

УДК : 004.031.43:004.75

*Керимкулова Гулсаат Кубатбековна, e-mail: gulsaat@mail.ru
Институт машиноведения, автоматике и геомеханики НАН КР,
Урманбектова Кундуз Шопоковна, e-mail: kunduz-88@mail.ru
Дастанбек уулу Нуркамбар
КГТУ им. И. Раззакова*

АНАЛИЗ И РАЗРАБОТКА СЕТИ ДЛЯ ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ УМНОГО ДОМА

Данная работа посвящена проектированию, анализу и разработке сети для интернета вещей (IoT) в умном доме, а также созданию приложения-симулятора для настройки поведения IoT устройств в умном доме.

Ключевые слова: Интернет вещей, IoT-устройства, Packet Tracer, платформа JavaFX, приложения-симулятор.

Введение.

Современное общество характеризуется стремительным развитием технологий, в частности технологий интернета вещей (IoT). Применение IoT в умных домах становится все более популярным благодаря возможности автоматизации и повышения уровня комфорта, безопасности и энергоэффективности жилищ. Умные дома предоставляют пользователям возможность удаленного управления различными устройствами и системами, такими как освещение, климат-контроль, системы безопасности и многие другие [1]. Объектом исследования в этой работе является сеть интернета вещей умного дома, включающая в себя различные IoT-устройства и средства коммуникации, а также приложение-симулятор, позволяющее моделировать поведение этих устройств в виртуальной среде. Предметом исследования являются методы и технологии проектирования, анализа и разработки сети для интернета вещей умного дома, а также алгоритмы и модели, используемые для симуляции поведения IoT-устройств.

Целью данной работы является проектирование и анализ сети для интернета вещей (IoT) умного дома с использованием программы Cisco Packet Tracer и разработка приложения-симулятора на платформе JavaFX, которое позволит моделировать поведение IoT-устройств в умном доме.

«Умный дом» — это дом, оснащенный различными умными объектами, такими как умный вентилятор, умное освещение, кофеварка, умные окна, которые можно управлять удаленно через смартфон или компьютер посредством подключения к Интернету. Умный дом предлагает владельцам удобство, экономию, безопасность и комфорт. Экономия, потому что использование некоторых умных объектов, таких как умные термостаты и умное освещение, может помочь в экономии энергии (уменьшить потребление энергии) и снизить счета [2]. Это удобство, потому что все задачи выполняются автоматически, и безопасность является одним из самых больших преимуществ умного дома, потому что вы можете удаленно управлять устройствами [3] и видеть, если в вашем доме есть опасность в любое время.

Комфорт обеспечивается благодаря возможностям, которые он предлагает.

Проектирование сети умного дома осуществляется с использованием новой версии Packet Tracer, точнее Packet Tracer 8.2.1.

УМНЫЙ ДОМ



Рисунок 1 – Применение «Умного дома»

Топология сети. Топология сети, используемая для реализации умного дома, представлена на рисунке 2. Реализация состоит из четырех частей: умного дома, облачного интернета, сервера интернета вещей и сотовой сети

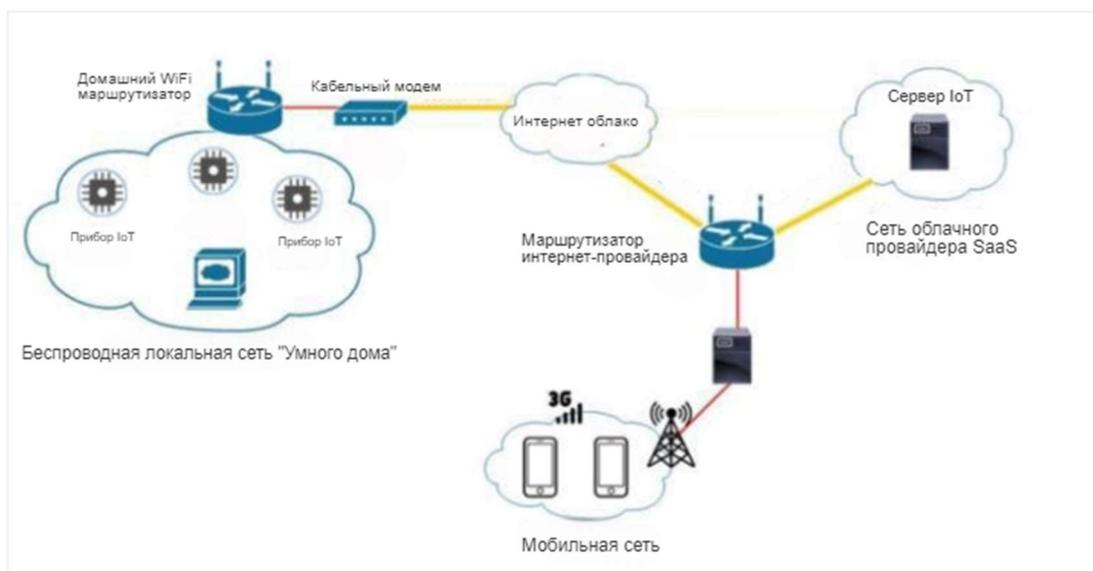


Рисунок 2 – Топология сети

В первой части у нас есть домашняя сеть с различными устройствами интернета вещей [4], подключенными к домашнему шлюзу (домашнему Wi-Fi маршрутизатору в топологии).

Вторая часть сети — это облачный интернет (WAN), который подключен к домашнему Wi-Fi маршрутизатору через кабельный модем, чтобы обеспечить интернет-соединение для устройств интернета вещей.

Третья часть касается сервера интернета вещей (IoT) [5], [6], который регистрирует все подключенные к нему устройства, чтобы обеспечить больше функциональности интернета вещей.

Затем идет последняя часть топологии "сотовая сеть", смартфон подключен к сотовой вышке для интернет-соединения, чтобы удаленно получать доступ к устройствам.

На рисунке 3 представлена блок-схема разработки сети для интернет вещей умного дома.

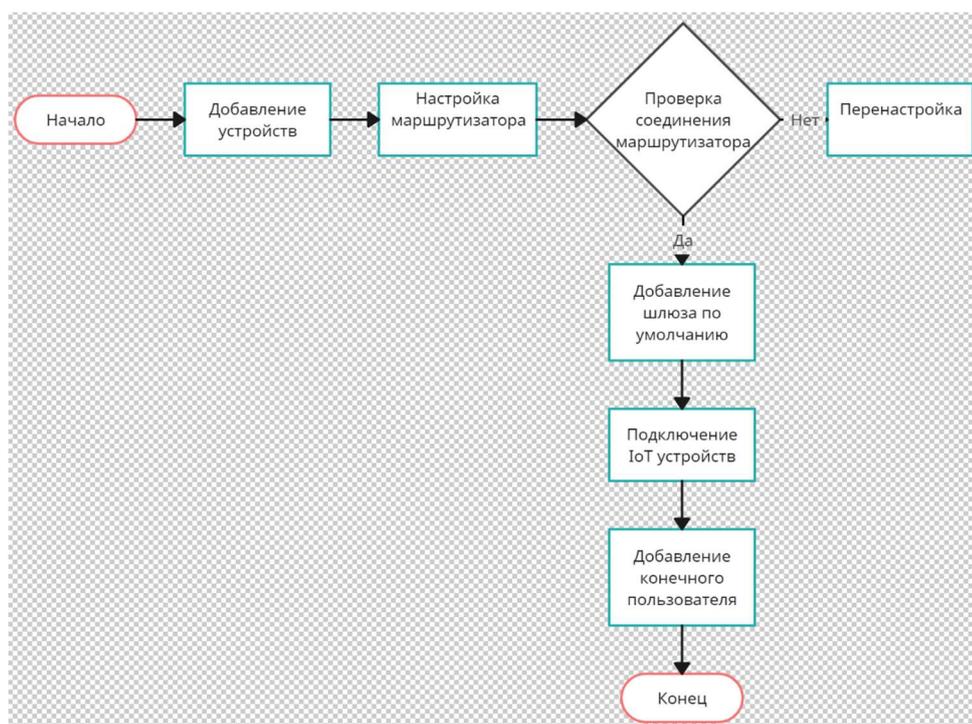


Рисунок 3 – Блок-схема

Концептуальная модель информационных потоков данных в информационной системе умного дома представлена через основную функцию (A0) "Управление умным домом", которая включает в себя несколько подфункций: управление безопасностью, управление обогревом, управление освещением и управление пользователями. В таблицах 1-2 представлены описание каждого элемента модели, включая входы, управляющие воздействия, выходы и механизмы.

Таблица 1 – Основная функция

Основная функция (A0)	Входы	Управляющие воздействия	Выходы	Механизмы
Управление умным домом	Команды пользователей	Настройки системы	Отчеты о состоянии дома	Контроллер умного дома
-	Данные с датчиков	Временные расписания	Уведомления	Пользовательские интерфейсы

Таблица 2 – Декомпозиция основной функции на подфункции

Подфункция	Входы	Управляющие воздействия	Выходы	Механизмы
Управление безопасностью умного дома (A1)	Данные датчиков	Настройки системы	Отчеты о состоянии дома	Контроллер умного дома
-	Команды пользователей	Настройки режима «вне дома»	Уведомления	Пользовательские интерфейсы
Управление обогревом умного дома (A2)	Данные датчиков	Настройки системы	Отчеты о состоянии дома	Контроллер умного дома
-	Команды пользователей	Временные расписания	Уведомления	Пользовательские интерфейсы
Управление освещением умного дома (A3)	Данные датчиков	Настройки системы	Отчеты о состоянии дома	Контроллер умного дома
-	Команды пользователей	Временные расписания	Уведомления	Пользовательские интерфейсы
Управление пользователями (A4)	Команды пользователей	Настройки системы	Уведомления	Контроллер умного дома

Концептуальная модель информационных потоков данных представляет собой взаимосвязанную систему, в которой данные поступают от пользователей и датчиков, обрабатываются системой управления умным домом и преобразуются в полезные выходные данные, такие как отчеты и уведомления. Каждая подфункция системы имеет свои специфические входы и выходы, а также управляющие воздействия, которые определяют ее поведение.

Контроллер умного дома служит центральным элементом, осуществляющим обработку данных и выполнение команд. Он взаимодействует с различными датчиками, пользовательскими интерфейсами и настройками системы для обеспечения оптимальной работы умного дома. Пользовательские интерфейсы обеспечивают возможность взаимодействия пользователей с системой, включая отправку команд и получение уведомлений.

Каждая подфункция выполняет специфические задачи:

- Управление безопасностью включает мониторинг датчиков, анализ угроз и управление режимами безопасности.
- Управление обогревом занимается сбором данных о температуре, анализом и регулированием температуры в доме.
- Управление освещением фокусируется на сборе данных об освещении и управлении осветительными приборами.
- Управление пользователями включает аутентификацию и настройку профилей пользователей, а также отправку уведомлений.

Входные данные поступают в систему от датчиков, установленных в различных частях умного дома, и от пользователей, которые отправляют команды через интерфейсы. Эти данные затем обрабатываются контроллером в соответствии с заданными настройками и расписаниями, что позволяет системе адаптироваться к текущим условиям и предпочтениям пользователей.

Таким образом, концептуальная модель информационных потоков данных обеспечивает эффективное управление различными аспектами умного дома, гарантируя безопасность, комфорт и удобство для его обитателей.

Диаграмма IDEF0 для управления умным домом представляет собой структурированное описание основных функций и подфункций системы, их входов, управляющих воздействий, выходов и механизмов. Это позволяет систематизировать и оптимизировать процессы управления умным домом, обеспечивая эффективное и удобное взаимодействие пользователей с системой и автоматизацию многих задач, связанных с обеспечением комфорта, безопасности и энергосбережения в доме.

Входами для основной функции управления умным домом являются команды пользователей и данные с датчиков. Команды пользователей представляют собой инструкции и предпочтения, поступающие от владельцев или операторов системы умного дома, которые могут включать указания на изменение настроек, активацию или деактивацию различных устройств и функций. Данные с датчиков включают в себя информацию о состоянии окружающей среды внутри и снаружи дома, такие как температура, уровень освещенности, движения, и другие параметры, которые могут быть важны для работы системы умного дома.

Управляющими воздействиями являются настройки системы и временные расписания. Настройки системы включают предустановленные конфигурации и параметры, определяющие, как должны функционировать различные устройства и подсистемы умного дома. Временные расписания определяют, когда те или иные функции должны быть активированы или деактивированы, что позволяет автоматизировать процессы в зависимости от времени суток, дней недели и других временных факторов. На рисунке 4 представлена основная функция: управление умным домом.

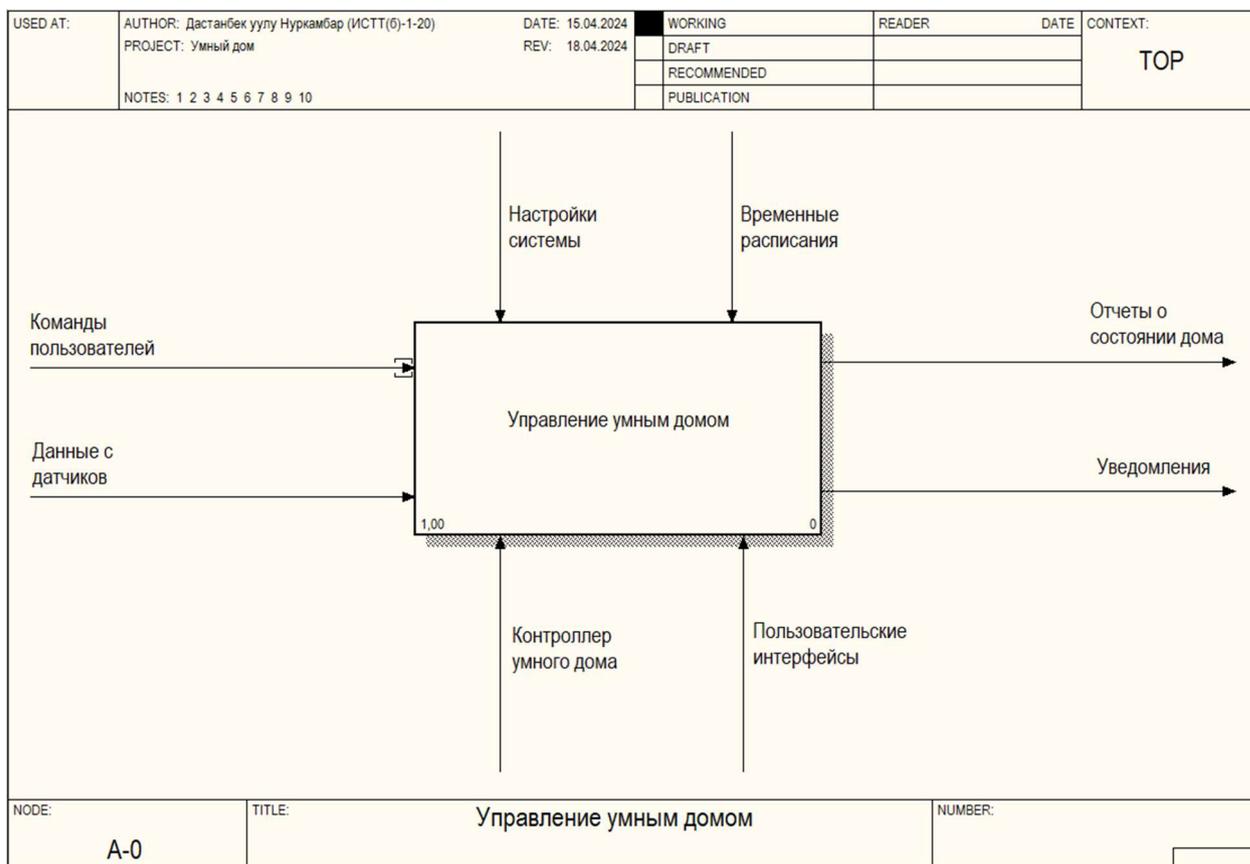


Рисунок 4 – Основная функция: Управление умным домом

Выходами основной функции являются отчеты о состоянии дома и уведомления. Отчеты о состоянии дома предоставляют информацию о текущем состоянии различных систем и устройств, таких как температура в комнатах, состояние охранных систем, включенные или выключенные светильники, и т.д. Уведомления информируют пользователей о значимых событиях, например, о срабатывании датчиков, изменении настроек, выполнении команд, а также о любых аномалиях или неисправностях в системе.

Механизмами, обеспечивающими выполнение функции управления умным домом, являются контроллер умного дома и пользовательские интерфейсы. Контроллер умного дома является центральным устройством, обрабатывающим входные данные, выполняющим управляющие воздействия и генерирующим выходные данные. Пользовательские интерфейсы предоставляют средства взаимодействия пользователей с системой, позволяя вводить команды, изменять настройки и получать уведомления и отчеты.

Для создания диаграммы вариантов использования (Use Case Diagram), мы выделим основные взаимодействия между пользователями и системой управления умным домом, а также декомпозируем систему на основные подфункции.

На этом уровне 0 вся система управления умным домом представлена как единый процесс. Диаграмма представляет собой общую схему взаимодействия пользователя и датчиков с системой управления умным домом. Она демонстрирует основные компоненты системы и потоки данных между ними.

Пользователь играет активную роль в управлении умным домом, отправляя команды и получая обратную связь в виде отчетов и уведомлений. Датчики являются важным источником данных для системы управления, обеспечивая непрерывный мониторинг различных параметров дома. Система управления умным домом (A0) (рисунок 5) обрабатывает все команды и данные, обеспечивая их интеграцию и синхронизацию для предоставления пользователю актуальной информации.



Рисунок 5. – Процесс A0: Управление умным домом

Диаграмма наглядно демонстрирует, как система управления умным домом объединяет взаимодействие между пользователем и датчиками для обеспечения эффективного контроля и мониторинга. Она подчеркивает важность централизованного управления и взаимосвязи всех компонентов системы для создания комфортной, безопасной и умной среды в доме. Система управления позволяет пользователю активно управлять домом и получать важную информацию в режиме реального времени, что делает проживание в умном доме более удобным и безопасным.

Для каждой подфункции можно создать более детализированные диаграммы вариантов использования, которые будут описывать внутренние процессы и взаимодействия между ними.



Рисунок 6 – Диаграмма A1: Управление безопасностью

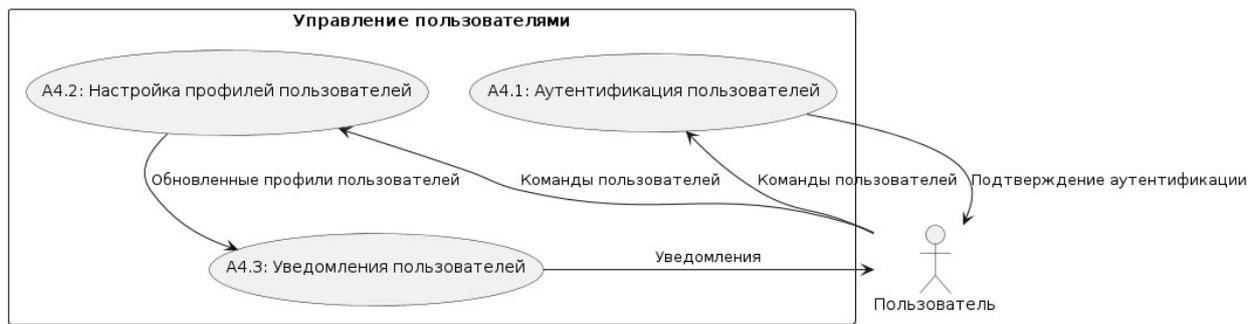


Рисунок 7 – A4: Управление пользователями

На рисунках 6, 7, 8 представлены диаграммы управления. Эти диаграммы вариантов использования предоставляют структурированный обзор системы управления умным домом, ее основных процессов и взаимодействий между пользователями и системой на различных уровнях декомпозиции.

Диаграммы последовательности (Sequence Diagrams) предоставляют детализированный взгляд на взаимодействие между пользователями и системой, показывая обмен сообщениями в процессе выполнения сценариев использования. Ниже представлены диаграммы последовательности для ключевых подфункций управления умным домом на основании предыдущих данных.



Рисунок 8 – Диаграмма A1: Управление безопасностью

Для понимания процесса мониторинга датчиков безопасности в системе умного дома была создана диаграмма последовательности, которая наглядно демонстрирует взаимодействие между основными компонентами: датчиками, контроллером умного дома и пользователем.

Данная диаграмма последовательности иллюстрирует важный аспект управления безопасностью в умном доме — мониторинг датчиков безопасности. Она показывает, как данные собираются, обрабатываются и передаются пользователю, обеспечивая высокий уровень безопасности и оперативное реагирование на потенциальные угрозы. Эта модель подчеркивает важность интеграции различных компонентов системы умного дома для создания эффективной и надежной системы безопасности.

На рисунке 9 ниже, показана симуляция умного дома с помощью Cisco Packet Tracer [7]. Домашний шлюз, облачное хранилище, маршрутизатор поставщика услуг Интернета (Интернет-провайдера), сервер центрального офиса, сервер Интернета вещей (IoT), сотовая вышка и смартфон играют важную роль в сети.



Рисунок 9 – «Умный дом» в Cisco Packet Tracer

После того как все устройства будут настроены, к ним можно получить доступ через веб-браузер смартфона по URL-адресу www.iot.org, используя правильное имя пользователя и пароль. После подключения к домашней странице IoT через браузер и успешной аутентификации пользователь может увидеть список подключенных устройств и выполнить необходимые действия.

Заключение

Разработана и проанализирована сеть для интернета вещей умного дома, создано приложение-симулятор для моделирования поведения IoT-устройств. Полученные результаты подтверждают целесообразность и эффективность внедрения разработанной системы. Работа демонстрирует высокий потенциал технологий IoT для улучшения качества жизни и оптимизации использования ресурсов в умных домах. Разработанная система обладает значительными преимуществами перед аналогами на рынке благодаря своей универсальности, высокой функциональности и надежности. Практическая ценность работы заключается в возможности её адаптации для различных сценариев использования и интеграции с различными типами IoT-устройств, что открывает широкие перспективы для дальнейших исследований и разработок в области умных домов и интернета вещей.

Литература

1. Home assistant - официальный сайт приложения. Доступно по ссылке: <https://www.home-assistant.io/>
2. Павлов И.Ю., Колосков В.Л., Иванов Е.Б. Анализ централизованных и децентрализованных систем автоматизированного управления «Интеллектуальным» домом // Новые информационные технологии в автоматизированных системах. 2016. №19. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-tsentralizovannyh-i-detsentralizovannyh-sistem-avtomatizirovannogo-upravleniya-intellektualnym-domom>.
3. Yue Jun Z., Mingguang W. Design of wireless remote module in X-10 intelligent home // 2015 IEEE International Conference on Industrial Technology. – IEEE, 2015. – С. 1349-1353.
4. Лочкарева Т.Г. Интернет вещей // Инновационная наука. 2016. №12-2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/internet-veschey-1>.
5. Довгаль В. А., Довгаль Д. В. Управление ресурсами в интернете вещей // ДИСТАНЦИОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ. – 2017. – С. 168-173.

6. 7. Пахлебухина В.Г., Пальмов С.В. ЧТО ТАКОЕ IOT? // Форум молодых ученых. 2018. №5-2 (21). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/chto-takoe-iot>.
7. Акимова И. В., Баландин И. А., Герасименко М. С. Использование Cisco Packet Tracer при организации обучения по предмету "Компьютерные сети и телекоммуникации" //Национальная безопасность в эпоху Индустрии 4.0. – 2019. – С. 79-83.