешними службами: системы искусственного интеллекта в умных домах могут интегрироваться с внешними службами, такими как прогнозы погоды, приложения календаря, потоковая передача музыки в Интернете и многое другое. Эти интеграции позволяют системе искусственного интеллекта предоставлять персонализированные и контекстно-зависимые рекомендации или автоматизировать определенные действия на основе внешних событий или предпочтений пользователя.

- В целом, основные элементы системы искусственного интеллекта в умном доме работают вместе, чтобы создать интеллектуальную и взаимосвязанную среду, которая повышает комфорт, удобство, энергоэффективность, безопасность и развлечения для жильцов [7].

### 1. Машинное обучение (МО)

Машинное обучение, которое является основной ветвью ИИ, - способность компьютеров и машин выполнять определенные задачи без явного программирования. Это подмножество ИИ специализируется на создании систем, которые обучаются на основе потребляемых ими данных. В основном существует два типа алгоритмов машинного обучения (рисунок 14):

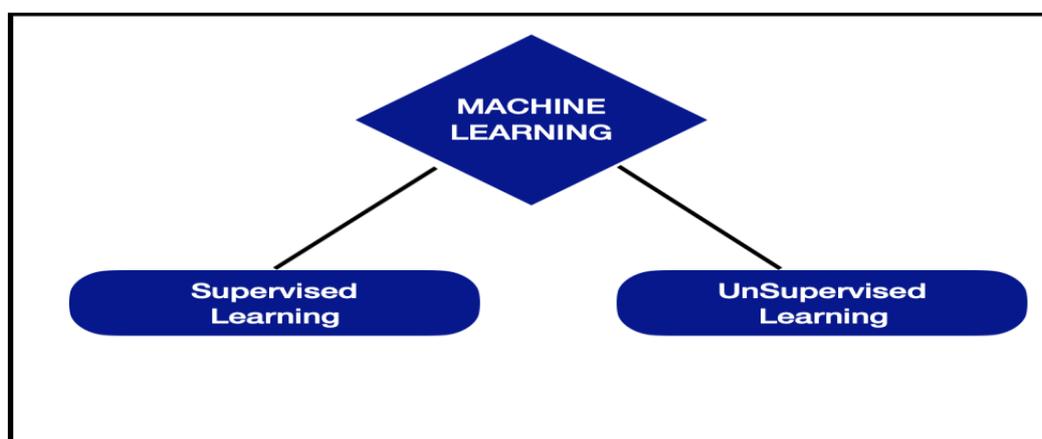


Рисунок 14. Машинное обучение

а) Контролируемое машинное обучение (Supervised learning): этот алгоритм обучается на помеченных данных, т. е. введенные в него данные имеют метки или predetermined выходные данные. Чтобы лучше понять это, давайте воспользуемся примером из реальной жизни. Предсказание, является ли рак доброкачественным или злокачественным, является примером контролируемого машинного обучения. Другие примеры; перевод речи, предсказание цены дома и т.д.

б) Неконтролируемое машинное обучение (Unsupervised learning) : в отличие от первого, компьютер учится идентифицировать шаблоны или кластеры в данных, т. е. данные, поступающие в него, не помечены или не имеют predetermined вывода. Используя приведенный выше пример

ребенка, на этот раз ребенок наблюдает образец каждой фигуры и группирует их в соответствии с ним. Этот тип алгоритма используется, среди прочего, для сегментации клиентов, механизмов рекомендаций и обнаружения аномалий [8].

## **2. Глубокое обучение (ГО)**

При этом компьютер обучается имитировать человеческий мозг при выполнении определенных задач. Глубокое обучение работает над концепцией нейронных сетей. «Глубокое» означает количество скрытых слоев в нейронных сетях, которое иногда может достигать 150. Глубокое обучение повышает точность, поэтому оно предпочтительнее традиционного машинного обучения. Однако глубокое обучение требует большого количества размеченных данных и высокопроизводительного графического процессора; чем больше данных, тем выше производительность. Глубокое обучение используется в медицинском секторе для обнаружения раковых клеток, а также в машинном и речевом переводе, обнаружении мошенничества и автоматизированном вождении [9].

## **3. Компьютерное зрение (резюме)**

Это еще одна ветвь ИИ, которая специализируется на анализе и получении информации из цифровых изображений и видео. Он имитирует человеческое зрение. Computer Vision работает над концепцией сверточной нейронной сети (CNN). Как и в случае с глубоким обучением, для распознавания изображений требуется много данных. CNN разбивает изображения на пиксели, используя пиксели для свертки и прогнозирования. Он используется для классификации изображений, обнаружения объектов и отслеживания объектов (рисунок 15).



*Рисунок 15. Компьютерное зрение*

#### **4. Обработка естественного языка (NLP)**

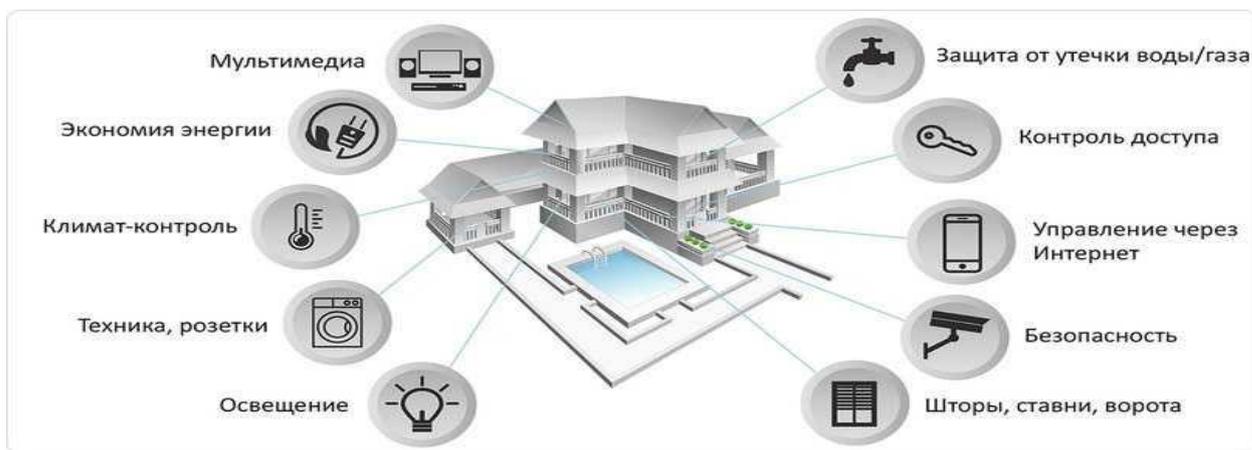
Это способность компьютеров понимать человеческий язык, письменный или устный. НЛП использует ИИ для преобразования человеческого языка в форму, которую может понять компьютер. Однако НЛП не удастся передать творчество и эмоции на человеческом языке. НЛП используется в sentimentальном анализе, таком как анализ обзоров в социальных сетях. Он также используется в текстовых процессорах, таких как:

- Grammarly,
- Microsoft Word
- QuillBot,

для проверки орфографии и грамматики. НЛП также может использоваться для машинного перевода, извлечения информации, классификации предложений и ответов на вопросы [9].

#### **2.3 Преимущества умного дома.**

Умные дома предлагают множество преимуществ, которые повышают удобство, комфорт, эффективность и безопасность для домовладельцев. Вот несколько ключевых преимуществ умного дома (рисунок 16):



*Рисунок 16. Преимущества умного дома*

- Автоматизация и удобство:** Умные дома позволяют автоматизировать и дистанционно управлять различными устройствами и системами в вашем доме. Вы можете использовать голосовые команды или приложения для смартфонов для управления освещением, термостатами, бытовой техникой, системами безопасности и многим другим. Эта автоматизация обеспечивает удобство, позволяя вам легко управлять своим домом и оптимизировать повседневные задачи.
- Энергоэффективность:** технология «умный дом» способствует повышению энергоэффективности за счет оптимизации энергопотребления. Например, интеллектуальные термостаты могут изучать ваше поведение и соответствующим образом корректировать настройки температуры, экономя энергию и сокращая счета за коммунальные услуги. Автоматизированные системы освещения могут выключать свет, когда в комнате никого нет, что снижает ненужное потребление электроэнергии.
- Повышенная безопасность:** Умные дома предлагают расширенные функции безопасности. С подключенными камерами видеонаблюдения, датчиками движения и интеллектуальными дверными замками можно удаленно контролировать безопасность дома. Уведомления в режиме

реального времени позволяют оставаться в курсе любых потенциальных нарушений безопасности. Умные домашние устройства могут способствовать созданию более безопасной среды обитания. Например, подключенные детекторы дыма могут отправлять мгновенные оповещения на смартфон в случае пожара, что позволяет быстрее реагировать. Системы безопасности умного дома также могут интегрироваться с детекторами угарного газа, датчиками утечки воды и другими устройствами безопасности, обеспечивая комплексную защиту.

- **Мониторинг здоровья дома:** умные дома могут включать в себя функции мониторинга здоровья, которые помогают людям поддерживать свое благополучие. Например, носимые устройства или датчики могут отслеживать показатели жизнедеятельности, уровни активности и характер сна. Эта информация может быть передана медицинским работникам или членам семьи, что позволяет осуществлять удаленный мониторинг состояния здоровья и своевременные вмешательства( рисунок 17).



Рисунок 17. Мониторинг здоровья

- **Персонализация и адаптивность:** Умные дома позволяют

персонализировать и настраивать их в соответствии с индивидуальными предпочтениями. Вы можете создавать индивидуальные сценарии освещения, настраивать атмосферу и управлять музыкальными или развлекательными системами в соответствии с вашим настроением или занятиями. Голосовые помощники позволяют без помощи рук взаимодействовать с устройствами умного дома, повышая удобство и доступность.

- **Экономия затрат:** Хотя первоначальные инвестиции в устройства для умного дома могут показаться значительными, долгосрочные преимущества могут привести к экономии средств. Энергоэффективная автоматизация снижает счета за коммунальные услуги, а оптимизированная безопасность дома может снизить страховые взносы. Кроме того, возможности удаленного мониторинга могут помочь выявить проблемы на ранней стадии, потенциально избегая дорогостоящего ремонта.

Эти преимущества показывают, как технология «умный дом» может улучшить ваш образ жизни, обеспечивая комфорт, удобство, безопасность и эффективность, способствуя устойчивому будущему.

#### ❖ **Кухня будущего**

Благодаря искусственному интеллекту (ИИ) кухня будущего становится реальностью. Разрабатываются устройства с искусственным интеллектом, которые могут помочь нам во всем, от приготовления пищи до уборки. Например, умные печи можно запрограммировать на идеальное приготовление пищи, даже если вас нет дома. Их также можно использовать для предварительного разогрева духовки, поддержания блюд в горячем состоянии и даже для размораживания замороженных продуктов.

Умные холодильники можно использовать для отслеживания запасов продуктов, создания списков покупок и даже заказа продуктов для вас. Их

также можно использовать для установки напоминаний об истечении срока годности продуктов и предоставления рецептов, в которых используются ингредиенты, которые у вас уже есть под рукой. Это может буквально спасти жизнь тысячам студентов Университета.

### ❖ Фитнес будущего

В будущем фитнес будет больше, чем просто вопрос личных предпочтений. Это будет научно обоснованная программа, которая соответствует состоянию вашего тела и вашему текущему состоянию здоровья, а также тому, чего вы хотите достичь.

Искусственный интеллект (ИИ) будет использоваться для отслеживания наших данных о физической форме, создания персонализированных программ тренировок и обеспечения обратной связи и рекомендаций в режиме реального времени во время тренировок. Это поможет нам оставаться мотивированными и идти в ногу с нашими целями в фитнесе.

ИИ также создаст виртуальных партнеров по тренировкам, которые будут поощрять, поддерживать и давать обратную связь во время тренировок, не выходя из собственного дома. Это поможет нам оставаться мотивированными и получать еще больше удовольствия от тренировок.

### ❖ Сад будущего

Сад будущего - это место, где искусственный интеллект (ИИ) используется, чтобы помочь садоводам выращивать растения более эффективно и продуктивно. Роботы с искусственным интеллектом могут пропалывать, поливать и собирать урожай, освобождая садоводов, чтобы они могли проводить больше времени, наслаждаясь своими садами.

Датчики на базе ИИ могут отслеживать состояние почвы и рост растений, предоставляя садоводам информацию, необходимую им для принятия обоснованных решений в отношении своих растений. А приложения на базе искусственного интеллекта могут предоставить садоводам советы и

поддержку, помогая им выбирать растения, подходящие для их климата, планировать планировку сада и устранять неполадки.

Поскольку технология «умный дом» продолжает развиваться, мы можем ожидать увидеть еще больше способов ее использования, чтобы сделать нашу жизнь проще и эффективнее. Умные дома могут революционизировать наш образ жизни, и они уже начинают менять нашу жизнь [10].

## **2.4 Недостатки технологии ИИ**

Хотя технология ИИ предлагает множество преимуществ и достижений, она также имеет определенные недостатки. Вот некоторые распространенные недостатки, связанные с ИИ:

- **Отсутствие человеческого понимания:** системам ИИ, несмотря на их замечательные способности, не хватает настоящего человеческого понимания и здравого смысла. Они действуют на основе шаблонов и алгоритмов и могут бороться с контекстом, сарказмом и абстрактными понятиями.
- **Этические проблемы:** Этические последствия технологии ИИ вызывают все большую озабоченность. Такие проблемы, как вторжение в частную жизнь, слежка и неправомерное использование данных, могут возникнуть, когда системы ИИ обрабатывают огромные объемы личной информации. Есть также опасения по поводу влияния ИИ на занятость, поскольку он может автоматизировать определенные рабочие места и вытеснить людей (рисунок 18).



*Рисунок 18. Опасение того что ИИ может вытеснить людей*

- **Зависимость от качества данных:** модели ИИ сильно зависят от качества и количества данных, на которых они обучаются. Если обучающие данные являются неполными, предвзятыми или нерепрезентативными, это может привести к неточным или ненадежным результатам ИИ. Кроме того, системы ИИ могут с трудом справляться с ситуациями или задачами, отличными от того, на чем они были обучены.
- **Риски безопасности:** системы ИИ могут быть уязвимы для злонамеренных атак и эксплуатации. Злоумышленники могут попытаться манипулировать алгоритмами ИИ или обмануть их, что приведет к непреднамеренным или вредным результатам. Например, злоумышленники могут использовать состязательные методы, чтобы обмануть системы распознавания изображений или использовать уязвимости в автономных транспортных средствах.
- **Зависимость и чрезмерная зависимость:** поскольку ИИ становится все более распространенным в различных областях, существует риск чрезмерной зависимости от систем ИИ. Зависимость от ИИ может привести к потере критических навыков или способности принимать решения у людей, потенциально ограничивая нашу автономию и контроль над важными задачами и процессами.

Важно отметить, что многие из этих недостатков не присущи самой технологии ИИ, а возникают из-за того, как она разрабатывается, внедряется и регулируется. Прилагаются усилия для решения этих проблем и разработки более прозрачных, справедливых и подотчетных систем ИИ [11].

## ГЛАВА 3.

### 3.1 Проектирование системы умного дома

Умный дом - это жилое помещение, оборудованное устройствами, которые автоматизируют и контролируют такие бытовые функции, как освещение, отопление, охлаждение, безопасность и развлекательные системы. Эти устройства подключены к Интернету и могут управляться удаленно через смартфон или интеллектуальную колонку. Умные дома используют датчики и программное обеспечение для обучения и адаптации к пользовательским предпочтениям, делая жилую среду более комфортной, энергоэффективной и удобной (рисунок 19).



Рисунок 19. Система «умный дом»

Система «умный дом» должна быть разработана с учетом потребностей домовладельца. Процесс проектирования включает в себя следующие этапы:

#### 1. Оценка потребностей

Первым шагом в разработке системы умного дома является оценка потребностей домовладельца. Эту оценку можно провести путем опроса домовладельцев, чтобы определить, каковы их требования к системе «умный дом». Требования могут быть адаптированы для повышения безопасности дома, экономии энергии и удаленного управления своим домом.

## **2. Выбор устройств для умного дома**

После оценки следующим шагом будет выбор устройств умного дома, которые будут использоваться в системе. Устройства должны быть совместимы с потребностями домовладельца, а выбранный концентратор должен поддерживать выбранные протоколы для всех устройств. Желательно выбирать устройства с открытыми протоколами, чтобы обеспечить простую интеграцию с другими устройствами и системами в доме.

## **3. Инфраструктура**

Должна быть установлена инфраструктура, такая как домашняя сеть и электропроводка. Инфраструктура должна быть достаточной для поддержки устройств, составляющих интеллектуальную систему. Проводка должна быть установлена соответствующим образом, чтобы обеспечить простую интеграцию между датчиками, централизованным концентратором и другими устройствами.

## **4. Интеграция**

Устройства и системы должны быть интегрированы, чтобы сделать систему целостной. Устройства должны быть легко доступны через центральный концентратор и должны быть интегрированы с протоколами, необходимыми для связи друг с другом. Устройства должны быть запрограммированы так, чтобы они реагировали друг на друга и автоматизировали задачи на основе правил, установленных домовладельцем.

## **5. Тестирование**

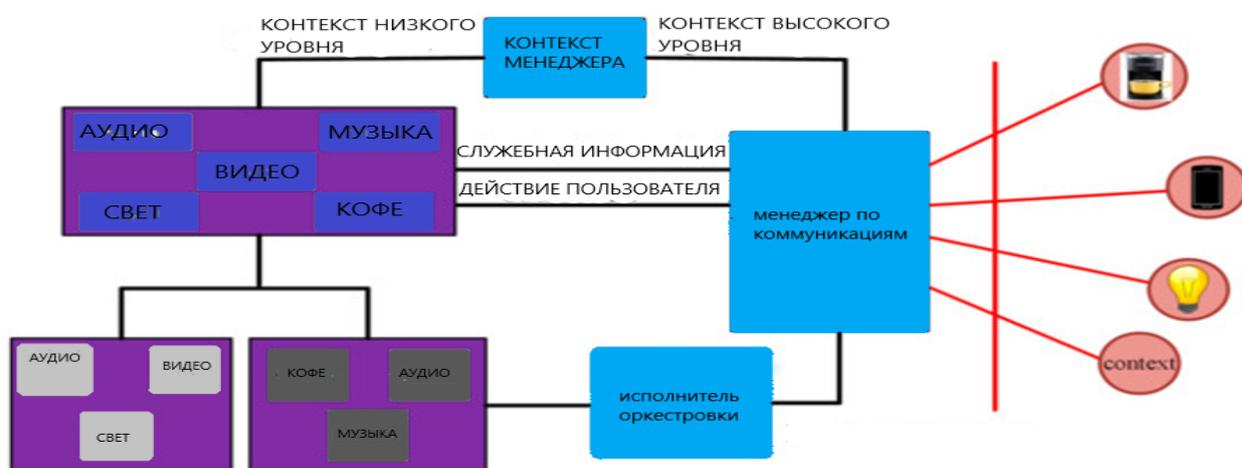
Обязательно проводить тесты после установки устройств и интеграции систем. Цель теста - убедиться, что все устройства подключены к центральному хабу и работают правильно.

## 6. Обслуживание и обновление системы

Как только система полностью заработает, важно предоставить услуги по техническому обслуживанию, чтобы убедиться, что система работает правильно. Средства автоматизации следует регулярно обновлять при выпуске новых обновлений, чтобы снизить уязвимость системы к угрозам безопасности [12].

Автоматизированными домами можно управлять изнутри и снаружи дома, где все электрические устройства могут быть фактически подключены. Такие системы, как HVAC, музыкальные системы, интеллектуальное освещение, безопасность и видеонаблюдение, а также некоторые другие вещи, такие как Wi-Fi и сети, автоматизируются одним щелчком мыши.

Как показано на рисунке, архитектура системы домашней автоматизации состоит из двух основных частей: внутренней части слева и внешней части, которая включает в себя датчики, пользователей и службы, справа. Кроме того, коммуникационный менеджер контактирует со всеми датчиками и исполнительными механизмами в своем протоколе, и вся коммуникация осуществляется таким образом. В целом информация, поступающая в систему, делится на три категории (рисунок 20):



*Рисунок 20. Архитектура системы домашней автоматизации*

1. Устройство отправляет свою служебную информацию (например, кофе);
2. Датчики контекста, такие как датчики освещенности, показывают информацию о текущем местоположении;
3. Пользователи предоставляют необходимую информацию через пользовательский интерфейс (например, интерактивный главный экран) для внесения изменений в определенные настройки [13].

Система «умный дом» предлагает пользователю ряд преимуществ, таких как:

1. Умные дома удобны и просты в эксплуатации.
2. Вы можете управлять своим домом откуда угодно.
3. Умные дома помогают экономить на счетах за электроэнергию.
4. Домашние системы безопасности, установленные в умном доме, предотвращают кражи, кражи и взломы.
5. Умные дома улучшают доступность для людей с ограниченными возможностями и позволяют вести более независимый и цельный образ жизни.

Протокол Zig-Bee - это беспроводная технология, работающая в трех радиодиапазонах: 868 МГц, 2,42 ГГц и 915 МГц . Та же технология скорости передачи данных 40–250 кбит/с и диапазона 1–100 м со стандартом IEEE 802.15.4 была одобрена в декабре 2003 г., а Zig-Bee Alliance выпустила первую версию этой технологии в 2006 г (рисунок 21).



Рисунок 21. Конструкция интеллектуальной голосовой системы управления

Конструкция интеллектуальной голосовой системы управления бытовой техникой на основе ZigBee в основном состоит из четырех частей:

- пульт дистанционного управления
- приемник (устройство безопасности)
- мобильный телефон
- бытовая техника (рисунок 22).

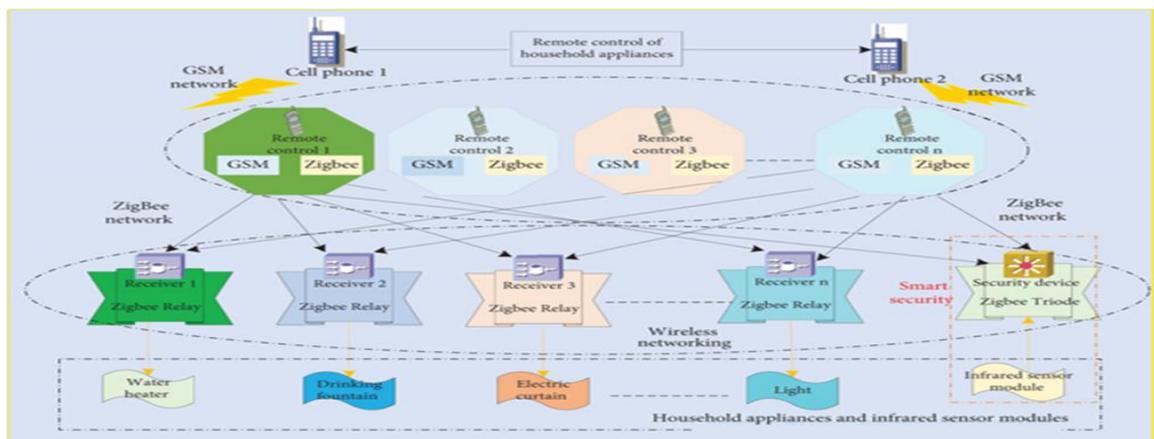


Рисунок 22. Дистанционное управление бытовой техникой

### 3.2 Аппаратное проектирование

Умный дом - это интеллектуальная система управления зданием. Она объединяет в единый программно-аппаратный комплекс оборудование, которое решает различные задачи по управлению системами жизнеобеспечения и созданию комфорта в помещении.

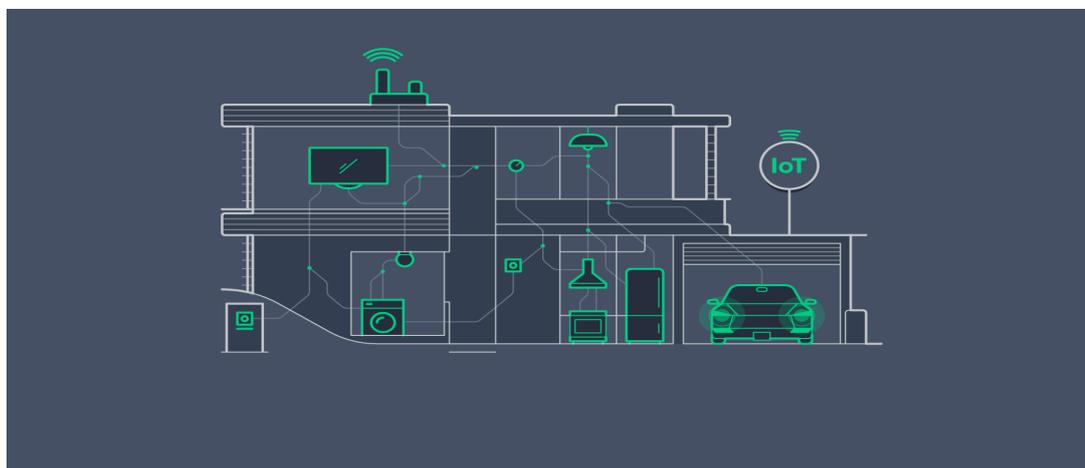
Разработать программно-аппаратный комплекс для управления домашними умными устройствами объединяющий умные устройства разных производителей в одной экосистеме. Для реализации поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Проанализировать основные способы построения и использования программно-аппаратных систем домашней автоматизации.

2. Произвести анализ умных устройств, рассмотреть их возможности и предлагаемые производителями способы управления.

3. В соответствии с техническим заданием провести разработку программноаппаратного комплекса для управления домашними умными устройствами объединяющий умные устройства разных производителей в одной экосистеме.

4. Подготовить техническую и сопроводительную документацию по применению программно-аппаратного комплекса для управления домашними умными устройствами (рисунок 23).



*Рисунок 23. Аппаратное проектирование*

Программно-аппаратный комплекс должен представлять собой систему состоящую из программного кода, написанного на языке программирования PHP, соединяющего интерфейс управления с веб сервисом, который, в свою очередь, осуществляет управление домашними

устройствами, соединяясь с серверами производителей устройств.

Взаимодействующие элементы:

Программный код на языке программирования PHP обеспечивает выполнение следующих функций:

- обработка JSON запросов интерфейса управления и отправка результатов выполнения запросов обратно;
- организация взаимодействия всех элементов системы;
- отправка команд управления в форме http запросов на сервер IFTTT;
- реализация логики взаимодействия пользователя с вебинтерфейсом (рисунок 24).



Рисунок 24. Дистанционное управление

Программно-аппаратный комплекс предоставляет следующие возможности:

- Управление своими домашними умными устройствами с одного интерфейса;
- Добавление новых устройств в систему;
- Создание сценариев взаимодействия устройств между собой и пользователем;

Аппаратное обеспечение умного дома состоит из различных датчиков и устройств, включая камеры, дверные замки, умные лампочки, умные термостаты и множество других устройств, которые используют беспроводные технологии для подключения к мобильным устройствам и Интернету. Эти продукты направлены на оптимизацию домашней автоматизации, повышение безопасности дома и снижение энергопотребления. Это аппаратное обеспечение включает в себя как проводные, так и беспроводные устройства, оно простое в использовании и очень удобно для пользователя [14].

Произведя анализ умных устройств и рассмотрев предлагаемые производителями способы управления, был спроектирован и разработан программноаппаратный комплекс, в основе которого лежит ряд технологий:

- Технологии программирования на языке PHP.
- Технология создания базы данных и работы с ними при помощи языка SQL.
- Современные веб-технологии.
- Сервис типа SaaS (software as a service) IFTTT, позволивший управлять умными устройствами через свой собственный интерфейс.

### **Преимущества оборудования для умного дома**

Аппаратное обеспечение умного дома обеспечивает множество преимуществ, включая безопасность, энергоэффективность и удобство. Давайте обсудим эти преимущества более подробно:

1. Аппаратное обеспечение умного дома предназначено для повышения безопасности дома и обеспечения его безопасности. Смарт-камеры могут помочь отслеживать любые опасные действия в вашем доме, а датчики движения могут отправлять предупреждения на ваше мобильное устройство при обнаружении неожиданных движений. Системы безопасности

умного дома могут также включать умные дверные замки, использующие биометрические функции, и другие продукты для умного дома, обеспечивающие безопасность вашего дома.

2. Энергоэффективность с оборудованием для умного дома достигается за счет интеллектуальных термостатов, инструментов мониторинга энергопотребления и использования интеллектуальных лампочек, которые потребляют энергию только тогда, когда это необходимо. Умные термостаты могут запоминать ваши модели и поведение, управляемые с помощью мобильных устройств или устройства голосового помощника, что может помочь автоматически регулировать температуру в вашем доме [15].

Теперь, когда мы понимаем, что такое дизайн оборудования для умного дома и его преимущества, давайте рассмотрим несколько примеров того, что в настоящее время доступно на рынке.

**1) Умные колонки** - это динамики, с которыми можно взаимодействовать с помощью технологии распознавания голоса. Они могут делать такие вещи, как воспроизведение музыки, включение и выключение света, управление вашей бытовой техникой, совершение звонков и даже предоставление информации, например, обновлений погоды.

Умные колонки подключаются к Интернету и используют голосовых помощников, таких как Alexa или Google Assistant, для интерпретации ваших голосовых команд и выполнения действий в вашем доме. Они бывают разных форм и размеров, а также могут быть интегрированы с другими вашими умными домашними устройствами (рисунок 25).



Рисунок 25. Голосовой пользовательский интерфейс

2) **Умные замки** - отличная защита для вашего дома. Они подключаются к Интернету и обеспечивают удаленный доступ к вашему дому, запирая и отпирая двери. Умные замки используют распознавание голоса, подтверждение касания и биометрический доступ для обеспечения безопасности вашего дома. Они также могут отправлять предупреждения на ваше мобильное устройство, когда кто-то пытается обойти вашу систему блокировки, предоставляя вам мгновенные обновления домашней безопасности (рисунок 26).



Рисунок 26. Умные замки

**3) Умные розетки** - помогают удаленно управлять домашними электрическими устройствами. Их можно использовать для включения и выключения таких устройств, как лампы, телевизоры и даже бигуди, с мобильного устройства. Умные вилки бывают разных размеров, поэтому вы можете подключить их к любой электрической розетке для вашего удобства. Они могут быть запрограммированы на включение и выключение в определенное время, а также включают в себя функции мониторинга энергопотребления, которые предоставляют информацию в режиме реального времени об использовании ваших электронных устройств в вашем доме (рисунок 27).



Рисунок 27. Умные розетки

### 3.3 Программное проектирование

Разработка программного обеспечения для умного дома становится все более важной, поскольку все больше и больше домохозяйств внедряют технологию умного дома для автоматизации домашних задач, повышения безопасности и повышения энергоэффективности. Хорошо разработанное

программное обеспечение для умного дома может обеспечить удобный интерфейс, высокий уровень безопасности и беспрепятственную интеграцию с другими устройствами и службами.

Фундаментальные принципы разработки программного обеспечения для умного дома включают удобство использования, безопасность, масштабируемость и гибкость. С точки зрения удобства использования программное обеспечение для умного дома должно иметь простой в использовании интерфейс, который можно настроить в соответствии с конкретными потребностями пользователя. Это означает, что программное обеспечение должно обеспечивать простую настройку устройств и процедур автоматизации, а также прямой доступ к оповещениям и аналитике [16].

Безопасность также является жизненно важным аспектом разработки программного обеспечения для умного дома. Учитывая конфиденциальный характер данных, собираемых устройствами «умного дома», безопасность должна быть достаточно надежной, чтобы предотвратить несанкционированный доступ. Программное обеспечение для умного дома также должно предотвращать вмешательство злоумышленников в систему или использование ее в качестве вектора атаки для проникновения на другие устройства или сети.

Полностью настраиваемый климат-контроль - еще одна интересная особенность умного дома. Основные функции домашней автоматизации умных домов включают контроль температуры, влажности и качества воздуха. Интеллектуальные термостаты с дистанционным управлением позволяют пользователям предварительно нагревать или предварительно охлаждать свои дома непосредственно перед прибытием, что значительно повышает энергоэффективность. Кроме того, существует множество приложений для умного дома, предназначенных для мониторинга энергопотребления, что позволяет пользователям экономить деньги на счетах

за электроэнергию, а также устанавливать более устойчивую модель долгосрочного энергопотребления [17].

Пока вы в отпуске, умные дома полны интегрированных устройств, которые могут автоматизировать ряд задач. От датчиков движения, способных включать определенный свет, до автоматических разбрызгивателей воды, которые могут работать в соответствии с данными о погоде в режиме реального времени, с помощью разработки программного обеспечения для умного дома можно решить широкий спектр домашних дел. Технологические гиганты, такие как Microsoft, уже запустили такие системы, как HomeOS, операционную систему домашней автоматизации.

Масштабируемость является еще одним важным фактором при разработке программного обеспечения для умного дома. Дополнительное программное обеспечение должно быть способно работать с устройствами по мере роста семьи пользователя или появления новых технологий. Это означает, что программное обеспечение должно быть разработано с учетом модульности, чтобы упростить интеграцию новых устройств и бесперебойное обслуживание системы.

Наконец, гибкость необходима при разработке программного обеспечения для умного дома. Программное обеспечение должно обеспечивать различные уровни настройки и функциональности, что делает его подходящим для пользователей с различными потребностями и предпочтениями. Кроме того, должна быть предусмотрена возможность интеграции со сторонними службами, такими как прогнозы погоды или поставщики энергии, для улучшения взаимодействия с пользователем [18].

### **3.4 Тестирование умного дома**

Тестирование умного дома предполагает процесс оценки и проверки функциональности, надежности и производительности различных устройств и систем умного дома. Этот тип тестирования является критическим для

обеспечения работоспособности устройств и систем умного дома в соответствии с ожиданиями пользователей.

Тестирование умного дома обычно включает в себя ряд действий, таких как

- функциональное тестирование,
- тестирование совместимости,
- тестирование безопасности,
- тестирование удобства использования.

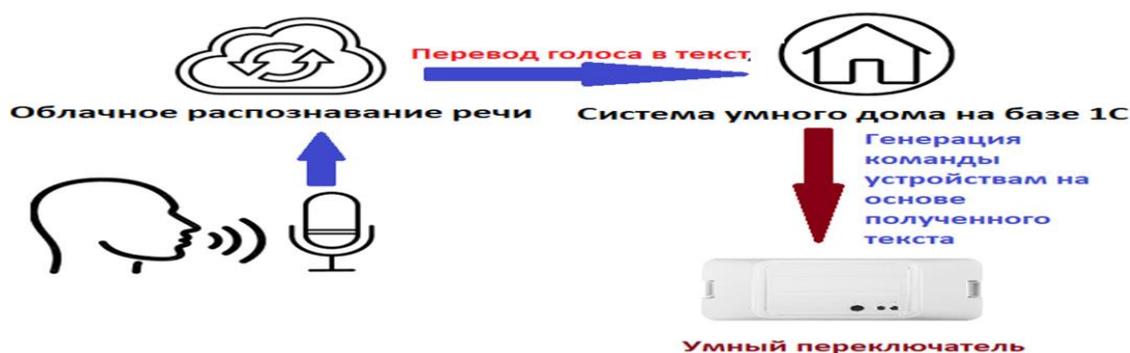


Рисунок 28. Пример тестирования Умного Дома

Функциональное тестирование используется для проверки того, выполняет ли устройство или система умного дома свои предназначенные функции правильно. К примеру на рисунке 28 показано как должна передаваться команда данная владельцем дома через не прямое касание, в данном случае через микрофон, на Умный Переключатель.

Тестирование совместимости включает проверку того, насколько хорошо устройство или система работают с другими устройствами и платформами умного дома.

Тестирование безопасности направлено на то, чтобы убедиться, что система умного дома защищена и не может быть легко взломана или скомпрометирована [19].

Тестирование удобства использования направлено на то, чтобы убедиться, что устройство или система легко использовать и обеспечивает хороший опыт пользователя.

Для выполнения тестирования умного дома используются специализированные инструменты и фреймворки. Эти инструменты и фреймворки помогают автоматизировать процесс тестирования, сокращая время и усилия, необходимые для проведения тестирования. Они также помогают гарантировать, что процесс тестирования будет тщательным и точным, и что все возможные сценарии и случаи использования будут протестированы (рисунок 29).

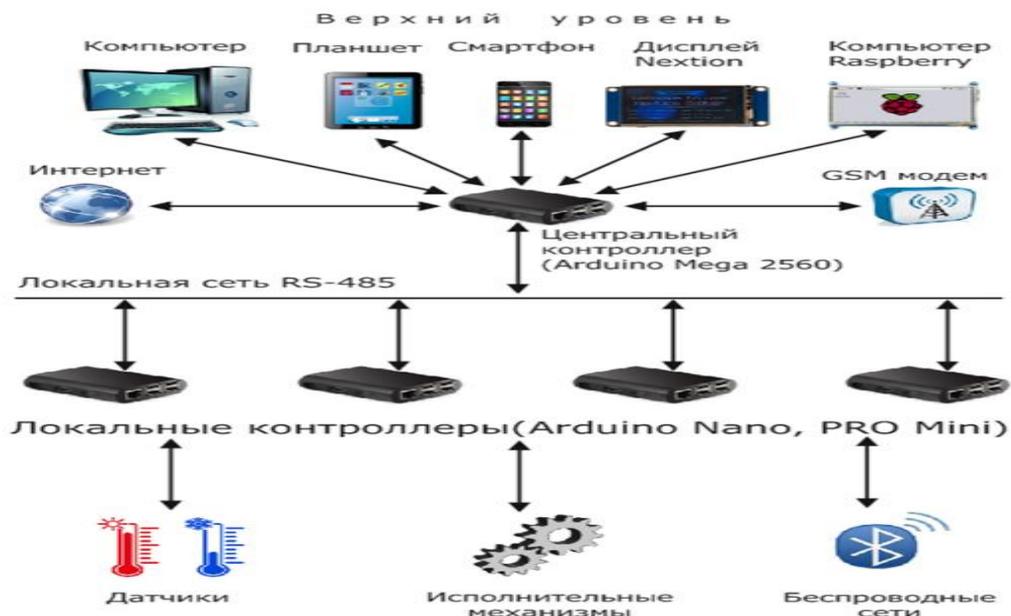


Рисунок 29. Схема подключения Arduino к Умному Дому

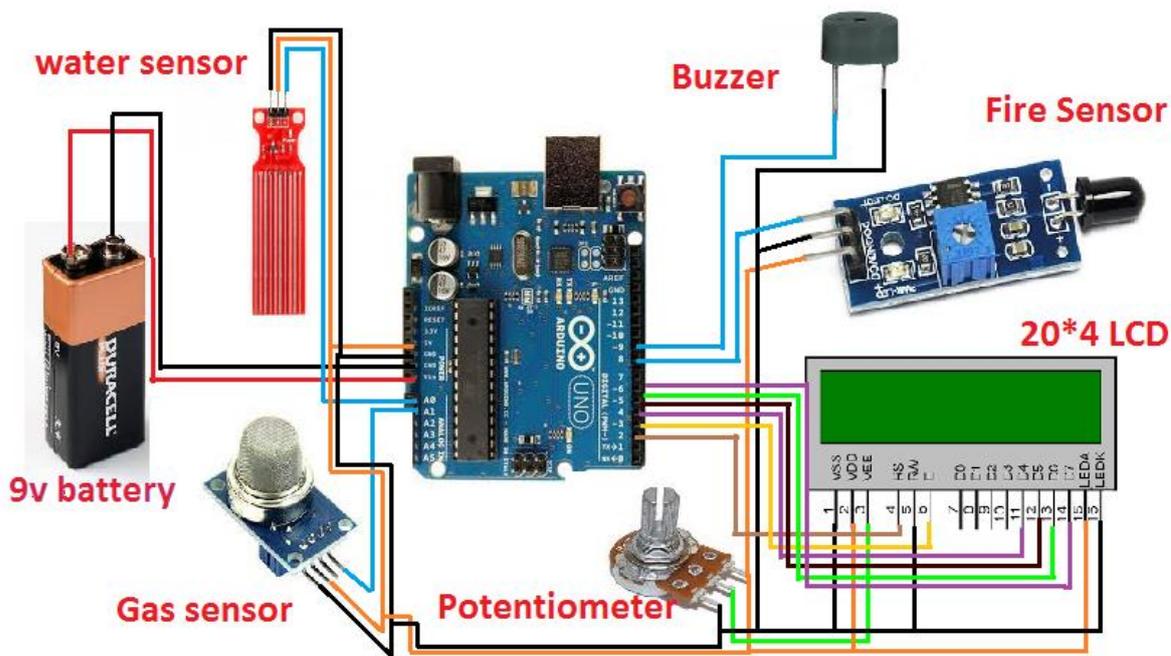
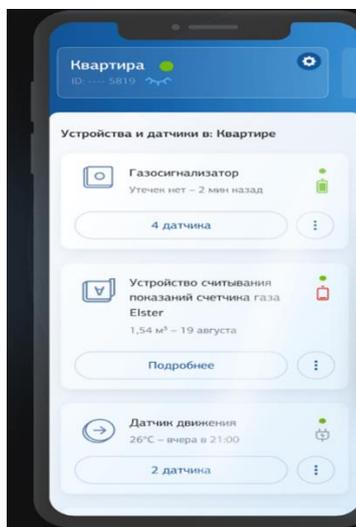


Рисунок 30. Система домашней безопасности Arduino

К примеру дома устанавливаем систему Arduino. Как видно по схеме выше, к нему можно подключить все утилиты умного дома. Далее скачать мобильное приложение (рисунок 31) или пользуясь пультом вы можете на расстоянии тестировать и пользоваться всеми вашими приспособлениями [20].



*Рисунок 31. Пример мобильного приложения для Arduino.*

Рисунок 30 показывает нам, что в настоящее время практически любые гаджеты могут быть подключены к главному модулю Arduino. Он же в свою очередь связывает через себя все утилиты Умного Дома непосредственно с ранее упомянутыми гаджетами и дает возможность пользоваться или держать под контролем том или иной утилит. На рисунке 30 можно увидеть через какие порты объединяют системы защиты УД с главной платой Arduino.

Arduino может быть использовано различными способами для автоматизации и улучшения функциональности умного дома. Вот несколько примеров:

**Домашняя автоматизация:** Arduino может управлять и контролировать различные аспекты умного дома, такие как освещение, температура, системы безопасности и бытовая техника. Вы можете запрограммировать Arduino для автоматического включения/выключения света на основе датчиков движения или управления системами отопления и охлаждения на основе датчиков температуры.

**Системы безопасности:** Arduino можно интегрировать с датчиками, такими как датчики движения, датчики дверей/окон и видеокамеры для создания комплексной системы безопасности. Он может отправлять уведомления или запускать сигналы тревоги в случае обнаружения подозрительной активности.

**Управление энергопотреблением:** Arduino может помочь в отслеживании и оптимизации энергопотребления в умном доме. Подключив Arduino к датчикам энергии или умным розеткам, вы можете отслеживать потребление электроэнергии, автоматически выключать приборы, когда они не используются, или управлять энергоемкими устройствами на основе графика времени.

**Голосовое управление:** Arduino можно интегрировать с модулями распознавания речи или виртуальными помощниками, такими как Amazon Alexa или Google Assistant. Это позволяет управлять различными функциями в умном доме, такими как включение/выключение света или регулировка настроек термостата с помощью голосовых команд.

**Мониторинг окружающей среды:** Arduino может собирать данные с различных датчиков окружающей среды, таких как датчики температуры, влажности, качества воздуха и освещения. Эта информация может быть использована для автоматизации задач, таких как регулировка жалюзи на основе интенсивности солнечного света или управление системами вентиляции для оптимального комфорта.

**Системы орошения:** Arduino можно использовать для создания умных систем орошения для сада или газона [21].

Позвольте рассказать вам о различных типах тестирования, которые включаются в тестирование умного дома:

## **Типы тестирования**

Тестирование умного дома является критическим для обеспечения правильной работы устройств и систем умного дома, их безопасности и обеспечения хорошего опыта пользователя. Проведя тщательное тестирование, производители могут гарантировать, что их продукты соответствуют потребностям пользователей и обеспечивают высокий уровень надежности и производительности.

**Тестирование функциональности:** Этот тип тестирования включает проверку того, что умное устройство или система выполняет свои намеченные функции правильно. Он включает тестирование функций, таких как голосовое управление, датчики и правила автоматизации, чтобы убедиться, что они функционируют, как ожидалось. Тестирование функциональности также включает тестирование совместимости устройства с различными протоколами и системами.

**Тестирование взаимодействия:** Тестирование взаимодействия проверяет, насколько хорошо умное устройство или система работает с другими устройствами и платформами. Оно включает тестирование совместимости с различными протоколами, такими как Zigbee, Z-Wave и Wi-Fi, а также обеспечение беспрепятственной работы устройства с другими устройствами умного дома, такими как умные замки, термостаты и камеры.

**Тестирование безопасности:** Тестирование безопасности сосредоточено на обеспечении безопасности умной системы и предотвращении возможности ее взлома или компрометации. Этот тип тестирования включает проверку функций безопасности устройства, таких как шифрование, аутентификация и контроль доступа. Также проводится тестирование устройства на устойчивость к общим методам взлома, таким как атаки перебора паролей и вредоносные программы.

**Тестирование удобства использования:** Тестирование удобства использования направлено на обеспечение того, чтобы устройство умного

дома или система была легкой в использовании и обеспечивала хороший пользовательский опыт. Этот тип тестирования включает в себя оценку пользовательского интерфейса устройства, время отклика и легкость настройки и конфигурирования устройства. Тестирование удобства использования также включает в себя тестирование доступности устройства, такое как его совместимость со скрин-ридерами для людей с ограниченными возможностями зрения.

В дополнение к вышеперечисленным типам тестирования, существуют и другие типы тестирования, которые могут быть актуальными в тестировании умного дома, такие как тестирование нагрузки, тестирование производительности и регрессионное тестирование. Тестирование нагрузки направлено на проверку способности устройства обрабатывать большие объемы данных и запросов, тестирование производительности фокусируется на тестировании времени отклика и скорости устройства. Регрессионное тестирование гарантирует, что новые обновления или изменения в системе умного дома не негативно сказываются на существующих функциях и возможностях [22].

**Т**

**о** Для тестирования умного дома существует несколько инструментов и фреймворков, и выбор инструмента зависит от конкретных потребностей проекта. Вот несколько примеров инструментов, которые могут быть использованы для различных типов тестирования умного дома:

**Функциональное тестирование:** Для функционального тестирования можно использовать такие инструменты, как Appium, Selenium и TestComplete. Эти инструменты помогают автоматизировать тестирование устройств и систем умного дома, симулируя пользовательские взаимодействия и тестирование различных функций и возможностей.

**Тестирование совместимости:** Для тестирования совместимости можно использовать инструменты, такие как Open Connectivity Foundation

(OCF) от AllSeen Alliance и Thread Group. Эти инструменты помогают гарантировать бесперебойную работу устройств и систем умного дома, тестируя их совместимость с различными протоколами.

**Тестирование безопасности:** Для тестирования безопасности можно использовать инструменты, такие как Burp Suite, ZAP и Wireshark. Эти инструменты помогают выявлять уязвимости в системах умного дома, тестируя на наличие распространенных проблем безопасности, таких как SQL-инъекции, межсайтовая атака и захват сессии.

**Тестирование удобства использования:** Для тестирования удобства использования можно использовать инструменты, такие как UserTesting, UsabilityHub и Optimal Workshop. Эти инструменты помогают оценить пользовательский опыт устройств и систем умного дома, тестируя интерфейс пользователя, время ответа и общую простоту использования.

В дополнение к этим инструментам, также могут быть использованы специализированные тестовые лаборатории и программы сертификации, такие как программа UL Verified. Эти программы обеспечивают всестороннее тестирование и сертификацию устройств и систем умного дома, включая функциональность, совместимость, безопасность и удобство использования.

Есть несколько фреймворков, доступных для тестирования умного дома, которые могут помочь автоматизировать тестирование и сделать процесс более эффективным. Вот несколько примеров фреймворков, используемых для различных типов тестирования умного дома: TestProject, Robot Framework,

Кроме этих фреймворков, существуют также специализированные фреймворки для определенных типов устройств умного дома, такие как Alexa Smart Home Skill API и Google Assistant Smart Home API. Эти фреймворки предоставляют стандартизированный набор инструментов и рекомендаций для тестирования и разработки устройств и систем умного дома, которые интегрируются с этими платформами голосового помощника [23].

### 3.5 Уязвимости умного дома

Умные дома предоставляют удобство и контроль, но они также сопряжены с рисками безопасности. Уязвимости умных домов относятся к слабым местам в безопасности устройств и систем умного дома, которые могут быть использованы злоумышленниками для получения несанкционированного доступа или управления устройствами. Вот некоторые распространенные уязвимости умных домов:

**Слабые пароли:** многие устройства умного дома поставляются с паролями по умолчанию, которые легко угадать или можно найти в Интернете. Пользователи часто не меняют эти пароли, оставляя свои устройства под угрозой взлома.

**Устаревшая прошивка:** устройства умного дома часто полагаются на обновления прошивки для устранения уязвимостей в безопасности, но многие пользователи не поддерживают свои устройства в актуальном состоянии, оставляя их уязвимыми для известных проблем безопасности.

**Небезопасные сети:** устройства умного дома часто подключаются к домашним Wi-Fi-сетям, которые могут быть неправильно защищены. Злоумышленники могут использовать уязвимости в этих сетях, чтобы получить доступ к устройствам умного дома.

**Отсутствие шифрования:** некоторые устройства умного дома не используют шифрование для защиты своих коммуникаций, что позволяет злоумышленникам перехватывать и прослушивать чувствительные данные.

**Неправильные настройки:** устройства умного дома могут иметь настройки по умолчанию или неправильные настройки, которые делают их уязвимыми к атакам. Например, камера видеонаблюдения с открытым портом может быть легко доступна любому в Интернете.

**Интеграция с сторонними сервисами:** устройства умного дома могут интегрироваться с сервисами сторонних производителей, которые имеют свои собственные уязвимости безопасности. Злоумышленники могут использовать

эти уязвимости, чтобы получить доступ к устройствам и системам умного дома.

Важно, чтобы пользователи умных домов были в курсе этих уязвимостей и принимали меры для защиты своих устройств и систем. Это включает в себя поддержание устройств в актуальном состоянии с последними обновлениями прошивки, использование сильных и уникальных паролей, обеспечение безопасности домашней Wi-Fi-сети и настройку устройств с соответствующими настройками безопасности [24].

### **Устранение уязвимостей умных домов**

Существует несколько шагов, которые люди могут предпринять, чтобы устранить уязвимости смарт-домов и защитить свои устройства и системы:

**Обновляйте устройства:** Пользователи должны регулярно проверять наличие обновлений прошивки для своих устройств смарт-дома и устанавливать их незамедлительно. Это поможет исправить известные уязвимости безопасности и защитить устройства от потенциальных атак.

**Используйте сильные и уникальные пароли:** Пользователи должны избегать использования стандартных паролей и вместо этого создавать сильные и уникальные пароли для каждого устройства. Пароли должны содержать как заглавные, так и прописные буквы, цифры и специальные символы, и должны периодически меняться.

**Защитите домашнюю сеть Wi-Fi:** Пользователи должны обеспечить защиту своей домашней сети Wi-Fi сильным паролем и шифрованием. Они также должны рассмотреть возможность использования отдельной сети для устройств смарт-дома, чтобы изолировать их от других устройств в сети.

**Настройте устройства с соответствующими настройками безопасности:** Пользователи должны просмотреть настройки безопасности своих устройств смарт-дома и настроить их соответствующим образом. Например, они должны отключить ненужные функции, изменить стандартные

имена пользователей и включить двухфакторную аутентификацию, если это возможно.

**Отслеживайте активность устройств:** Пользователи должны регулярно отслеживать активность своих устройств смарт-дома и быть внимательны к любой необычной активности или поведению. Они также должны просматривать журналы устройств и обновлять антивирусное программное обеспечение, если это возможно.

Принимая эти меры, пользователи смарт-домов могут значительно снизить риск уязвимостей и защитить свои устройства и системы от потенциальных атак.

## **Заключение**

1. В работе рассмотрено общее понятие об умном доме.
2. Подробно рассмотрены каким образом работают умные дома.
3. Рассмотрена система умного дома, то как устроены беспроводные и проводные системы.
4. Рассмотрены какие устройства нужны для создания беспроводной системы умного дома.
5. Изучена структура системы умного дома состоящая из трёх основных компонентов. Также перечислены 3 уровня- нижний, средний и верхние уровни.
6. Исследован искусственный интеллект для умного дома. Дано определение того что же такое искусственный интеллект и на какие виды он подразделяется. Как именно используется в умном доме.
7. Рассмотрены основные элементы которые используются в умном доме. К ним относятся: сенсоры, голосовые помощники, центральный концентратор, интеллектуальные устройства и т.д.
8. Рассмотрены все преимущества и недостатки умного дома. К преимуществами можно отнести: автоматизация и удобства, энергоэффективность, повышенная безопасность, экономия затрат, мониторинг здоровья дома. А к недостаткам отсутствие человеческого понимания, этические проблемы и т.д. Нужно отметить что плюсов больше чем минусов.
9. Изучены процесс проектирования системы для умного дома.
10. Рассмотрено аппаратное обеспечение умного дома. Были приведены примеры устройств и схемы их работы.
11. Рассмотрена разработка программного обеспечения для умного дома.
12. Исследовано тестирование умного дома на основе программы Arduino.
13. Изучены уязвимости умного дома и методы устранения уязвимостей умных домов.

## Литература

1. “The Art of Smart Homes: A Reference Architecture for Smart Homes” by Hilmar Schuschel
2. “Smart Home Hacks: Tips and Tools for Automating Your House” by Gordon Meyer
3. Why Are AI-Enabled Smart Home Products the Next Big Thing?

MARK CROSLING / JANUARY 19, 2023

4. The main elements of the AI system in smart home
5. Advantages and disadvantages of a smart home
6. “Smart Homes: Design, Implementation, and Issues” by Alexandros Fragkiadakis and Alexandros Paramythis
7. [[https://kuzmich24.ru/stat\\_i\\_i\\_sovety/umnyj-dom-tehnologiya-i-sistema-upravleniya](https://kuzmich24.ru/stat_i_i_sovety/umnyj-dom-tehnologiya-i-sistema-upravleniya) ]
8. [<https://gadgetpage.ru/smart-house/4370-zigbee-tehnologija-besprovodnoj-svjaz-dlja-umnogo-doma.html>]
9. [<https://www.istockphoto.com/photos/ethernet-cable>]
10. “The Internet of Things: Do-It-Yourself at Home Projects for Arduino, Raspberry Pi, and BeagleBone Black” by Donald Norris
11. <https://iot.ru/wiki/umnyy-dom>
12. <https://www.intelvision.ru/blog/what-is-smarhome>
13. <https://www.investopedia.com/terms/s/smart-home.asp#:~:text=A%20smart%20home%20allows%20homeowners,with%20convenience%20and%20cost%20savings.>
14. <https://elektrikexpert.ru/arduino.html>
15. [https://aip.com.ru/article/sistema\\_ymnui\\_dom#:~:text=%D0%92%D0%B5%D1%80%D1%85%D0%BD%D0%B8%D0%B9%20%D1%83%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D1%8C%20\(HMI%2C%20SCADA\),%D0%9E%D0%92%D0%95%D0%](https://aip.com.ru/article/sistema_ymnui_dom#:~:text=%D0%92%D0%B5%D1%80%D1%85%D0%BD%D0%B8%D0%B9%20%D1%83%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D1%8C%20(HMI%2C%20SCADA),%D0%9E%D0%92%D0%95%D0%)

[9D%20%D0%9C%D0%92%D0%908%20%D0%B8%20%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BB%D0%B8%20INSYTE](#)

16. <https://freehomeabb.ru/info/sistema-umnyy-dom-chno-vkhodit/>
17. <https://arduinomaster.ru/umnyj-dom/proekty-umnogo-doma/#:~:text=%D0%A1%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BA%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0%20%D1%83%D0%BC%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D0%B4%D0%BE%D0%BC%D0%B0%20%D0%B2%D0%BA%D0%BB%D1%8E%D1%87%D0%B0%D0%B5%D1%82%20%D0%B2,%D0%BD%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%80%20%D0%B4%D0%B0%D1%82%D1%87%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%20%D0%B8%20%D0%B4%D1%80%D1%83%D0%B3%D0%B8%D1%85%20%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%BE%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2.>
18. <https://www.aaron-powell.com/posts/2022-07-18-building-a-smart-home---part-1-design/>
19. [https://www.researchgate.net/publication/349651464\\_Design\\_and\\_analysis\\_of\\_the\\_effectiveness\\_smart\\_home\\_control\\_systems\\_based\\_on\\_using\\_the\\_Internet\\_of\\_Things](https://www.researchgate.net/publication/349651464_Design_and_analysis_of_the_effectiveness_smart_home_control_systems_based_on_using_the_Internet_of_Things)
20. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12652-021-03651-6>
21. <https://www.mobindustry.net/blog/how-to-build-a-smart-home-app-a-guide-for-developing-a-home-automation-system/>
22. <https://www.scientific.net/AMM.635-637.1086>
23. <https://dom-automation.ru/smart-home/proektirovanie.html>
24. <https://www.zdnet.com/home-and-office/smart-home/best-home-automation-system/>