

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образование
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

На правах рукописи

Яненко Александр Владимирович

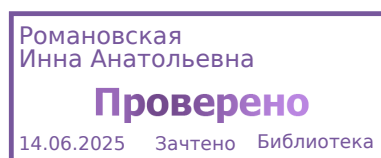
Разработка системы управления фрагментами «Умного дома»

Направление подготовки

27.04.04 «Управление в технических системах»

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

2025



Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре
государственный университет»

Научный руководитель

Доктор технических наук,
профессор кафедры Соловьев
Вячеслав Алексеевич

Рецензент

Бакаев Виктор Викторович

Защита состоится «13» июня 2025 года в 10 часов 00 минут на заседании
государственной экзаменационной комиссии по направлению подготовки
27.04.04 «Управление в технических системах» в Комсомольском-на-Амуре
государственном университете по адресу: 681913, г. Комсомольск-на-Амуре,
пр. Ленина, 27 ауд. 104/3.

Автореферат разослан ____ июня 2025 г.

Секретарь ГЭК



А. В. Бузикаева

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

В последние десятилетия наблюдается стремительный рост интереса к автоматизации жилых помещений — так называемым "умным домам". Современные технологии позволяют значительно повысить уровень комфорта, безопасности и энергоэффективности жилых зданий за счет интеграции различных инженерных систем: освещения, отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, систем безопасности и мультимедийных устройств.

Актуальность разработки современных систем автоматизации обусловлена необходимостью создания универсальных решений, способных обеспечивать взаимодействие устройств различных производителей, а также адаптироваться к индивидуальным потребностям пользователей. Важной задачей является обеспечение надежной работы системы в условиях реальной эксплуатации и защиты данных от несанкционированного доступа.

Использование современных протоколов связи (ZigBee, Z-Wave, MQTT) открывает новые возможности для повышения эффективности автоматизированных систем. В рамках диссертационной работы поставлена задача разработки такой системы с учетом требований масштабируемости, безопасности и удобства эксплуатации.

Актуальность темы

Рост урбанизации и развитие информационных технологий стимулируют внедрение интеллектуальных систем в жилую среду. Умные дома позволяют не только повысить уровень комфорта за счет автоматического управления освещением, климатом и безопасностью, но и существенно снизить энергопотребление за счет оптимизации работы инженерных систем.

Однако существующие решения зачастую ограничены по функциональности или совместимости устройств различных производителей. Кроме того, многие системы не учитывают индивидуальные предпочтения

пользователей или не обладают возможностью обучения на основе поведения жильцов.

Использование современных протоколов обмена данными обеспечивает гибкость и масштабируемость систем автоматизации. Технологии позволяют реализовать адаптивное управление и предиктивную аналитику для повышения эффективности работы систем.

Таким образом, разработка универсальной системы автоматизации умного дома с применением современных технологий является актуальной задачей для повышения уровня жизни населения и развития рынка "умных" технологий.

Цели и задачи исследования

Цель исследования:

Создать универсальную архитектуру системы автоматизации умного дома с использованием современных протоколов связи для повышения уровня комфорта, безопасности и энергоэффективности жилых помещений.

Задачи исследования:

1. Проанализировать существующие решения в области умных домов и выявить их недостатки.
2. Разработать архитектурную модель системы с учетом требований масштабируемости и совместимости устройств различных производителей.
3. Предложить стандартизированные протоколы обмена данными (MQTT, ZigBee, Z-Wave) для интеграции устройств в единую систему.
4. Обеспечить безопасность данных через каналы передачи информации и аутентификацию устройств/пользователей.

Методы исследования

Для достижения поставленных целей использовались комплекс методов:

1. **Анализ литературы** — изучение существующих решений в области умных домов, стандартов связи и методов искусственного интеллекта.

2. **Статистический анализ** — оценка эффективности работы системы по различным параметрам.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе указанная тема вызвана активно развивающейся в данном направлении всевозможные технические решения позволяющие улучшить комфортное существование. Но имеющиеся решения имеют ряд недостатков. Один из недостатков это несовместимость между брендами. Не смотря на обширные материалы и технические решения необходимо увязать их в единую систему не взирая на их несовместимость.

Во второй главе описываются общие структуры систем «Умный дом» также описаны предметные сенсоры системы.

В третьей главе предложенная реализация двух уровневого управления «умным домом» демонстрирует соответствие новым тенденциям. Уделяя внимание только двум уровням, мы имеем возможность сократить потребление используемого материала что сказывается на финансовую составляющую, а также производить контроль и управления на дистанции которую позволяет нам интернет.

В четвёртой главе разработка структуры и алгоритмов системы управления «умный дом»:

Архитектура системы

Разработана модульная архитектура системы автоматизации умного дома, включающая следующие компоненты:

1. Центральный контроллер (хаб), обеспечивающий управление всеми устройствами;
2. Сенсорные модули (датчики температуры, влажности, движения);

3. Исполнительные механизмы (выключатели света, регуляторы температуры);

4. Интерфейсы взаимодействия (мобильные приложения, голосовые ассистенты).

Архитектура обеспечивает масштабируемость: новые устройства могут легко добавляться без изменения основной структуры (рисунок 1).

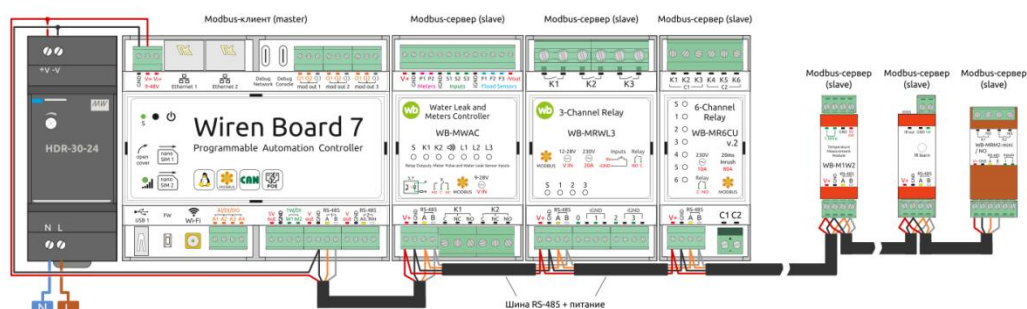


Рисунок 1 – Масштабируемость проекта

С точки зрения «пользователя» умного дома целесообразно иметь возможность управлять различными объектами «умного дома» от одного приложения. Данное условие будет отражаться на структуре системы управления объектами «умного дома» (рисунок 2), которая должна выполняться как минимум двухуровневой.

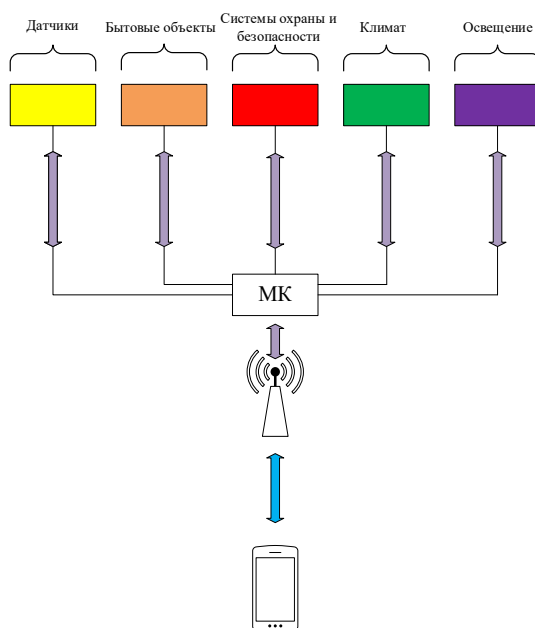


Рисунок 2 - Функциональная схема системы управления «умный дом»

К базовым функциям контроллера для «умного дома» с веб-интерфейсом относят обработку, полученную от домашних смарт-устройств информацию.

Рассмотрим одну из подсистем «климат-контроль» в которой используется инфракрасный приёмо-передающий сенсор для управления кондиционером.

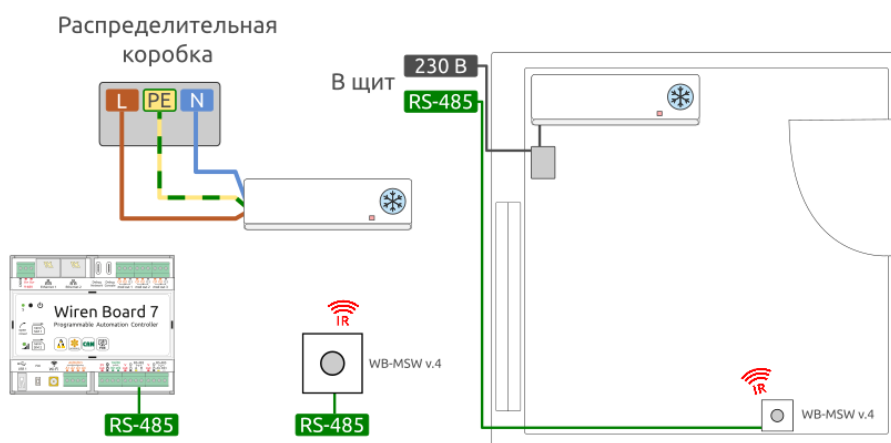
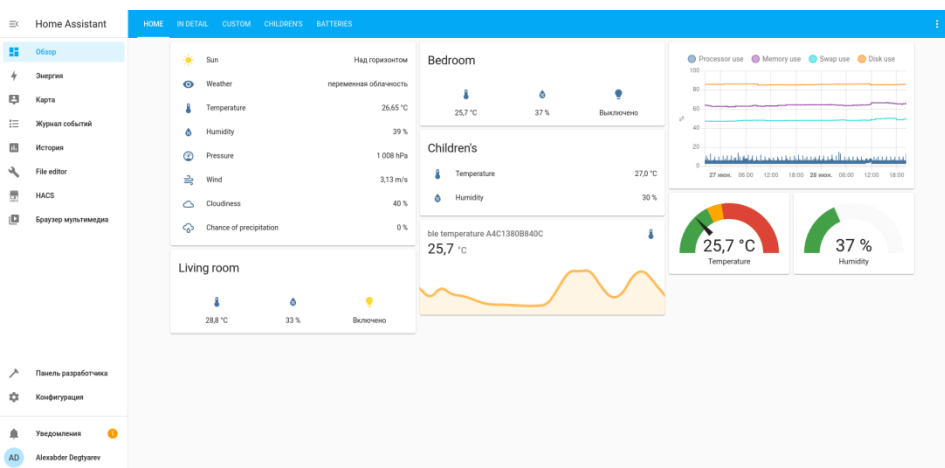


Рисунок 2 - Схема подключения ИК-управления

Обучаемый модуль с ИК-приёмопередатчиком для управления по ИК-каналу различными устройствами, включая кондиционеры, телевизоры и т.п. Управление производится с контроллера или ПК по шине RS-485 командами по протоколу Modbus RTU.

Интерактивные панели и виджеты. Мы можем создавать текстовые и графические SVG-панели для отображения данных и управления системой автоматизации (рисунок 3). Текстовая панель состоит из виджетов, а графическая - из фонового изображения с привязками к MQTT-каналам контроллера.



В Web-интерфейсе отображается текущее значение, формируемое АЦП микроконтроллера в диапазоне от 0 до 1023

Настройка срабатывания порогов сигнализации аварии

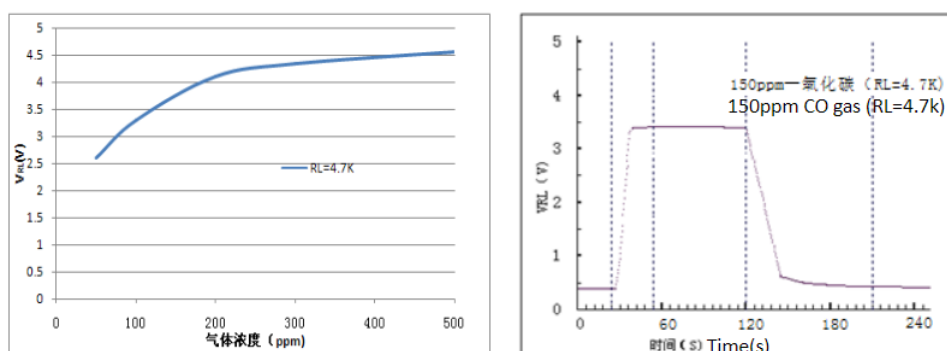


Рисунок 5 – Графики кривых определяющие уровень срабатывания датчиков

Основные результаты и выводы

В ходе работы был выполнен анализ существующих аппаратно-программных решений систем управления, реализующих функцию «умного дома». Анализ решений показал, что имеющиеся решения носят разноплановый характер и, как правило, ориентированы на использование оборудования конкретной фирмы. Отсюда возникают проблемы с увязкой различных подсистем в единую структуру. Автоматизированной системы управления «Умным домом» были достигнуты следующие результаты:

- сделан выбор в пользу беспроводных технологий, таких как Ethernet для управления системой освещения, контролем утечки воды.
- проведен анализ подходов для построения автоматизированной системы управления «умным домом», а именно:
 - применение централизованного подхода, как основного, для построения системы управления наиболее оправдано;
 - децентрализованный подход наиболее рационально использовать в системе освещения умного дома, для резервирования системы в случае отказа центрального сервера или выхода из строя ПЛК;
 - осуществлен выбор аппаратных средств: система освещения, контроля протечки воды будет находиться под управлением контроллера WirenBoard и исполнительного модуля WirenBoard.

Основные публикации автора по теме диссертационной работы

1- Яненко, А. В. О возможностях использования программных смарт приложений для "умного дома" / А. В. Яненко, В. А. Соловьев // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований: Материалы VII Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных, Комсомольск-на-Амуре, 08–12 апреля 2024 года. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2024. – С. 236-238. – EDN HLWQPI. Иванова, Н., Сидоров, П. (2020). "Обзор технологий автоматизации жилых помещений". Журнал "Информационные технологии", №3, с. 78-85.

2- Яненко, А. В. К вопросу построения системы управления «клиент – умный дом/ А. В. Яненко, В. А. Соловьев // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований: Материалы VII Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных, Комсомольск-на-Амуре, 03–15 апреля 2025 года. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2025. – С. 236-238. – EDN HLWQPI. Иванова, Н., Сидоров, П. (2020). "Обзор технологий автоматизации жилых помещений". Журнал "Информационные технологии", №3, с. 70-81.