

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт космических и информационных технологий

институт

Вычислительная техника

кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____О.В.Непомнящий

подпись инициалы, фамилия

« ____ » _____ 2018 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

09.03.01 Информатика и вычислительная техника

код и наименование направления

Система «Умный дом» для людей с ограниченными

возможностями здоровья

тема

Руководитель

подпись, дата

доцент, канд.

техн. наук

должность, ученая
степень

Н.Ю. Сиротина

инициалы, фамилия

Выпускник

подпись, дата

С.А. Мильчаков

инициалы, фамилия

Нормоконтролер

подпись, дата

доцент, канд.

техн. наук

должность, ученая
степень

В.И. Иванов

инициалы, фамилия

Красноярск 2018

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт космических и информационных технологий

институт

Вычислительная техника

кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ О.В.Непомнящий

подпись

инициалы, фамилия

« ____ » _____ 20__ г.

ЗАДАНИЕ

НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ

в форме бакалаврской работы

Студенту Мильчакову Сергею Александровичу

фамилия, имя, отчество

Группа КИ14-07Б Направление (специальность) 09.03.01

номер

код

Информатика и вычислительная техника

наименование

Тема выпускной квалификационной работы Система «Умный дом» для людей с ограниченными возможностями здоровья.

Утверждена приказом по университету № _____ от _____

Руководитель ВКР Н.Ю. Сиротина, доцент, канд. техн. наук.

инициалы, фамилия, должность, учёное звание и место работы

Исходные данные к работе: Объектом разработки является система «Умный Дом». Исходные данные: описание основных функций системы. Особые требования: безопасность, экономичность, наращиваемость, адаптация к потребностям лиц с ограниченными возможностями здоровья. Информационные материалы: документация на используемое оборудование; учебные издания; информационные ресурсы библиотеки СФУ. Требования к оформлению: согласно стандарту организации «Система менеджмента качества – Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности» СТО 4.2–07–2014.

Руководитель ВКР _____

подпись

Н.Ю. Сиротина

инициалы, фамилия

Задание принял к исполнению _____

подпись

С.А. Мильчаков

инициалы, фамилия

«___» _____ 20__г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Система умный дом для людей с ограниченными возможностями здоровья» содержит в себе 65 страниц текстового документа, 1 приложение, 26 использованных источников, 4 иллюстрации.

УМНЫЙ ДОМ, СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ, ОГРАНИЧЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЗДОРОВЬЯ, КОНТРОЛЛЕР WIREN BOARD, ДАТЧИКИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ВЫВОД ГОЛОСОВЫХ СООБЩЕНИЙ О ПРОИСХОДЯЩИХ СОБЫТИЯХ В ДОМЕ, СЦЕНАРИИ УПРАВЛЕНИЯ.

Цель работы: разработка умного дома для людей с ограниченными возможностями здоровья. Акцент сделан на специализированные функции для людей с различными нарушениями здоровья. Система должна соответствовать трём важнейшим критериям: доступная цена, качественные комплектующие, наращиваемость, т.е. возможность расширения функционала путём добавления новых аппаратных и программных модулей.

Задачи:

- обзор предметной области;
- сравнительный анализ существующих систем;
- разработка структуры системы;
- проектирование и реализация аппаратной части системы;
- разработка программного обеспечения;
- опытная эксплуатация системы, определение направлений развития.

Во введении раскрывается актуальность работы, изложены цели и задачи.

В первой главе произведен анализ существующих решений для систем умный дом. Выполнен обзор современного состояния и мирового рынка современных решений. Определены требования к разрабатываемой системе и выполнен аналитический обзор систем, представленных в России.

Во второй главе сделан выбор принципов построения системы, определена коммутирующая среда для связи устройств, произведён обзор имеющихся протоколов и интерфейсов для умного дома.

В третьей главе описывается реализация системы. Произведён выбор центрального управляющего узла. Сделан обзор контроллеров для умного дома российского производства. Приведены примеры реализации аппаратной части подсистем умного дома. Рассмотрены подсистемы управления умного дома. Раскрыты детали аппаратной и программной реализации системы. Рассмотрены примеры программных алгоритмов, таких как, поддержание температурного режима, слежение за качеством воздуха, открытие и закрытие окна, приведен сценарий "ушёл/пришёл".

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Анализ существующих решений для создания систем умный дом.....	7
1.1 Обзор современного состояния и рынка систем умный дом	7
1.2 Аналитический обзор существующих решений	8
1.2.1 Требования к системе	9
1.2.2 Стартовый комплект Fibaro Starter Kit (FIB_Start)	10
1.2.3 Система Easy Smart Box	10
1.2.4 SenseHome Mini	11
1.2.5 Система автоматизации Inwion	11
1.3 Вывод.....	12
2 Проектирование системы умный дом	13
2.1 Выбор принципа построения системы.....	13
2.1.1 Централизованные системы автоматизации	13
2.1.2 Децентрализованные системы автоматизации	14
2.1.3 Смешанная система управления.....	14
2.2 Выбор способа построения коммутирующей среды	15
2.2.1 Проводные системы автоматизации	15
2.2.2 Беспроводные системы автоматизации	16
2.3 Протоколы и интерфейсы в системе умного дома	17
2.3.1 X10	17
2.3.2 Modbus.....	17
2.3.3 Rs-485	18
2.3.4 Беспроводные технологии в системе «умный дом»	18
2.4 Вывод.....	20
3 Реализация системы умный дом.....	21
3.1 Выбор реализации центрального управляющего узла	22
3.1.1 Персональный компьютер.....	22
3.1.2 Микрокомпьютеры	23

3.1.3 Промышленные и специализированные контроллеры для умного дома.....	23
3.1.4 Обзор многофункциональных контроллеров.....	24
3.1.4.1 WEB контроллер PWU12 «RABBIT»	24
3.1.4.2 Wiren Board 5	26
3.1.4.3 Контроллер для умного дома LanDrive SPIDER2	27
3.1.5 Вывод.....	29
3.2 Примеры реализации аппаратной части подсистем умного дома	30
3.2.1 Подсистема контроля энергопотребления	30
3.2.2 Подсистема контроля микроклимата.....	32
3.2.2.1 Датчики	33
3.2.2.2 Релейные блоки.....	35
3.2.2.3 Исполнительные механизмы	38
3.3 Программное обеспечение системы умный дом	39
3.3.1 Программирование контроллера WirenBoard	39
3.3.2 Примеры реализации сценариев работы	40
3.3.2.1 Поддержание температурного режима.....	40
3.3.2.2 Открытие и закрытие окна с кнопки на центральном пульте и виртуальной кнопки в web интерфейсе	46
3.3.2.3 Слежение за качеством воздуха	47
3.3.2.4 Поддержание постоянной влажности воздуха.....	47
3.3.2.5 Сценарии «я дома» и «я не дома»	48
3.4 Тестовая эксплуатация системы «Умный дом».....	50
Заключение	53
Список сокращений	55
Список использованных источников	56
Приложение А	59

ВВЕДЕНИЕ

Системы домашней автоматизации в настоящее время имеют большую популярность в мире. Их строят с нуля, покупают и устанавливают в процессе ремонта, а также собирают из доступных комплектующих.

Системы домашней автоматизации решают следующие задачи:

- 1) Дистанционное управление электроприборами. Оно может быть как внутри помещения так и за его пределами.
- 2) Обеспечение комфортной среды.
- 3) Увеличение свободного времени, которое использовалось на выполнение рутинных задач.
- 4) Повышение качества жизни человека в целом.

Часто в качестве синонима термину «система домашней автоматизации» используют понятие «умный дом» (УД), но это не совсем точно. Понятие «умный дом» несколько шире. Умный дом, помимо сценариев управления бытовыми приборами и инженерными системами, обеспечивает совместную, скоординированную работу всех систем. Управление умным домом осуществляется на основе сценариев. Все системы умного дома используют показания датчиков, и на их основе реализуют те или иные сценарии. Сложность сценариев может быть различной: от простейших автоматов до использования компонентов искусственного интеллекта. В умном доме всегда должен быть заложен компенсаторный вариант работы системы, когда при отказе какого-либо оборудования система не выходит из строя, а использует альтернативный сценарий работы. Умный дом должен работать, основываясь на стиле жизни хозяина. Система должна легко перестраиваться на различные режимы работы: выходные, отпуск, гости, день, ночь и т.д.

Есть категория пользователей, которая в последнее время часто становится целевой при разработке УД. Это пользователи с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ). Для пользователей этой категории УД

может обеспечить не только комфорт и экономию ресурсов, но и значительное повышение качества жизни. Для таких людей в умном доме должны быть предусмотрены специфические функции, адаптированные к категории ограничений: по зрению, слуху, опорно-двигательному аппарату и т.д.

Целью данной работы является разработка умного дома для людей с ОВЗ. В работе акцент сделан на специализированные функции для людей с различными нарушениями здоровья. Система должна соответствовать трём важнейшим критериям: доступная цена, качественные комплектующие, наращиваемость, т.е. возможность расширения функционала путём добавления новых аппаратных и программных модулей.

В данной работе решены следующие задачи:

- обзор предметной области;
- сравнительный анализ существующих систем;
- разработка структуры системы;
- проектирование и реализация аппаратной части системы;
- разработка программного обеспечения;
- опытная эксплуатация системы, определение направлений развития.

В результате работы создана система умный дом, включающая в себя специфические функции для людей с ограниченными возможностями здоровья [1].

Система построена на базе контроллера "Wiren Board". В системе реализовано управление светом, розетками, климатом, инженерными системами.

Данные о жизненной среде собираются с различных датчиков: освещения, влажности, температуры, звука, датчиков типа сухой контакт и т.д. реализована система голосового оповещения об изменении различных параметров, снимаемых с датчиков температуры, освещённости, качества воздуха и других. Реализована система мультирум, которая позволяет

выбирать для каждой комнаты свой источник воспроизведения мультимедиа: ТВ, радио, музыкальная фонотека.

Интерфейс системы и ряд функций реализованы с учетом потребностей разработчика. Система позволяет «озвучить» данные с приборов учёта при помощи синтезатора речи. Нажатия на кнопки подтверждаются звуковыми сигналами (чаще всего это записанные музыкальные фрагменты или голосовые семплы). Также звуковыми сигналами сопровождается открытие окон и дверей. Система звуковых напоминаний оповещает о незакрытых дверцах кухонных шкафов и прочих мебельных дверях и не задвинутых ящиках. Также система голосом сообщает текущий час, т.е. работает как говорящие часы. Система умный дом озвучивает запуск и завершение определённых событий: включение и отключение зарядного устройства для телефона, запуск и остановка вытяжных вентиляторов и системы очистки воздуха. Система домофонии и телефонии объединена в общую сеть и позволяет переадресовывать входящие домофонные звонки на мобильный телефон хозяина. Все процессы возможно контролировать как с домашнего компьютера, так и с мобильного телефона. За пределами дома реализована возможность голосового управления через Интернет.

В процессе работы были опубликованы 2 статьи в сборниках материалов конференций, получены дипломы первой степени. Планируется дальнейшее развитие системы.

1 Анализ существующих решений для создания систем умный дом

1.1 Обзор современного состояния и рынка систем умный дом

Умный дом (англ. digital home) — жилой автоматизированный дом современного типа, организованный для удобства проживания людей при помощи высокотехнологичных устройств [2].

Под умным домом следует понимать систему, которая умеет распознавать конкретные ситуации, происходящие в помещениях, и соответствующим образом на них реагировать. Основной особенностью интеллектуального здания является объединение отдельных подсистем в единый управляемый комплекс.

Самыми востребованными компонентами системы УД, как показывают исследования, стали смарт-термостаты, системы безопасности, «умные» электрические лампочки, сетевые камеры видеонаблюдения, аудиосистемы, охватывающие несколько помещений сразу. Для управления современными системами интеллектуального дома используются технологии мобильной или фиксированной связи. Центр управления может быть подключен к интернету и к облачному сервису поставщика оборудования или поставщика сервиса «умный дом». Такое решение позволяет существенно упростить применение программного обеспечения и взаимодействие с УД. В специальном приложении или с помощью веб-интерфейса происходит управление всеми параметрами системы: включаются или отключаются устройства, задается их производительность и желаемые настройки.

Одной из важнейших функций УД является создание специализированной автоматизированной среды с компенсаторными функциями для людей с ограниченными возможностями здоровья. Система УД может обеспечить людям с ограниченными возможностями здоровья высокое качество жизни. Такая система может выполнять многие функции, которые человек либо не может выполнять совсем, либо ему это делать затруднительно.

Проблемами распространения систем УД в России являются: плохое освещение этой темы в СМИ, отсутствие в свободной продаже элементов УД, малое число грамотных инсталляторов и компаний производителей. Большинство российских компаний, устанавливающих УД, используют оборудование иностранных производителей, что несёт за собой дополнительные расходы на транспортировку оборудования и обучения персонала. Расширение рынка УД в России должно стимулировать производителей уделять больше внимание этому сегменту.

Для российского потребителя система УД зачастую является элементом элитного жилья и как следствие имеет очень высокую стоимость [3]. Заказчиками решений для УД в России, как правило, выступают владельцы коттеджей и частных домов. Сейчас к ним подключаются и владельцы квартир. Разработкой УД для людей с ограниченными возможностями здоровья в России этой темой практически не занимаются, поэтому УД для таких людей большей частью находится на бумаге, а не в реальности.

1.2 Аналитический обзор существующих решений

Сегодня рынок умных домов в России только начинает своё формирование. К 2017 году 5% московских домов и 2% всех домов в России используют технологию УД. В связи с низкими тарифами на энергоресурсы, российские умные дома проектируются с упором на комфортную среду, а не на экономичность. В Европе и Америке 30% домов используют системы домашней автоматизации. Наибольшую долю поставок на рассматриваемом рынке занимают компании Philips Lighting, Honeywell, Belkin, Nest, Ecobee, MyFox, Sonos, Canary, Netatmo и D-Link.

Перед началом разработки проекта УД проведен обзор существующих систем с целью поиска возможных готовых решений и уточнения возможного функционала разрабатываемой системы.

1.2.1 Требования к системе

Как следует из определения, приведенного в разделе 1.1, УД должен распознавать конкретные ситуации, происходящие в здании, и соответствующим образом на них реагировать: одна из систем может управлять поведением других по заранее выработанным алгоритмам. Основной особенностью интеллектуального здания является объединение отдельных подсистем в единый управляемый комплекс.

Рассматривая УД в контексте реализации для людей с ограниченными возможностями здоровья нужно добавить пункт о том, что система должна реализовывать специфические и компенсаторные функции, повышающие качество жизни данной категории пользователей.

Система УД должна удовлетворять следующим критериям:

- ценовая доступность;
- модульность;
- наращиваемость, т.е. возможность добавления оборудования для расширения функционала системы;
- интуитивно понятный пользовательский интерфейс, адаптируемый к потребностям пользователя;
- адаптируемость системы, т.е. возможность подстройки не только интерфейса, но и функционала системы под требования и особенности конкретных пользователей;
- наличие собственного производства элементов УД;
- поддержка оборудования разных производителей;
- использование открытого программного обеспечения;
- поддержка большого количества протоколов взаимодействия компонентов системы;
- возможность интеграции специальных возможностей для разных категорий людей с ОВЗ;
- развитая техническая поддержка.

На российском рынке представлено не так много компаний, которые бы частично соответствовали данным критериям. Рассмотрим имеющиеся системы.

1.2.2 Стартовый комплект Fibaro Starter Kit (FIB_Start)

Fibaro Starter Kit (FIB_Start) [4] представляет собой набор из центрального контроллера Fibaro, датчика движения, дыма, протечки, открытия двери и окна и модуль в розетку для управления электроприборами. Стоимость оборудования составляет 46890 рублей.

Данный комплект является стартовым набором с возможностью расширения. Связь модулей осуществляется при помощи радиоканала. Имеется возможность добавить в систему датчики температуры, влажности, освещённости, а также прочие модули для управления электроприборами.

1.2.3 Система Easy Smart Box

Easy Smart Box [5] предлагает стартовый набор для умного дома, в который включает в себя следующие возможности:

- управление освещением, функции противоаварийной сигнализации;
- управление электронагрузками без контроля мощности;
- функции охранной сигнализации;
- управление и мониторинг системы в реальном времени;
- программное обеспечение с графическим интерфейсом;
- работа с любыми мобильными телефонами;
- возможность удалённого управления умным домом.

Стоимость такой системы составляет 155000 рублей.

Систему можно расширить, но на ограниченное количество устройств. Оборудование работает под управлением ПЛК ОВЕН.

Система частично может реализовать запрошенные критерии, но так как производитель не даёт точных данных об используемых датчиках и модулях, нельзя достоверно сказать о функциональности всей системы в

целом. Опираясь на знания о том, что в системе центральным звеном является ПЛК Овен можно сделать вывод, что система очень ограничена в модернизации. Достаточно сложно добавить оборудование, которое изначально не поддерживается этим контроллером.

1.2.4 SenseHome Mini

SenseHome Mini. Это готовое решение системы умный дом, которое быстро и легко устанавливается и настраивается любым, кто умеет держать в руках отвертку и дружит с компьютером. Данная система имеет следующие возможности:

- 4 группы диммируемого света до 300Вт;
- 6 групп вкл/выкл света;
- управление с IOS и Android;
- контроль 4 зон температуры;
- 1 линия отключаемых розеток.

Цена на данный комплект составляет 112700 рублей.

За дополнительную плату можно подключить контроль протечек, охранную систему и т.д. в комплект не входят электроклапаны, выключатели, кнопки и прочее инженерное оборудование.

Как можно заметить, ограниченный функционал предлагается за достаточно высокую цену. Разработчики данной системы не публикуют технических характеристик оборудования, поэтому очень сложно сделать какие-то выводы относительно расширяемости и функционала. Такая система абсолютно не подходит под заданные критерии выбора оборудования для УД.

1.2.5 Система автоматизации Inwion

Решение Inwion [7] подходит как для частных домовладений, так и для крупных офисных структур (Контроллер поддерживает от 1 до 50 датчиков). Система полностью беспроводная, а значит, может быть установлена в

помещении, где уже произведена чистовая отделка. Обеспечивает возможность контролировать из единого интерфейса разно-удаленные друг от друга помещения. Установка не требует специальных технических навыков и может быть произведена пользователем самостоятельно из коробки. Система допускает дальнейшее наращивание функционала. Он может быть добавлен на любой стадии. Интеллектуальный запуск видеозаписи по событиям и набор датчиков позволяют настроить систему видеонаблюдения для решения конкретных задач.

Этот подход реализует больше охранную систему, чем автоматизированный УД. Планка в 50 датчиков резко снижает функционал и возможность наращивания системы. Такое оборудование может подойти для определённых задач, но не для полной автоматизации.

1.3 Вывод

Обзор существующих систем показал, что ни в одной не заявлено поддержки специальных возможностей для людей с ОВЗ. Системы имеют закрытое программное обеспечение и малую расширяемость. В свободном доступе отсутствуют полные технические характеристики. Цены рассчитаны исходя только из расчёта оборудования без учёта кабельной и электромонтажной продукции. Оборудование обслуживается одной компанией и имеет малую поддержку сторонних производителей. В связи с этим принято решение о создании собственной системы УД, удовлетворяющей заявленным критериям.

2 Проектирование системы умный дом

На первом этапе проектирования УД необходимо определить принципы построения системы, уточнить ее функционал, разработать структурную схему, определиться с выбором комплектующих.

Российский рынок сегодня предлагает различные решения домашней автоматизации. Для того, чтобы определиться каким образом и при помощи какого оборудования будем проектировать систему автоматизации нужно разобраться в основных параметрах и выбрать подходящее оборудование. Существует 3 подхода управления системами автоматизации [8].

2.1 Выбор принципа построения системы

Можно выделить 3 подхода к организации управления системами автоматизации [8]: централизованные, децентрализованные и смешанные системы.

2.1.1 Централизованные системы автоматизации

Суть централизованного умного дома заключается в том, что идет программирование только одного центрального логического модуля. Обычно это свободно программируемый контроллер, в который записывается заранее специально созданная под объект программа, на основе которой идет управление исполнительными устройствами и инженерными системами. Это позволяет использовать широкий выбор оборудования и сложные сценарии.

Преимущества:

- единый интерфейс управления;
- создание сложных сценариев, привязанных к времени суток, состоянию жильца, температуре, лунному циклу;
- простота первоначальной настройки. Все манипуляции выполняются только на центральном контроллере.

Недостатки:

- требуется обязательное программирование системы;
- зависимость системы от одного центрального контроллера;
- требует наличие резервного оборудования.

2.1.2 Децентрализованные системы автоматизации

В распределенных системах УД каждое исполнительное устройство несет в себе микропроцессор с энергонезависимой памятью. Этим объясняется надежность таких систем. При выходе из строя одного устройства вся система работает исправно, кроме приборов, подключенных к этому устройству.

Преимущества:

- высокая надежность.

Недостатки:

- высокая стоимость оборудования;
- сложное первоначальное программирование оборудования;
- сложность интеграции с другими аппаратными решениями;
- часто имеет закрытый протокол управления.

2.1.3 Смешанная система управления

Наиболее часто встречающаяся система на сегодняшний день — это система смешанного управления. В роле центрального управления стоит контроллер, но управляющие модули имеют встроенные функции управления. Таким образом, при выходе из строя центрального контроллера все жизненно важные системы переводятся на ручное управление.

Преимущества:

- высокая надёжность;
- относительно не высокая стоимость оборудования;
- лёгкость в первоначальной настройке;
- не требует резервного оборудования.

Недостатки:

В данной работе было принято решение использовать смешанную систему управления оборудованием. Она сочетает в себе все плюсы децентрализованной и централизованной системы. При этом имеет не высокую стоимость и высокую надёжность.

2.2 Выбор способа построения коммутирующей среды

Для того, чтобы контроллер мог передавать сигналы управления датчикам и исполнительным устройствам нужно выбрать каким образом будет осуществлено общение устройств между собой. Имеется два основных типа передачи сигнала – проводной и беспроводной.

2.2.1 Проводные системы автоматизации

Все управляющие устройства - датчики, выключатели, устройства управления климатом, управляющие панели связываются единой проводной информационной шиной, по которой идут сигналы к исполнительным устройствам, расположенным в электрическом щите. В качестве проводной информационной шины используются специальные кабели, а в отдельных случаях обычная витая пара. У проводной системы есть свои достоинства и недостатки.

Преимущества:

Помехозащищённость.

- высокая скорость отклика;
- большой выбор дизайна управляющих элементов;
- относительная простота интеграции с другими системами;
- передача управляющих сигналов на большие расстояния.

Недостатки:

- проектирование производится на стадии ремонта;
- требуется прокладка большого количества проводов;
- для установки и обслуживания системы нужна высокая квалификация инсталлятора.

2.2.2 Беспроводные системы автоматизации

В этих системах, сигнал от управляющих устройств к исполнительным идет по радиоканалу. Это позволяет сократить количество проводов, а также время на инсталляцию системы. Эти системы можно монтировать на объекты с готовым ремонтом с классической проводкой. Беспроводной "выключатель" может являться радиопередатчиком, который связывается со всеми остальными "выключателями".

Преимущества:

- можно устанавливать в квартиры и дома с уже готовым ремонтом с классической проводкой.

- Небольшое количество проводов.

Недостатки:

- плохая помехозащищённость;
- требуется расходный материал в виде батареек;
- сложная интеграция с другими системами;
- низкая безопасность передачи информационных сообщений;
- сложности регистрации некоторых радиочастот в России;
- сложность передачи радиосигнала через толстые перегородки и на большие расстояния.

В данном проекте было принято решение использовать проводную систему передачи управляющих сигналов. Это обеспечивает высокую надёжность всей системы и быструю реакцию на события. Также в системе предусмотрено подключение устройств по беспроводной шине там, где проводные линии протянуть затруднительно.

Все системы могут иметь как открытый, так и закрытый протокол управления. Открытый протокол позволяет пользователю самому разрабатывать программное обеспечение и новое оборудование. Имеется возможность полной модификации всей системы. Закрытый протокол не позволяет изменять встроенное программное обеспечение или его

модификацию, но за это пользователь может рассчитывать на хорошую тех поддержку и более низкую стоимость.

2.3 Протоколы и интерфейсы в системе умного дома

2.3.1 X10

Протокол X10 является одной из первых технологий для умного дома. Она была разработана компанией Pico Electronics) в 1970 году [9]. Протокол основан на передачи информационных сигналов по имеющейся электрической проводке в доме. Т.е. построить сеть X10 возможно простым подключением устройств в электрические розетки. Плюсом такого решения является простота настройки и установки. Минусом же является медленная передача данных, отсутствие обратной связи и плохая помехозащищённость линии.

2.3.2 Modbus

Коммуникационный протокол, основанный на клиент-серверной архитектуре [10].

Протокол Modbus разработан для использования в программируемых логических контроллерах. В настоящее время является очень распространенным протоколом, используемых в различных промышленных системах. К примеру, данный протокол используется в контроллерах шаговых двигателей. Широко используется для передачи данных последовательные линии связи, основанных на интерфейсах RS-485, RS-422, RS-232. В начале развития применялся интерфейс RS-232, как один из наиболее простых промышленных интерфейсов для последовательной передачи данных. В настоящее время протокол часто используется поверх интерфейса RS-485, что позволяет добиться высокой скорости передачи, больших расстояний и объединения нескольких устройств в единую сеть, тем более что протокол Modbus поддерживает адресацию. Широкая

распространенность протокола Modbus, обусловленная его простотой и надежностью, позволяет легко интегрировать устройства, поддерживающие Modbus, в единую сеть.

Основной особенностью протокола является наличие в сети одного ведущего устройства - master. Только ведущее устройство может опрашивать остальные устройства сети, которые являются ведомыми (slave). Подчиненное устройство не может самостоятельно инициировать передачу данных или запрашивать какие-либо данные у других устройств, работа сети строится только по принципу "запрос-ответ". Мастер может так же выдать широковещательный запрос, адресованный всем устройствам в сети, в таком случае ответное сообщение не посылается.

2.3.3 Rs-485

Сеть, построенная на интерфейсе RS-485, представляет собой приемопередатчики, соединенные при помощи витой пары - двух скрученных проводов [12].

В основе интерфейса RS-485 лежит принцип дифференциальной (балансной) передачи данных. Суть его заключается в передаче одного сигнала по двум проводам. Причем по одному проводу (условно А) идет оригинальный сигнал, а по-другому (условно В) - его инверсная копия. Другими словами, если на одном проводе "1", то на другом "0" и наоборот. Таким образом, между двумя проводами витой пары всегда есть разность потенциалов: при "1" она положительна, при "0" - отрицательна.

Именно этой разностью потенциалов и передается сигнал. Такой способ передачи обеспечивает высокую устойчивость к синфазной помехе.

2.3.4 Беспроводные технологии в системе «умный дом»

Несмотря на то, что в качестве основной реализации коммуникационной подсистемы выбрана проводная, очевидно, что

поскольку в дальнейшем возможно расширение и дополнение функционала, необходимо предусмотреть и возможность беспроводной связи.

Z-Wave – беспроводной протокол, который представляет собой технологию в основе которой лежит ячеистая сеть (mesh — сеть) [11].

Каждое устройство в сети Z-Wave является как приемником, так и передатчиком. Благодаря этому увеличивается надежность сети (при выходе из строя одного устройства, сигнал пойдет через соседнее), а зона покрытия расширяется простым добавлением новых устройств, которые могут работать в качестве повторителей сигнала. В сети Z-Wave не нужны дополнительные репитеры и усилители сигнала, достаточно, чтобы любое устройство сети Z-Wave находилось в радиусе действия соседнего устройства.

Wi-Fi - (англ. аббревиатура от Wireless Fidelity - беспроводная высокая точность) – это технология позволяющая передавать данные на высоких скоростях [13].

Рабочая частота Wi-Fi 2,4 ГГц и 5 ГГц. В качестве стандартов на данный момент приняты 802.11a, 802.11b и 802.11g со скоростями 54 Мбит/с, 11 Мбит/с и 100 Мбит/с соответственно. Эта технология имеет высокую защищённость и помехоустойчивость.

Также в умных домах используется технология Bluetooth [14]. Так как Bluetooth имеет малый радиус действия, то его удобно использовать для идентификации пользователя. Например, по мобильному телефону.

Радиоканал широко используется в умных домах для дистанционного управления [15].

Множество радиопультов и датчиков имеют встроенный радиопередатчик, который отправляет данные на радиоприёмник главного контроллера. Можно использовать как закодированный, так и открытый радиоканал.

Инфракрасное управление используется в основном в кондиционерах, а также теле и аудио аппаратуре [16].

Инфракрасный сигнал — это сигнал прямого видения, поэтому все дистанционные пульты должны находиться в зоне действия инфракрасного луча. Сигнал передаётся несколькими способами. Поэтому при выборе оборудования и записи сигнала в контроллер — это нужно учитывать.

2.4 Вывод

В системе умный дом было принято решение использовать контроллер, поддерживающий максимальное количество интерфейсов. Так как чаще всего в умных домах применяют решения, построенные на различных интерфейсах. Контроллер должен иметь возможность установки плат расширения для добавления требуемого интерфейса.

По результатам анализа способов реализации коммуникационной подсистемы принято решение об организации взаимодействия модулей умного дома через проводные линии связи. В качестве основного был выбран интерфейс RS-485. так как он используется в промышленности, а значит, имеет высокую надёжность. Интерфейс поддерживает возможность подключения устройств по кабелю с низкими требованиями, поэтому для соединения устройств будем использовать витую пару. Интерфейс поддерживает протокол Modbus RTU, а значит подходит под решаемые задачи. В качестве интерфейсного кабеля была выбрана витая пара, так как она является наиболее доступной и удовлетворяющей запросам проводной системы управления. В дальнейшем предполагается возможность расширения системы за счет использования беспроводных каналов связи, поэтому при выборе центрального управляющего модуля желательно предусмотреть наличие каналов беспроводной связи.

3 Реализация системы умный дом

По результатам первого этапа проектирования определено, что система автоматизированного управления должна базироваться на следующих принципах:

- 1) Наличие центрального управляющего контроллера с частичной автономностью периферийных устройств.
- 2) Проводной интерфейс передачи данных с возможностью подключения беспроводной периферии.
- 3) Наличие общих и специальных функций для людей с ОВЗ.
- 4) Простая расширяемость с поддержкой большого количества производителей.
- 5) Открытый протокол взаимодействия устройств между собой.

Структурная схема разрабатываемой системы приведена на рисунке 1.

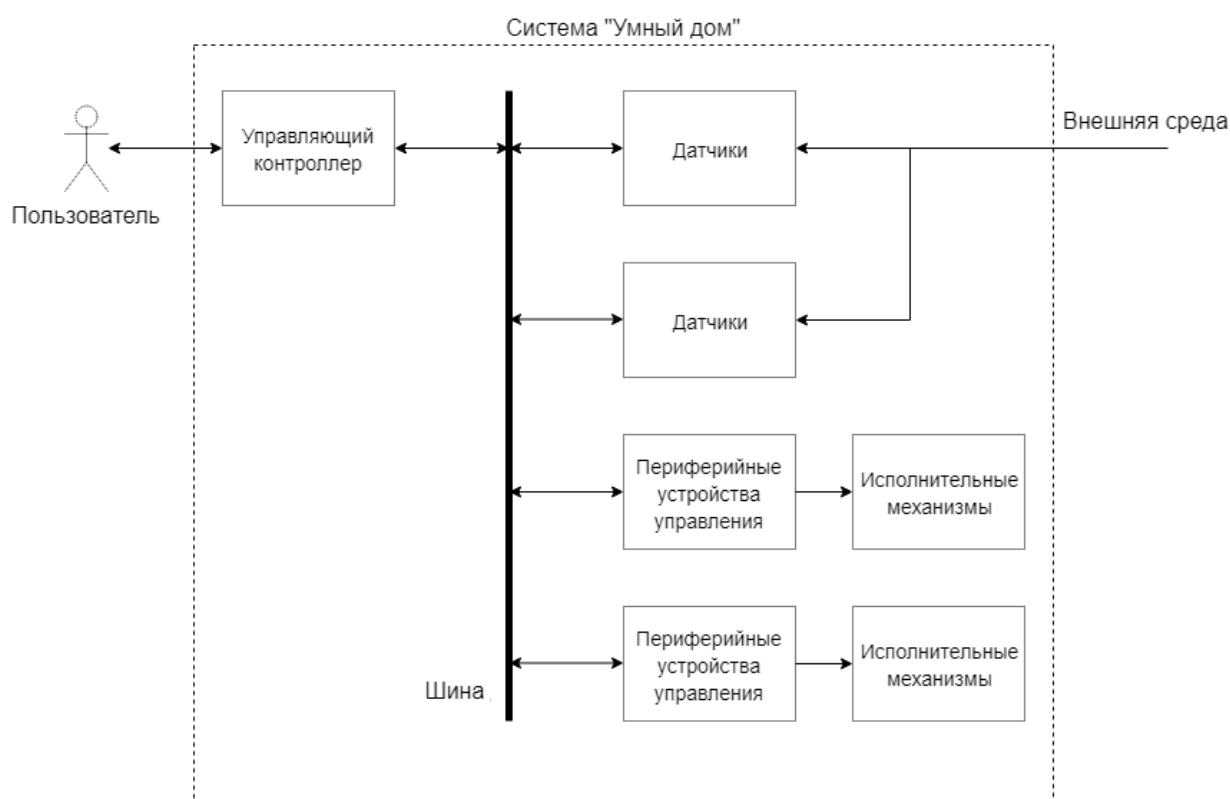


Рисунок 1 – Структурная схема системы «Умный Дом»

Система должна состоять из центрального контроллера и периферийных устройств, включающих датчики и исполнительные механизмы. Объединение всех устройств в сеть должно производиться посредством промышленного интерфейса, так как это даёт стабильность работы и хорошую помехозащищённость.

3.1 Выбор реализации центрального управляющего узла

Для начала нужно определиться, что будет являться центром управления системы или центральным контроллером. Можно выделить следующие способы реализации центральных контроллеров.

3.1.1 Персональный компьютер

Из персонального компьютера при достаточной квалификации можно создать контроллер для систем умного дома. Но при этом мы получаем очень большую избыточность аппаратно-программного комплекса и достаточно низкую надёжность. Чтобы система могла быть надёжной нужно использовать либо специализированные операционные системы, либо писать программный комплекс самостоятельно, что не всегда имеет смысл. К тому же, чтобы из персонального компьютера сделать специализированный контроллер нужно подключать различные платы расширения и следить за совместимостью работы различных интерфейсов в операционной системе. К тому же персональный компьютер имеет достаточно высокое энергопотребление и издаёт шум от вращающихся элементов, таких как кулеры и шпиндели жёстких дисков. Таким образом, чтобы использовать персональный компьютер в качестве центрального контроллера для умного дома нужны задачи, которые бы покрывали все недостатки и использовали ресурсы для сложных сценариев, требующих большое количество памяти и процессорной мощности.

3.1.2 Микрокомпьютеры

Сегодня на рынке присутствует промежуточный тип между персональным компьютером и специализированным контроллером – это микрокомпьютеры. Они имеют специализированную систему для решения определённых задач и набор портов ввода/вывода для подключения различной периферии. Такой микрокомпьютер лишён недостатков присущих персональному компьютеру, а именно у него нет движущихся частей, а значит он не издаёт никакого шума при работе, имеет низкое энергопотребление, частично решён вопрос по подключению модулей расширения. Но у такого решения тоже есть отрицательные стороны такие как: многие платы расширения имеют не законченный вид и для полноценного встраивания в систему нужно дорабатывать аппаратную часть путём монтажа недостающих элементов. Таким образом, большинство модулей расширения для микрокомпьютеров представляют из себя электронные платы без корпусов с контактными площадками для доработки, которых нужна определённая квалификация.

3.1.3 Промышленные и специализированные контроллеры для умного дома

В таких решениях отсутствуют недостатки предшествующих решений. Контроллеры с завода комплектуются различными интерфейсами и портами ввода/вывода. Для этих контроллеров производителями выпускаются готовые модули расширения и периферийное оборудование, которое достаточно просто подключить и оно сразу начнёт выполнять требуемые функции.

Исходя из вышеизложенного, было принято решение проектировать систему на базе специализированного или промышленного контроллера для умного дома.

При исследовании рынка упор был сделан на контроллеры российского производства. Такой подход гарантировал техническую поддержку на

русском языке и совместимость со всеми параметрами российских электрических сетей и радиочастот. К тому же одним из главных критериев отбора была цена, которая у зарубежных аналогов была слишком высока.

3.1.4 Обзор многофункциональных контроллеров

Рассмотрим контроллеры российского производства, которые на сегодняшний день предлагает российский рынок в категории оборудования для умного дома.

3.1.4.1 WEB контроллер PWU12 «RABBIT»

WEB контроллер PWU12 «RABBIT» ("Зайка") v.2.0 от компании "Разумный дом" для управления оборудованием Умного дома через Интернет или локальную сеть [17].

Для управления интерфейсом используется компьютер, планшет, iPad, смартфон, iPhone через WEB браузер. Контроллер имеет интерфейсы: RS-485 по протоколу A-bus, Modbus, Smartbus и X10.

Прибор имеет следующие особенности:

- подключается к сети Ethernet и имеет фиксированный IP адрес или DHCP;
- подключение к Интернет производится через маршрутизатор с VPN соединением. На нем устанавливается переадресация - зона DMZ;
- для входа на страницу используется аутентификация MD5 с вводом имени и пароля;
- управляет устройствами по шине RS-485 по протоколу A-bus, Modbus и Smartbus;
- разъем питания и шины RS485 может быть с цоколевкой модулей РД или с цоколевкой модулей G4 SmartBus;
- имеет 7 выводов, используемые как дискретные входы (входы не могут работать как аналоговые) или выходы с открытым коллектором для

управления внешним реле. Т.е. каждый из семи выводов может быть или входом или выходом;

- управляет устройствами по сети X10, подключаясь к сети 220В через интерфейс MXM10, EXM10 или DXM10;

- имеет встроенный программатор, подключаемый к ПК через USB.

Возможно питание или от USB или от внешнего источника, напряжением 8В;

- корпус прибора имеет крепление на стену или на DIN рейку;

- имеет встроенный импульсный стабилизатор питания для

подключения внешнего источника питания напряжением 8 В ... 24 В, мощностью 1,5Вт.

Контроллером можно не только управлять устройствами через Интернет, но и выполнять следующие функции:

- послать команды по сети X10;

- посылать команды по шине RS-485;

- выполнять сценарии по таймеру обратного отсчета;

- выполнять сценарии по времени и дате;

- послать email с заданным текстом.

Прочие характеристики:

- 100 реализуемых сценариев, в каждом из которых до 20 операций;

- 64 отображаемых "компонента";

- 20 виртуальных "компонентов";

- до 100 таймеров;

- до 25 RTC таймеров;

- 255 событий по приему команд X10.

В контроллере отсутствует какая-либо операционная система. Программа написана на языке низкого уровня. Поэтому в контроллере нельзя запустить другой параллельный процесс, его нельзя заразить вирусом, он не может затормозить, выполняя другой процесс. Поэтому у него высокая надежность выполнения команд. Все команды выполняются сразу в реальном времени.

Настройка контроллера очень проста. Создание новых элементов, логики работы, таймеров и др. задается с помощью выпадающих меню и установкой галочек. Никаких текстовых программ писать не нужно.

Таким образом, программное обеспечение контроллера сразу даёт возможность подключить оборудование и начать программировать сценарии через встроенный web-интерфейс. Здесь не требуется знание языков программирования и прочих тонкостей электрических схем. Но минусами такого решения является ограниченность действий пользователя только заложенными в контроллер функциями, ограничением количества сценариев, таймеров, переменных и т.д.

Для более гибкой системы лучше использовать контроллер с возможностью самостоятельного написания программ и доработки интерфейса. Такой контроллер предлагает другой производитель.

3.1.4.2 Wiren Board 5

Wiren Board 5 - модульный контроллер для автоматизации с открытым ПО на базе Linux [18], предназначенный для домашней и промышленной автоматизации и мониторинга: опроса датчиков и счетчиков, использования в качестве УСПД, в системах АСКУЭ, в системах УД.

Беспроводные интерфейсы:

- Wi-Fi 802.11 b/g/n 2.4ГГц;
- GSM/GPRS 850/900/1800/1900МГц;
- GPRS class 12. 85.6 kbps (downlink);
- 4.0, Bluetooth Low Energy 4.0;
- пакетное радио 433МГц;
- ИК-порт.

Проводные интерфейсы:

- Ethernet 10/100 Мбит/с, Разъём 8P8C, passive PoE;
- USB 2.0 1 порт.

Работа в режиме USB Host или USB Device, аудио выход. Цифровой звук - S/PDIF, разъём TOSLINK или RCA, 2 порта rs-485 без гальванической изоляции, есть программная поддержка протоколов Modbus RTU, Uniel, HDL, Меркурий, Милур, ИВТМ. CAN мультиплексирован с одним RS-485. Отладочная консоль, 1-Vire, подключение датчиков температуры, 4 датчиков АЦП диапазон 0-28V, 2 входа для резистивных датчиков, термисторов на 10 кОм, использование как АЦП до 2.5V, 4 цифровых входа, 4 выхода типа открытый коллектор 28V/2A. Управление контакторами, светодиодными лентами, и т. п. Прочие интерфейсы: два GPIO мультиплексированы с другими входами/выходами, один излучатель звука, В состав контроллера входят также часы реального времени, резервная батарейка, сторожевой таймер (watchdog), Отдельный аппаратный watchdog, перезагружающий устройство целиком по питанию, два разъёма для модулей расширения, один разъём для подключения модулей ввода/вывода.

Напряжение питания 7-28В, потребляемая мощность <3 Вт (пиковая - до 12 Вт), возможна работа от резервного аккумулятора.

Как можно видеть из описания этот контроллер гораздо более функционален, но требует знания языков программирования и тщательного изучения его параметров. Но освоив логику его работы можно строить практически неограниченный набор сценариев.

3.1.4.3 Контроллер для умного дома LanDrive SPIDER2

SPIDER2 предназначен для автоматизации жилых, офисных и промышленных помещений. Представляет собой логический программируемый контроллер распределенной шинной системы LanDrive2. Контроллер по запрограммированным сценариям управляет сетью исполнительных модулей серии LanDrive2, которые в свою очередь управляют подключенным к ним различным устройствам. Все порты являются оптически и гальванически развязанными. Возможно объединения

нескольких контроллеров с подсетями в одну сеть. Выпускается в корпусе на DIN рейку.

Осуществляет управление устройствами в проводных сетях LanDrive2, беспроводных сетях ZigDrive по сценариям, времени, наступившим событиям [19]. Программируется с помощью бесплатно поставляемого в комплекте ПО. Имеет большое количество периферии. Исполняется в корпусе на DIN-рейку. Управление системой реализовано на базе бесплатного мобильного приложения.

Имеет следующее встроенные модули:

- порт RS-232 для управления сетью ресиверов Мультирум;
- порт 1Wire для датчика температуры и ключей I-Button;
- мощный ARM-процессор;
- часы реального времени;
- энергонезависимый календарь реального времени;
- элемент питания, защищающий часы и календарь от сброса, при отключении внешнего питания;
- GSM-модем для удаленного управления всеми подсистемами контроллера и оповещения пользователя;
- ZigBee-модем для управления сетью модулей ZigDrive (опционально);
- USB-порт для программирования, и управления в режиме реального времени через PC;
- Ethernet-порт для удаленного доступа и управления всеми подсистемами контроллера;
- порт RS-485 для управления сетью модулей LanDrive2;
- 4 перекидных релейных выхода мощностью 700 Ватт;
- 4 дискретных входа с счетным режимом для подключения счетчиков э/энергии, газа, воды;
- 2 аналоговых входа 0-10В токовая петля для подключения датчиков, а также шлейфов охранно-пожарных датчиков;
- аккумулятор (опционально);

Контроллер имеет режим простого конфигурирования модулей сети по простой логике "ЕТИ" (если, то, иначе), режим конфигурирования на языке Си-скриптов, режим "Отладчик сети", позволяющий отслеживать состояние входов/выходов каждого модуля, связь с ним, настройки.

Технические характеристики контроллера:

- температура эксплуатации от +5С до +50С;
- относительная влажность воздуха не более 80%;
- атмосферное давление от 630 – 800 мм рт. ст.

Программное обеспечение включает ОСРВ (операционная система реального времени) и систему программирования LanDrive Configurator Pro. Установлен процессор с RISC архитектурой, 32-х разрядный ARM7, 48MHz. Объем ОЗУ для хранения переменных: 400 32 разрядных целых, 100 32 разрядных плавающая точка. 100 таймеров с квантами 10мсек.

Конструктивное исполнение:

- моноблок, на DIN рейку, размер 143 x 90 x 60 мм;
- 4MB, Flash, доступно пользователю 64 KB;
- сеть Modbus;
- до 100 узлов, 1000 переменных;
- питающее напряжение: постоянное 12в;
- потребляемая мощность: средняя 0,3А, пиковая 4,0А.

3.1.5 Вывод

Из приведенного обзора можно сделать вывод, что только контроллер WirenBoard обладает возможностью наращивать функционал при помощи плат расширения. К тому же у производителя имеется полный набор периферийных устройств, включающих в себя релейные блоки, диммеры и датчики отслеживающие параметры окружающей среды. Из представленных выше контроллеров WirenBoard имеет самую низкую стоимость и самый расширенный функционал. Так как он представляет собой промышленный микрокомпьютер с операционной системой Linux, имеется возможность

написания своих программных решений для поддержки сторонних программно-аппаратных решений. Разработчики WirenBoard предоставляют полностью открытый свободно распространяемый программный код, что позволяет модифицировать его для решения различных задач. Контроллер поддерживает как проводные, так и беспроводные способы передачи данных. Имеется встроенный интерфейс RS-485 с поддержкой протокола Modbus RTU. Также в программном обеспечении контроллера включена поддержка различных протоколов сторонних разработчиков.

На основании проведенного аналитического обзора сделан вывод о том, что контроллер WirenBoard соответствует всем требованиям для построения системы умный дом для людей с ограниченными возможностями здоровья. Принято решение разрабатывать систему на базе центрального контроллера WirenBoard 5.

3.2 Примеры реализации аппаратной части подсистем умного дома

В состав аппаратного обеспечения разрабатываемой системы входят также датчики и исполнительные механизмы. Если ранее описанные вопросы реализации относились ко всей системе в целом, то выбор датчиков и актуаторов зависит от конкретной подсистемы. В качестве примера реализации предлагается рассмотреть подсистемы контроля энергопотреблением, климат-контроля и специфическую функцию «ушел-пришел».

3.2.1 Подсистема контроля энергопотребления

Одной из востребованных функций системы «Умный дом» является функция экономии электроэнергии. При помощи системы контроля электропотреблением возможно снизить затраты на электроэнергию и нагрузку на электросеть в целом.

Для того, чтобы реализовать данную функцию был выбран однофазный электросчётчик Milur-105 [22]. Данный счётчик поддерживается

производителем контроллера, что облегчает его интеграцию в общую систему умного дома. Электросчётчик подключён к контроллеру WirenBoard по интерфейсу RS-485. В данном устройстве разработан свой собственный протокол управления, который требует 1 стоповый бит для корректной работы. Из-за этого Milur-105 был подключён ко второму порту RS-485, который обслуживает только это устройство. Все взаимодействия электросчётчика и остальных подсистем настраиваются в системе правил контроллера.

Благодаря тому, что электросчётчик включён в систему умный дом имеется возможность отслеживать параметры электрической сети, такие как: общая потребляемая мощность, напряжение в электрической сети, частота электрической сети, расход электроэнергии. Все эти параметры выводятся на звуковой информатор или брайлевский дисплей в доступной форме для людей с проблемами зрения. Параметры записываются в базу данных контроллера, где хранятся на протяжении тридцати дней. Благодаря этому имеется возможность анализировать временные промежутки наибольшей нагрузки на электросеть. Имеется возможность контроля общей потребляемой электроэнергии в кВт, что позволяет оптимизировать расходы на оплату платежей за услуги энергетиков.

Для управления подсистемой реализованы следующие сценарии:

1) Информирование пользователя о внештатных ситуациях производится при помощи световой и звуковой индикации, а также передачи сообщений на мобильный телефон пользователя.

2) Управление электроприборами при внештатных ситуациях реализовано в следующих сценариях:

- отключение сверхпотребителей электроэнергии в случае если в период оповещения о превышении потребляемой энергии не было принято никаких действий от пользователя;

- отключение электроэнергии при повышенном или пониженном напряжении в электрической сети.

3) Мониторинг энергопотребления.

Специфика данного подхода позволяет людям с проблемами зрения получать полную информацию о всех параметрах электрической энергии и её потребления, не прибегая к помощи третьих лиц. Это позволяет самостоятельно определять количество израсходованной электроэнергии и оплачивать услуги согласно тарифам жкх.

3.2.2 Подсистема контроля микроклимата

Важной составляющей системы УД является поддержание микроклимата в каждом отдельном помещении. Под микроклиматом понимается искусственно созданные климатические условия в закрытых помещениях, для защиты от неблагоприятных внешних воздействий и создания зоны комфорта [23].

Зона комфорта – оптимальное для организма человека сочетание температуры, влажности, скорости движения воздуха и воздействия лучистого тепла. Тесно соприкасаясь с воздушной средой, организм человека подвергается воздействию ее физических и химических факторов. Микроклимат, оказывая непосредственное воздействие на один из важнейших физиологических процессов — терморегуляцию, имеет огромное значение для поддержания комфортного состояния организма.

Для поддержания микроклимата в умном доме используется набор различных датчиков, релейных модулей и исполнительных механизмов. Рассмотрим составляющие данной системы.

Для реализации на первом этапе были выбраны следующие решения:

- датчики и исполнительные модули, преимущественно производства компании WirenBoard;
- приводы и электроклапаны сторонних производителей;
- бытовая техника, которая позволяет прямым или косвенным способом интегрироваться в систему умный дом;

- в качестве датчиков сухой контакт используются герконы и кнопки звонка.

В настоящее время в подсистеме контроля микроклимата функционируют датчики температуры, влажности, дыма и т.д.

3.2.2.1 Датчики

В подсистеме используются следующие датчики.

Комбинированный цифровой датчик температуры, влажности, освещенности и уровня шума.

Диапазоны и погрешность измерений:

- температура: -40°C — $+80^{\circ}\text{C}$ ($\pm 0.5\text{C}$);
- влажность: 0 — 98% ($\pm 3\%$);
- освещенность: 10 — 10000лк;
- уровень шума: 40 — 82дБ;
- возможность подключения двух внешних цифровых датчиков температуры 1-wire DS18B20;
- напряжение питания: от 9 до 24VDC;
- интерфейс: RS-485, Modbus RTU;
- пластиковый корпус с возможностью крепления на DIN-рейку и крепёжными отверстиями (65x46x29 мм).

Датчики устанавливаются таким образом, чтобы измеряемые параметры были максимально близки к истинным значениям. Исходя из того, что в одном корпусе собрано 4 отдельных датчика его нужно расположить следующим образом:

- в центре помещения на уровне не менее 150 см от пола; для того, чтобы измеряемая температура была равна среднему значению.
- датчик освещённости должен охватывать весь периметр помещения; это позволит измерять различные параметры освещённости как в дневное, так и в вечернее время.

- датчик влажности должен находиться на расстоянии от увлажнителя воздуха не менее, чем 2 метра. Это позволит измерять относительную влажность во всём помещении с меньшей погрешностью.

- измерение шума должно производиться в зоне слышимости человеческого уха, т.е. измеряется звук от 20дб.

К этому модулю подключаются 2 выносных датчика температуры DS18B20, которые измеряют температуру на батареях отопления.

Датчик наружной температуры DS18B20 вынесен на внешнюю стену дома, чтобы измерять уличные параметры температуры.

Электрохимический Датчик газов WB-MSGR

Датчик измеряет уровень концентрации органических газов в окружающем воздухе, таких как: NH₃, NO_x, алкоголь, бензол, табачный дым, СО. Исполнение: пластиковый корпус с возможностью крепления на DIN-рейку и крепёжными отверстиями. Напряжение питания 12 – 24В. Управление модулем производится с контроллера или ПК по шине RS-485 командами по протоколу MODBUS.

Габариты: 65x46x29 мм

Температура воздуха: -20°C до +50°C.

Относительная влажность воздуха: до 98%, без конденсации влаги

Диапазон чувствительности: 10-300 ppm -- для датчика с чувствительным элементом к органическим газам (10-1000 ppm для бензола)

Принцип работы датчика. При изменении концентрации определенного газа изменяется сопротивление полупроводникового чувствительного элемента датчика R_s . При измерениях используется соотношение сопротивления чувствительного элемента R_s к сопротивлению, измеренному в эталонной среде R_{s0} . При увеличении концентрации газов, к которым чувствителен датчик, сопротивление чувствительного элемента падает, соответственно, уменьшается соотношение R_s/R_{s0} . На основании значения соотношения R_s/R_{s0} можно принимать решение о включении

предупреждающего сигнала. Для разных газов одно и то же соотношение R_s/R_{s0} соответствует разной концентрации этих газов в окружающей среде.

Внутри датчика имеется нагреватель, который постоянно включен, что обеспечивает возможность измерения концентрации газов. Если датчик долго оставался обесточенным, то выход на рабочий режим потребует некоторого времени: от двух суток, если датчик не включался месяц, до недели, если датчик не включался больше полугода. Эксплуатация в агрессивной среде приводит к деградации ЧЭ, наледь и конденсат снижают его чувствительность.

Температура и влажность также влияют на сопротивление чувствительного элемента: оно падает с увеличением температуры и влажности.

Значение R_{s0} зависит от типа датчика и может варьироваться от одного экземпляра к другому, поэтому изначально возможно установить значение R_{s0} равным сопротивлению после выхода на рабочий режим.

3.2.2.2 Релейные блоки

Используются для управления различными механизмами такими как:

- электроприводы для открытия и закрытия окон;
- электроклапаны регулирующие подачу тепла в теплоносители;
- приводы для открытия и закрытия штор;
- управление замками, задвижками;
- управление обогревателями и вентиляторами.

Для управления реле, которые требуют кратковременного включения, задействован программный таймер. Варьируя параметры таймера, можно регулировать степень открытия/закрытия клапанов, окон, штор и прочих механизмов. Управление релейным модулем может осуществляться как микроконтроллером, так и путем подключения внешних кнопок управления. Это позволяет модулям работать полностью автономно.

Как пример рассмотрим релейный блок управления производства компании WirenBoard WB-MR6C [24].

Шестиканальные модули реле серий WB-MR6C выпускаются для систем промышленной и домашней автоматизации. Модули предназначены для коммутации силовой нагрузки общего назначения. Модули рассчитаны на нагрузку 10А. В модулях предусмотрен вход, одновременно отключающий всю нагрузку.

В модуле установлены 6 реле HF32F-G, коммутирующие соответствующие 6 нормально открытых выходов. Выходы выведены на винтовые зажимы, рассчитанные на максимальный ток 20А. Контакты реле объединены в две группы, каждая со своим общим проводом, COM1 и COM2. В случае активной (резистивной) нагрузки реле могут коммутировать до 10 А/230В переменного тока и до 10А/30В постоянного. В модуле может быть включен таймер безопасного режима, который при прекращении обмена данными по Modbus с модулем отключает все реле по прошествии заданного времени.

Входы модулей WB-MR6C выведены на безвинтовые зажимы. Входы организованы по принципу "сухой контакт". Кнопки или выключатели подключаются между соответствующим входом блока Inputs и iGND.

Технические характеристики модуля:

Напряжение питания: 9 — 24В постоянного тока.

Потребляемая мощность: в режиме холостого хода (со всеми выключенными реле) — 0,1Вт, со всеми включенными реле — 1Вт, пиковое значение — до 4Вт в течение 20мс.

Выходы: количество выходов: 6, тип выходов: контакты механического реле.

Конфигурация контактов: двухпозиционные, нормально открытые.

Конфигурация выходов: две группы по 3 выхода, общий провод в каждой группе.

Максимальное коммутируемое напряжение, АС: 250 В.

Максимальное коммутируемое напряжение, DC: 30 В.

Максимальный коммутируемый ток на каждый канал: 10 А.

Сопротивление контактов: < 100 миллиОм.

Напряжение изоляции между контроллером и выходом: 1500 В (среднеквадратичное значение).

Срок жизни: 100 000 переключений для нагрузки 10 А/230В переменного тока.

Входы: количество входов (Inputs 0—6): 7 (6+1) Вход 0 отключает одновременно все реле модуля

Тип входов: "Сухой контакт", групповая изоляция.

Напряжение на входе ~4,5В. Ток при замыкании входа ~2 ма.

Входы общего назначения: счет сигналов, прямое управление каналами реле, одновременное отключение всей нагрузки, запоминание состояния реле при отключении напряжения.

Управление: интерфейс управления RS-485, неизолированный.

Протокол обмена данными: Modbus RTU, адрес задается программно, заводские настройки указаны на наклейке.

Параметры интерфейса RS-485: задаются программно; по умолчанию: скорость — 9600 бит/с; данные — 8 бит; бит чётности — нет (N); стоп-биты — 2.

Готовность к работе после подачи питания: ~0,03 с.

Габариты: ширина, DIN-юнитов: 3, габаритные размеры (Д x Ш x В): 53,3 x 56,3 x 57,5 мм

Индикация питания и обмена данными: зеленый светодиод Status (расположен под поверхностью верхней наклейки).

Индикация состояния каналов реле: красно-оранжевые светодиоды 1 — 6 (расположены под поверхностью верхней наклейки).

Условия эксплуатации:

Температура воздуха: от -40 до +50 °С.

Относительная влажность: до 92%, без конденсации влаги.

3.2.2.3 Исполнительные механизмы

Исполнительные механизмы включают в себя:

- 1) Электроприводы для окон, дверей, штор, роль ставней. Они позволяют открывать управляемые элементы полностью или частично.
- 2) Шаровые клапаны с электроприводом для управления подачи тепла в радиаторы отопления.
- 3) Прочие бытовые приборы, задействованные для управления микроклиматом помещения: кондиционер, увлажнитель, обогреватель, очиститель воздуха, озонатор, вентиляционная установка.

Для открытия оконных створок используются специальные оконные электрические цепные приводы Vario. Они устанавливаются на неподвижную оконную створку и при помощи цепи открывают и закрывают движущуюся часть окна. Привод имеет достаточную силу прижатия оконной створки, так, что не требуется дополнительно закрывать оконный замок.

На батареях установлены шаровые клапаны с электроприводом (Нептун). На клапанах есть ручка позволяющая регулировать степень открытия в ручном режиме.

Для поддержания оптимальной влажности используются бытовые увлажнители с баком на 6 л воды.

Для охлаждения помещения используются настенные сплит-системы.

Для поддержания качественной воздушной среды используются очиститель воздуха с угольным фильтром, который собирает взвешенные частицы, и озонатор, который обеззараживает воздух и насыщает его озоном.

Все электрические приводы соединены с релейными блоками. К релейным блокам на вход типа сухой контакт, подключены кнопки без фиксации.

Модуль позволяет использовать два типа кнопок, кнопки без фиксации и фиксируемые выключатели. Устанавливать кнопки можно в любом месте, чтобы сделать управление системой максимально комфортным.

Кондиционеры и приборы, имеющие инфракрасное управление, управляются при помощи модулей инфракрасных команд. Сам модуль располагается в распределительной коробке, а выносной датчик крепится к кондиционеру при помощи двухстороннего скотча.

3.3 Программное обеспечение системы умный дом

3.3.1 Программирование контроллера WirenBoard

Wiren Board работает под управлением стандартной операционной системы Debian Linux 7.0. Для архитектуры используемого процессора есть официальный порт [20]. Все исходные коды программного обеспечения открыты.

Основой контроллера умного дома является очередь сообщений MQTT, они используются для обмена информацией между разными частями программного обеспечения.

Драйверы, отвечающие за аппаратные возможности контроллера (цифровые входы, АЦП, транзисторный выходы и т.д.) и функции внешних подключённых устройств (например, подключённых по RS-485 модулей реле) записывают их состояние в очередь MQTT в виде специальных сообщений. Веб-интерфейс читает эти сообщения и на их основе отображает состояние устройств.

Правила пишутся на языке ECMAScript 5 (диалектом которого является Javascript) и загружаются из папки «/etc/wb-rules». В данной работе все правила написаны на языке esma script с использованием специальных библиотек контроллера. ECMAScript представляет собой объектно-ориентированный скриптовый язык программирования, предназначенный для проведения вычислений с вычислительными объектами и управления этими объектами в среде выполнения [21].

Скриптовый язык – это язык программирования, используемый для управления средствами существующей системы, а также для их настройки и

автоматизации. В таких системах пользовательский интерфейс уже имеет набор полезных функциональных возможностей, а скриптовый язык является лишь механизмом, позволяющим ими программно управлять.

ECMAScript может предоставлять основные скриптовые возможности для множества сред выполнения. В частности, его удобно использовать для написания сценариев управления автоматизированными системами. Большинство сценариев взаимодействуют друг с другом, поэтому имеется возможность составить сбалансированную систему управления климатом. Запуск того или иного сценария осуществляется по результату опроса датчиков, которые контроллер выполняет постоянно. При наступлении события производится голосовое оповещение пользователя о выполняемом действии, например, включение увлажнителя или открытие окна. В ночном режиме голосовые оповещения отключаются, чтобы не мешать спокойному сну.

3.3.2 Примеры реализации сценариев работы

3.3.2.1 Поддержание температурного режима

Система поддерживает постоянную температуру на заданном уровне. Значения устанавливает пользователь в специальном меню web интерфейса, либо в разделе установок, находящимся в специальном файле. Программа может работать в трёх режимах, которые задаются верхней и нижней допустимой границей температуры.

1) Экономичный режим. Система настраивается на максимальное энергосбережение. В таком режиме система отопления расходует минимальное количество ресурсов.

2) Стандартный режим. Система работает в нормальном режиме, который подходит большинству людей.

3) Режим «тепло». Система настраивается на поддержание высокой температуры. В этом режиме используется наибольшее количество энергоресурсов.

В приложении представлен программный код для экономичного режима работы.

Все режимы можно переключать в web интерфейсе или при помощи физических кнопок на пульте управления.

Сценарий будет запущен в том случае, если активирован режим "я дома".

На радиаторах и трубах установлены температурные датчики, при помощи которых определяется, есть ли тепло в теплоносителе. Если температура трубы в несколько раз больше, чем температура радиатора, то в системе есть отопление, но радиатор выключен. Если и труба, и радиатор имеют приблизительно одинаковую температуру, и она намного выше комнатной, то в системе есть отопление и радиатор открыт. Если и труба, и радиатор имеют комнатную температуру, то отопления нет.

При желании можно ограничить выполнение сценариев в ночное или дневное время суток, добавив дополнительно проверку астрономического времени. Сценарии имеют взаимно исключающие параметры, т.е. при открытии окна подаётся сигнал на реле, отвечающее за закрытие, тем самым не давая ему включиться. При нажатии на кнопку открытия окна сбрасывается таймер на закрытие, если он был запущен. При закрытии окна происходит обратное действие. Общая блок-схема управления системой контроля температуры приведена на рисунке 2.

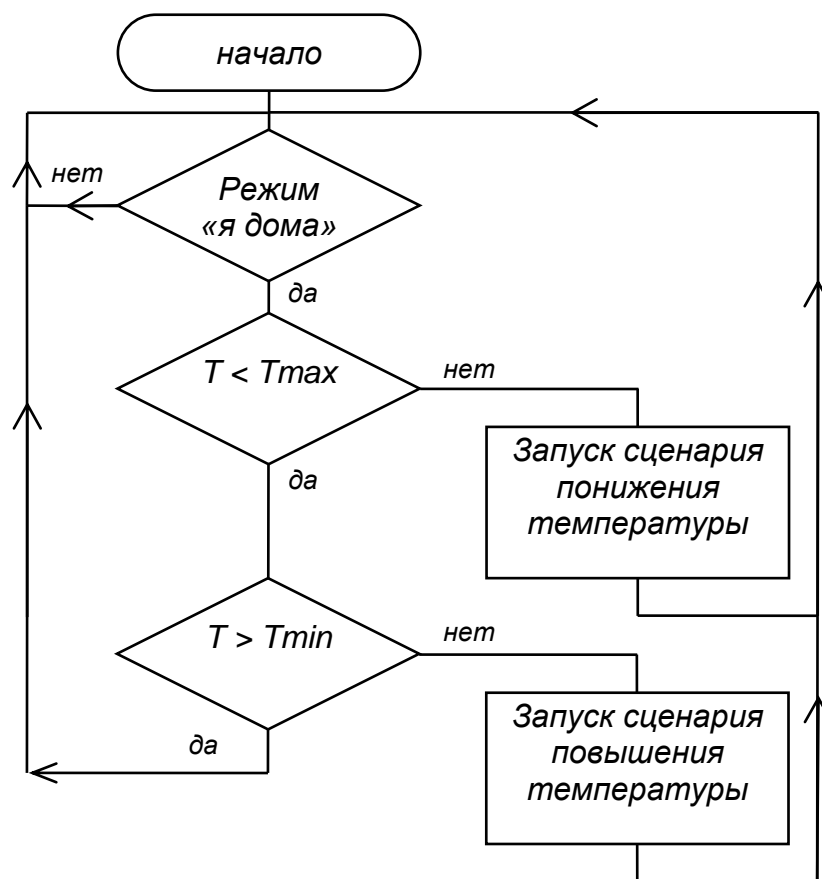


Рисунок 2 – Общая блок-схема управления системой контроля температуры

Если температура повысилась больше заданного уровня, ее необходимо понизить, для чего запускается соответствующий сценарий. Блок-схема сценария понижения температуры приведена на рисунке 3.

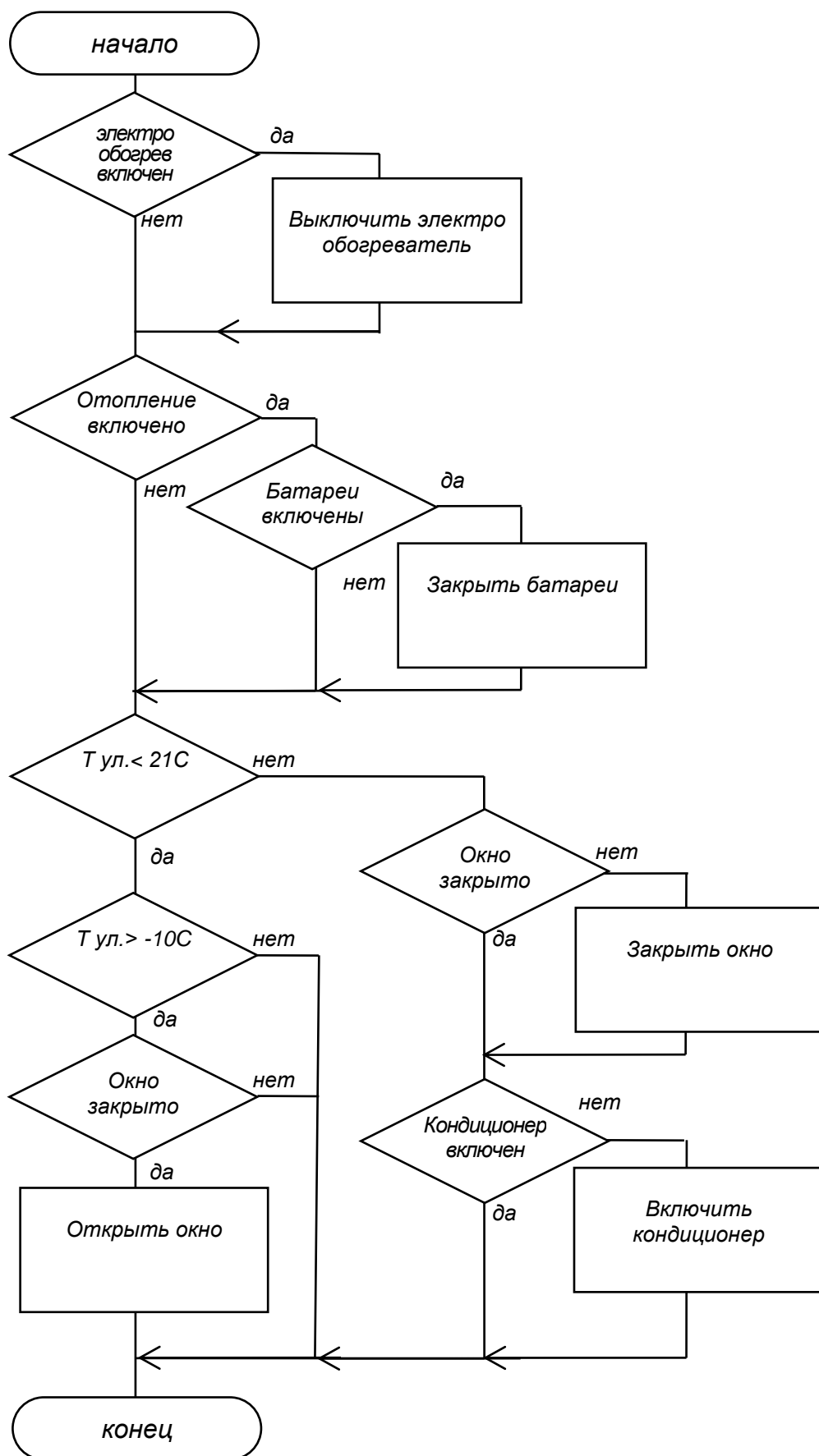


Рисунок 3 -- Блок-схема сценария понижения температуры

Описание сценария понижения температуры.

1) Если был включен обогреватель, то он выключается.

2) Если радиаторы отопления включены открыты и в теплоносителе есть тепло, включается реле на закрытие шарового электрического клапана на радиаторе центрального отопления.

3) Если окно закрыто, а на улице температура ниже 21 градуса, но больше -10, приоткрывается окно.

4) Если на улице температура выше 21 градуса и открыто окно, то оно закрывается.

5) Если окно закрыто, отопление в доме отключено и на улице температура выше 21 градуса, включается кондиционер.

Если температура понизилась ниже заданного уровня, ее необходимо повысить:

1) Если был включен кондиционер, он отключается.

2) Если окно открыто включается реле на закрытие оконной створки.

3) При наличии тепла в теплоносителе, включается реле на открытие шарового электрического клапана на радиаторе.

4) если окно закрыто, кондиционер выключен, в доме отсутствует отопление и на улице температура ниже 10 градусов по Цельсию.

Включается обогреватель.

5) если окно закрыто, батарея включена, отопление есть, но температура меньше заданного минимального значения включается обогреватель.

Блок-схема сценария повышения температуры приведена на рисунке 4.

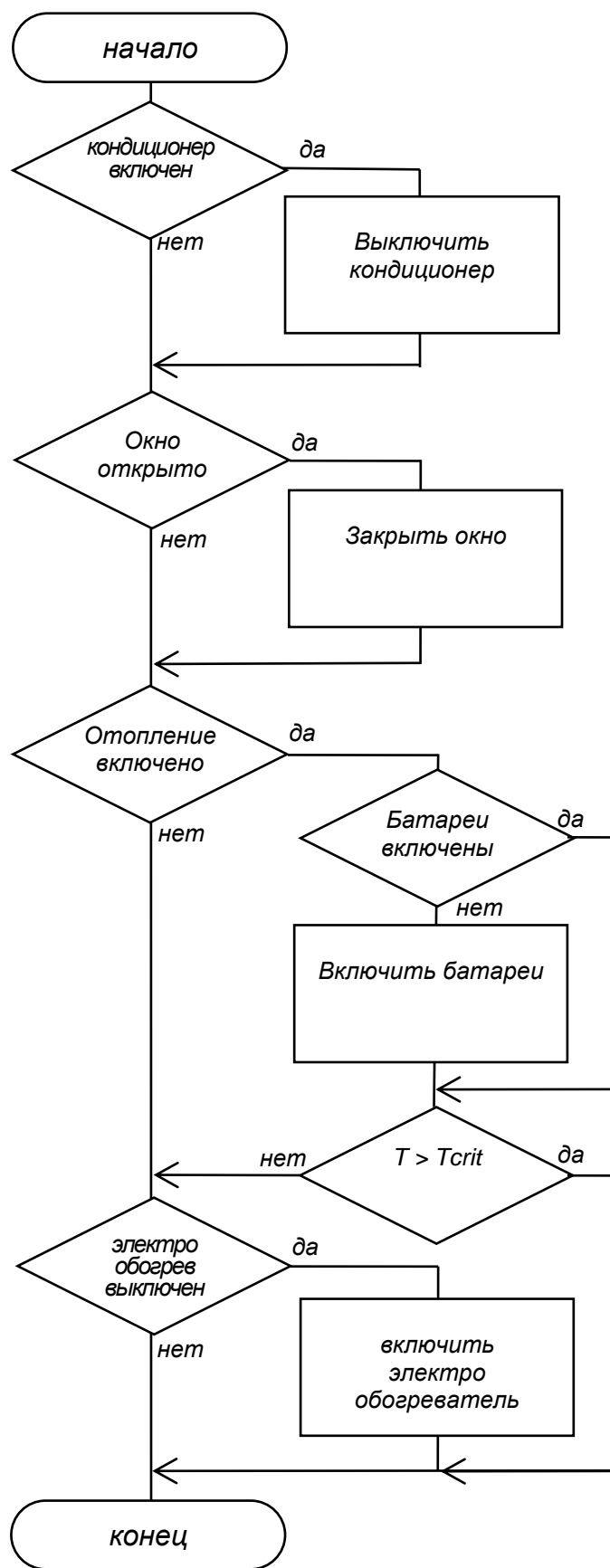


Рисунок 4 – Блок-схема сценария повышения температуры

В обоих сценариях, когда температура достигает среднего комфортного значения, выполняются следующие действия:

- 1) Закрывается окно.
- 2) Выключается кондиционер.
- 3) Выключается обогреватель.

3.3.2.2 Открытие и закрытие окна с кнопки на центральном пульте и виртуальной кнопки в web интерфейсе

Сценарий будет запущен только в том случае, если активирован режим "я дома".

При нажатии на кнопку, подключённой к модулю входов типа сухой контакт, на релейном модуле включается канал, отвечающий за электропитание оконного привода. Одновременно запускается таймер, который отсчитывает 2 секунды и останавливает привод. Это нужно для того, чтобы не приходилось держать нажатой кнопку для открытия или закрытия окна. При повторном нажатии таймер снова запустится и через 2 секунды остановит привод. Если при открывании окон шаровые электроклапаны на радиаторах центрального отопления были открыты и в системе есть тепло, то включаются реле, которые активируют закрытие шаровых электрических клапанов на радиаторах. Если при открытии окна был включен кондиционер увлажнитель или озонатор, он будет выключен. При закрытии окна включается второе реле, которое запускает работу оконного привода в обратном направлении. Одновременно запускается второй таймер на закрытие окна и также отсчитывает 2 секунды после чего останавливает привод.

В системе имеются виртуальные кнопки, которые находятся в web интерфейсе. Это позволяет управлять окнами дистанционно. Весь функционал кнопок, подключённых к модулю типа сухой контакт идентичен для виртуальных кнопок,

кнопки управления подачей тепла в радиаторы центрального отопления.

При нажатии на кнопку открытия подачи тепла в радиаторы включается реле активирующее шаровой электрический клапан на радиаторе.

Если в это время было открыто окно, оно будет закрыто.

При нажатии на кнопку закрытия подачи тепла в радиаторы, включается реле, активирующее обратный ход шарового электрического клапана. Таймер на открытие будет сброшен, а таймер на закрытие запущен.

Сценарий будет запущен только в том случае, если активирован режим "я дома".

3.3.2.3 Слежение за качеством воздуха

Датчик качества воздуха измеряет уровень снижения кислорода и насыщение его другими различными химическими элементами, такими как формальдегид, табачный дым, спирты и пр. при насыщении воздуха специфичными химическими элементами в холодное время года будет запущена приточно-вытяжная вентиляция, а в тёплое время года будет открыто окно. При нормализации уровня химического состава воздуха приточно-вытяжная вентиляция будет остановлена, а окно будет закрыто.

3.3.2.4 Поддержание постоянной влажности воздуха

Поддержание влажности воздуха реализовано при помощи бытового увлажнителя воздуха, который включается при достижении минимального уровня влажности. При оптимальным уровнем влажности считается насыщенность воздуха влажностью на уровне 30 – 60%. В летнее и зимнее время этот процент может варьироваться. В рассматриваемой системе при понижении влажности воздуха меньше, чем 27% вызовет включение увлажнителя и закрытие окна, а при достижении уровня в 31% отключение увлажнителя.

Также в системе присутствуют сценарии запускающиеся по времени. Они не связаны с измеряемыми показаниями датчиков напрямую, но влияют на них. Например, в 19 часов включается озонирование в квартире на 10 минут, тем самым очищая воздух от вредных примесей и улучшая его качество. Затем в 19.10 включается очиститель воздуха, который работает 60 минут. Все Датчики отражают измеряемые показания в web интерфейсе, что позволяет пользователю удалённо отслеживать обстановку в умном доме.

3.3.2.5 Сценарии «я дома» и «я не дома»

Одним из наиболее ресурсно-затратных, но крайне важной, является функция "я дома" и обратная ей функция "я не дома".

Ресурсно-затратной она считается потому, что при запуске происходит большое количество включений и выключений.

При выходе из дома люди всегда выполняют повторяющиеся действия: проверяют розетки на предмет оставленных включённых электроприборов, проверяют выключен ли свет во всех комнатах, закрыты ли окна, вода, закрывают шторы и т.п.

При приходе домой включают свет в нужных помещениях, электроприборы, которыми пользуются регулярно, включают телевизор или мультимедийную систему, открывают шторы и т.д.

Для людей с ОВЗ этот сценарий является важнейшим в системе автоматизированного управления. Люди с плохим зрением или с полностью его отсутствием не сразу могут понять, выключен ли весь свет в доме, отключены ли электроприборы, закрыты ли окна. Чтобы это узнать, требуется вручную обследовать все розетки на предмет подключенных бытовых устройств, проверить положение выключателей света, положение окон, дверей и т.д. только после такого обзора можно сделать вывод о том, что при выходе из дома всё было закрыто и отключено. Иногда такое обследование может занять много времени. К тому же нет вероятности, что

пользователь с отсутствием зрения оставит включённым свет или бытовой прибор, так как просто пропустил или забыл проверить их.

Для людей с проблемами опорно-двигательного аппарата отключение электроприборов, закрытие окон и дверей требует иногда непомерных усилий. Если же дом большой, то на это затрачивается много времени и сил.

Люди с ослабленным слухом или с полным его отсутствием не всегда заметят включённый кран или радиоприёмник.

Несмотря на то, что алгоритм является практически линейным, объем кода составляет несколько страниц. Он будет расти пропорционально имеющимся устройствам в умном доме.

При активации функции "я не дома":

1) отключаются электроприборы и обесточиваются розетки. Остаются работать лишь те приборы, которым требуется постоянное подключение в электрическую сеть. Например, холодильник.

2) перекрываются вентили подачи горячей и холодной воды.

3) Если были открыты окна, то они будут закрыты.

4) Система переводится в режим охраны.

5) Домофония переводится в режим переадресации. Все вызовы с домофона будут переадресовываться на мобильный телефон хозяина.

6) Включается режим аудио/видео съёмки.

7) на мобильный телефон отправляется sms сообщение о включении данного режима.

8) если активен данный режим, то система каждые 24 часа отправляет тестовое сообщение на мобильный телефон и электронную почту хозяина.

9) все компьютеры завершают свою работу.

10) Производится голосовое оповещение о включении данного режима.

11) Выводится голосовое уведомление о погоде за окном.

Все сценарии, связанные с присутствием пользователя в доме, перестают работать. Это исключает ложные срабатывания датчиков движения, например на животных.

При активации функции "я дома":

1) Включаются электроприборы, которыми постоянно пользуется хозяин.

2) Система снимается с охраны.

3) Отключается аудио/видеосъемка.

4) Открываются вентили подачи горячей и холодной воды.

5) Производится отправка sms сообщение на мобильный телефон хозяина о включении данного режима.

6) Домофония переводится в стандартный режим работы.

7) Запускаются компьютеры.

8) Производится голосовое оповещение о включении данного режима.

Начинают работать все сценарии, связанные с нахождением пользователя в доме.

Благодаря тому, что режим реализован с использованием выключателя с фиксацией, режим будет активен даже после сброса питания или перезагрузке контроллера.

3.4 Тестовая эксплуатация системы «Умный дом»

На сегодняшний момент описанные подсистемы реализованы и эксплуатируются совместно с прочими подсистемами «Умного дома». Помимо детально рассмотренных в рамках данной работы, система "умный дом" включает в себя следующие подсистемы.

Подсистема управления освещением.

Выполняет включение, выключение, диммирование. Для автоматического управления установлены датчики движения в различных местах квартиры. Реализуется сценарное освещение, запускаются

различные сценарии светового оформления: ужин, вечер, много света и т.д. Закрытие и открытие штор, в зависимости от времени суток и освещенности.

Управление инженерными системами.

Открытие и закрытие вентилей подачи горячей и холодной воды. Реализовано при помощи установки на стандартные клапаны перекрытия водоснабжения, специальных электроприводов с возможностью управления. Налив в ванную с контролем перелива и автоматическим отключением. Реализовано при помощи электромагнитного клапана и датчиков наличия воды. При подъеме воды на определённый уровень клапан закрывается. Слив из ванны организован на базе насосной станции. Переключение на резервный источник горячей воды, при отключении её из городской центральной подачи. Реализовано при помощи установки дополнительных электромагнитных клапанов на электронагреватель горячей воды. При отключении центрального горячего водоснабжения система закрывает центральный клапан горячей воды, открывает электромагнитные клапаны электронагревателя и включает водонагреватель. Тем самым переводя систему на резервный источник горячей воды.

Подсистема телефонии.

Центральный телефон является телефонной станцией, которая объединяет стационарную и мобильную связь. Мобильный телефон подключён к станции по каналу Bluetooth. Также к станции подключены две линии ip телефонии и вызовы Skype. Внутриквартирная связь реализована распределением беспроводных радиотрубок по помещениям.

Подсистема домофонии и контроля доступа.

Подъездный домофон включён в общую телефонную сеть. Такое решение позволяет принять вызов с домофона из любого помещения при помощи радиотрубки подключённой к телефонной станции. Квартирный видеодомофон с записью посетителей на карту памяти. Реализован на базе видеодомофона FE-IP70. Выполняется переадресация вызовов с подъездного

и квартирного домофона на мобильный телефон в случае отсутствия хозяина дома.

Подсистема управления мультимедиа.

Распределение аудиосопровождения по дому (мультирум). Эту функцию обеспечивают несколько музыкальных центров и компьютеров с установленными дополнительными звуковыми картами. В каждом помещении имеются громкоговорители, и система определяет необходимость подачи источника звука. Выполняются звуковые оповещения о событиях в квартире.

Все подсистемы взаимодействуют друг с другом и могут использовать общие датчики. Все описанные подсистемы к настоящему моменту реализованы и функционируют. Произведено полное тестирование всего имеющегося функционала умного дома.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе рассмотрено проектирование системы умного дома с учетом потребностей пользователей с ограниченными возможностями здоровья и описана реализация нескольких подсистем. Описанная система в настоящее время инсталлирована в жилое помещение и полностью выполняет заявленные функции. Система решает поставленные задачи, а также соответствует следующим критериям:

- имеет невысокую стоимость;
- имеет модульную структуру, что позволяет наращивать функционал умного дома;
- имеет специфические функции для людей с ОВЗ.

В процессе работы были рассмотрены выпускаемые на сегодняшний день программно-аппаратные решения, но ни одно из них не удовлетворяет потребностям людей с ОВЗ. Чаще всего подобные системы ориентированы либо на решение определённой задачи, либо имеют достаточно высокую стоимость. Данная система готова полностью решить проблемы всех категорий инвалидов. Благодаря тому, что систему можно запрограммировать на выполнение различных задач, её можно использовать как в квартирах, так и в больших загородных домах.

Упор был сделан на функции, позволяющие управлять системой дистанционно. Все команды имеют обратную связь. Каждое событие сопровождается звуковым или световым подтверждением. Аппаратная часть построена на проводной технологии Modbus, имеет смешанную систему управления во главе с центральным контроллером WirenBoard. Данный контроллер зарекомендовал себя, как надёжное и многофункциональное решение, покрывающее все потребности систем домашней автоматизации. Данное решение полностью совместимо с российскими электрическими сетями, имеет высокую помехозащищённость и относительно быструю реакцию на события.

В данной работе система представлена лишь частично, в настоящее время система УД включает в себя системы управления светом, розетками, мультимедиа, безопасностью, а также управление прочими инженерными системами.

В процессе работы были опубликованы 2 статьи в сборниках материалов конференций, получены 2 диплома первой степени [25, 26].

В будущем планируется дальнейшее развитие системы с целью её усовершенствования. На данный момент ведётся работа над внедрением идентификации пользователя в каждой комнате, определение общего количества жильцов в доме и подстройки системы под каждого человека. Такой подход позволит решать как общие, так и задачи, направленные на конкретного пользователя. Например, система позволит настраивать нужный уровень освещения, поддерживать определённый климат, выбирать музыкальное сопровождение, а также активировать прочие сценарии, которые повысят качество жизни всех людей, находящихся в умном доме.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- УД – Умный дом
ОВЗ – Ограниченные возможности здоровья

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Умный дом, как технология помощи пожилым людям и инвалидам [Электронный ресурс] // Научная электронная библиотека. – Режим доступа: <https://elibrary.ru>
- 2 Умный дом по-русски: комфорт против энергоэффективности [Электронный ресурс] // ИТ-инфраструктура и Инженерные Системы – Режим доступа: <http://www.asteros.ru>
- 3 Обзор систем «Умный дом» [Электронный ресурс] // Научная электронная библиотека. – Режим доступа: <https://elibrary.ru>
- 4 Стартовый комплект «Умный дом» Fibaro Starter Kit (FIB_Start) [Электронный ресурс] // «Технологии для жизни». – Режим доступа: <https://t4l.ru/umnyy-dom>
- 5 EasySmartBox - готовые системы Умный Дом от производителя [Электронный ресурс] // EasySmartBox. – Режим доступа: <http://easysmartbox.com>
- 6 Оборудование для умного дома SenseHome [Электронный ресурс] // Умный дом SenseHome. – Режим доступа: <https://sensehome.ru>
- 7 InwiON - Видео [Электронный ресурс] // Национальная библиотека им InwiON. – Режим доступа: <http://inwion.ru>
- 8 Виды умных домов, описание систем умного дома, технология Умного дома [Электронный ресурс] // Умный дом установка системы в Санкт-Петербурге. – Режим доступа: <http://www.besmart.su/article/kakie-byvayut-umnye-doma>
- 9 X10 Europe - Wireless solutions for 230 volts countries [Электронный ресурс] // x10europe.com. – Режим доступа: <http://www.x10europe.com>
- 10 Просто о протоколе Modbus RTU [Электронный ресурс] // Промышленные компьютеры от IPC2U– Режим доступа: <https://ipc2u.ru>
- 11 Z-Wave Russia - Умный дом [Электронный ресурс] // Z-Wave Russia. – Режим доступа: <http://www.z-wave.ru/>

- 12 Локотков, А. Интерфейсы последовательной передачи данных. Стандарты RS-422/RS-485 / Локотков А. // СТА. – 1997 - №3.
- 13 Wi-Fi, Стандарты [Электронный ресурс] // wi-life.ru - Режим доступа: <http://wi-life.ru/technologii>
- 14 Протоколы Bluetooth [Электронный ресурс] // GAW.ru. – Режим доступа: <http://www.gaw.ru>
- 15 Элсенпитер Р.К. Умный Дом строим сами / Элсенпитер Роберт К., Велт Тоби Дж.; под переводом Казаченко В.; КУДИЦ-Образ – 2005г.
- 16 Декодирование сигналов инфракрасного пульта дистанционного управления [Электронный ресурс] // chipenable.ru. – Режим доступа: <http://chipenable.ru>
- 17 Российский производитель систем умный дом, smart home, компания Разумдом [Электронный ресурс] // Российский производитель системы умный дом. – Режим доступа: <http://www.razumdom.ru>
- 18 Wiren Board | Контроллеры для автоматизации [Электронный ресурс] // Контроллеры для автоматизации. – Режим доступа: <http://contactless.ru/>
- 19 Контроллер для умного дома LanDrive SPIDER2 [Электронный ресурс] // INSYTE Electronics. – Режим доступа: <http://www.insyte.ru>
- 20 GitHub - contactless/wb-rules: Rule engine for Wiren Board [Электронный ресурс] // The world's leading software development platform. – Режим доступа: <https://github.com>
- 21 Общий обзор ES5 на русском [Электронный ресурс] // ES5. – Режим доступа: <http://es5.javascript.ru>
- 22 Милур-105 счетчик электроэнергии однофазный, многотарифный [Электронный ресурс] // Энотек - Энергосберегающие технологии. – Режим доступа: <http://eno-tek.ru>
- 23 Понятие о микроклимате. Характеристика микроклимата [Электронный ресурс] // Безопасность жизнедеятельности человека: Главная. – Режим доступа: <http://bgdstud.ru>

24 Исполнительные устройства и датчики для шины RS-485 Modbus RTU — Wiren Board [Электронный ресурс] // Контроллеры для автоматизации. – Режим доступа: <https://contactless.ru>

25 Специальные возможности системы "Умный дом". Электронный сборник статей победителей V Международной научно-практической конференции «EUROPEAN SCIENTIFIC CONFERENCE» 30 июля 2017г. в г. Пенза. Электронный сборник МК-196 [Электронный ресурс]/Алимовнин С.Г., Мильчаков С.А., Сиротинина Н.Ю. // Наука и Просвещение. – Пенза, 2017. – Режим доступа: <http://naukaip.ru>

26 Реализация речевого интерфейса системы «Умный дом» “Профессионал года 2017” Сборник статей V Международного научно-практического конкурса, состоявшейся 25 августа 2017 г. в г. Пенза. Номер сборника К-56 страницы 52-56 [Электронный ресурс]/Алимовнин С.Г., Мильчаков С.А., Сиротинина Н.Ю. // Наука и Просвещение. – Режим доступа: <http://naukaip.ru>

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Код модуля управления температурой

раздел настроек:

```
var profil econom =1; //экономичный профиль
var p_econom_max =22; //максимальное значение температуры
var p_econom_sr =20; //среднее значение температуры
var p_econom_min =18; //минимальное значение температуры
var profil standart =0; //стандартный режим работы
var p_standart_max =26;
var p_standart_sr =24;
var p_standart_min =22;
var profil teplo =0; //режим поддержания тепла
var p_teplo_max =30;
```

```
var p_teplo_sr =28;
var p_teplo_min =26;
```

//объявляем таймеры и присваиваем им неопределённое значение

```
var timer_okno_kabinet1_ms = 2 * 1000;
var timer_okno_kabinet1 = null;
var timer_okno_kabinet0_ms = 5 * 1000;
var timer_okno_kabinet0 = null;
```

```
var timer_batareya_kabinet1_ms = 10 * 1000;
var timer_batareya_kabinet1 = null;
var timer_batareya_kabinet2_ms = 10 * 1000;
var timer_batareya_kabinet2 = null;
var timer_batareya_kabinet3_ms = 1200 * 1000;
var timer_batareya_kabinet3 = null;
var timer_batareya_kabinet4_ms = 1200 * 1000;
var timer_batareya_kabinet4 = null;
var timer_okno_kondicioner_kabinet1_ms = 5 * 1000;
var timer_okno_kondicioner_kabinet1 = null;
```

//объявляем переменные

```
var p_batareya_kabinet =null; //определение значения работы радиатора
центрального отопления
var p_kondicioner_kabinet =0; //определение работы кондиционера
```

```
defineRule("temperatura_kabinet", //название сценария
{
whenChanged: "wb-ms-thls-v2_6/Temperature", //отслеживаем параметры
температурного датчика
then: function (newValue, devName, cellName)
```

```

{
if (dev["wb-gpio/EXT5_DR1"] ==0) //если хозяин дома
{
if (profil econom ==1) //система находится в экономичном режиме
{
if (dev["wb-gpio/EXT7_DR9"] ==0 && dev ["wb-ms-thls-
v2_6"]["Temperature"] <= p_econom_sr) //если окно открыто и
температура меньше или равна среднему значению
{
dev ["wb-mr14_55"]["K2"] =1; //закрываем окно, запускаем реле оконного
привода
dev ["wb-mr14_55"]["K1"] =0;
if (timer_okno_kabinet0) //если сработал таймер окна
{
clearTimeout(timer_okno_kabinet0); //очищаем его
}
timer_okno_kabinet0 = setTimeout(function () //запускаем функцию
таймер
{
dev ["wb-mr14_55"]["K2"] =0; //отключаем реле оконного привода
timer_okno_kabinet0 = null; //сбрасываем таймер
},
timer_okno_kabinet0_ms);
}
if (dev["wb-gpio/EXT7_DR9"] ==1 && dev ["wb-ms-thls-
v2_6"]["Temperature"] < p_econom_min && dev ["wb-ms-thls-
v2_6"]["External Sensor 2"] < 29.7 && dev ["wb-ms-thls-
v2_6"]["External Sensor 1"] > 40.1) //если окно открыто, температура
меньше минимально заданной, отопление есть, но радиатор выключен
{
p_batareya_kabinet =1; //присваиваем значение переменной
}
if (p_batareya_kabinet ==1)
{
dev ["wb-mr14_55"]["K10"] =1; //включаем реле, открывающее клапан на
радиаторе отопления
dev ["wb-mr14_55"]["K11"] =0;
if (timer_batareya_kabinet3) //если таймеры сработали, очищаем их
{
clearTimeout(timer_batareya_kabinet4);
}
timer_batareya_kabinet3 = setTimeout(function ()
{
dev ["wb-mr14_55"]["K10"] =0; //отключаем реле клапана
timer_batareya_kabinet3 = null;
},
timer_batareya_kabinet3_ms);
}
if (dev["wb-gpio/EXT7_DR9"] ==1 && dev ["wb-ms-thls-
v2_6"]["Temperature"] > p_econom_max && dev ["wb-ms-thls-
v2_6"]["External Sensor 2"] > 30.1 && dev ["wb-ms-thls-

```



```

v2_6"]["External Sensor 1"] > 40.1) //если окно закрыто, температура
выше максимально заданной, отопление есть и радиатор включен
{
p_batareya_kabinet =2;
}
if (p_batareya_kabinet ==2)
{
dev ["wb-mr14_55"]["K11"] =1; //выключаем радиатор
dev ["wb-mr14_55"]["K10"] =1;
if (timer_batareya_kabinet3)
{
clearTimeout(timer_batareya_kabinet3);
}
if (timer_batareya_kabinet4)
{
clearTimeout(timer_batareya_kabinet4);
}
timer_batareya_kabinet4 = setTimeout(function ()
{
dev ["wb-mr14_55"]["K10"] =0;
dev ["wb-mr14_55"]["K11"] =0;
timer_batareya_kabinet4 = null;
},
timer_batareya_kabinet4_ms);
}
if (dev["wb-gpio/EXT7_DR9"] ==1 && dev ["wb-ms-thls-
v2_6"]["Temperature"] > p_econom_max && dev ["wb-ms-thls-
v2_6"]["External Sensor 2"] < 29.7 && dev ["wb-ms-thls-
v2_6"]["External Sensor 1"] < 29.9 && dev ["wb-w1"]["28-0415a1ca15ff"]
> 21.3) //если окно закрыто, температура больше максимального
значения, отопления нет, температура на улице больше 21.3
{
var date = new Date(); //определение времени работы сценария
var date_start = new Date(date);
date_start.setHours(11);
date_start.setMinutes(00); //начинаем с 11-00
var date_end = new Date(date);
date_end.setHours(23);
date_end.setMinutes(59); //заканчиваем в 23-59
if ((date > date_start) && (date < date_end)) //пока этот промежуток
времени выполняем
{
p_kondicioner_kabinet =1; //передаём в переменную значение активности
работы кондиционера
}
Else //если другой временной промежуток, открываем окно
{
dev ["wb-mr14_55"]["K2"] =0;
dev ["wb-mr14_55"]["K1"] =1;
if (timer_okno_kabinet1)
{

```

```

clearTimeout(timer_okno_kabinet1);
}
timer_okno_kabinet1 = setTimeout(function ()
{
dev ["wb-mr14_55"]["K1"] =0;
timer_okno_kabinet1 = null;
},
timer_okno_kabinet1_ms);
}
if (p_kondicioner_kabinet ==1)
{
dev ["wb-mir_104"]["Play from ROM1"] =1; //активируем кондиционер
}
}
if (dev ["wb-ms-thls-v2_6"]["Temperature"] <= p_econom_sr &&
p_kondicioner_kabinet ==1) //если кондиционер работает, а температура
меньше или равна среднему значению
{
dev ["wb-mir_104"]["Play from ROM1"] =1;
p_kondicioner_kabinet =0; //выключаем кондиционер
}
if (dev["wb-gpio/EXT7_DR9"] ==1 && dev ["wb-ms-thls-
v2_6"]["Temperature"] < p_econom_min && dev ["wb-ms-thls-
v2_6"]["External Sensor 2"] < 29.7 && dev ["wb-ms-thls-
v2_6"]["External Sensor 1"] < 29.9 && dev ["wb-w1"]["28-0415a1ca15ff"]
< 10) //если окно закрыто, отопления нет, температура в помещении
меньше минимально заданного значения, на улице температура меньше 10
градусов
{
dev ["wb-mr14_55"]["K5"] =1; //включаем обогреватель
}
if (dev ["wb-mr14_55"]["K5"] ==1 && dev ["wb-ms-thls-
v2_6"]["Temperature"] >= p_econom_sr) //если температура больше или
равна среднему значению? а обогреватель включён
{
dev ["wb-mr14_55"]["K5"] =0; //отключаем обогреватель
}
if (dev["wb-gpio/EXT7_DR9"] ==1 && dev ["wb-ms-thls-
v2_6"]["Temperature"] > p_econom_max && dev ["wb-ms-thls-
v2_6"]["External Sensor 2"] < 30.1 && dev ["wb-ms-thls-
v2_6"]["External Sensor 1"] > 30.9 && dev ["wb-w1"]["28-0415a1ca15ff"]
< 21.3 && dev ["wb-w1"]["28-0924a1ca15ff"] > 5) //если окно закрыто,
радиатор отключён, отопление есть, температура на улице меньше 21.3 но
больше 5
{
dev ["wb-mr14_55"]["K1"] =1; //открываем окно
dev ["wb-mr14_55"]["K2"] =0;
if (timer_okno_kabinet1)
{
clearTimeout(timer_okno_kabinet1);
}
}
}

```

```

timer_okno_kabinet1 = setTimeout(function ()
{
dev ["wb-mr14_55"]["K1"] =0;
timer_okno_kabinet1 = null;
},
timer_okno_kabinet1_ms);
}
if (dev["wb-gpio/EXT7_DR9"] ==1 && dev ["wb-ms-thls-
v2_6"]["Temperature"] > p_econom_max && dev ["wb-ms-thls-
v2_6"]["External Sensor 2"] < 30.1 && dev ["wb-ms-thls-
v2_6"]["External Sensor 1"] < 30.9 && dev ["wb-w1"]["28-0415a1ca15ff"]
< 21.3 && dev ["wb-w1"]["28-0924a1ca15ff"] > 5) //если окно закрыто,
радиатор отключён, отопления нет, температура на улице меньше 21.3 но
больше 5
{
dev ["wb-mr14_55"]["K1"] =1; //открываем окно
dev ["wb-mr14_55"]["K2"] =0;
if (timer_okno_kabinet1)
{
clearTimeout(timer_okno_kabinet1);
}
timer_okno_kabinet1 = setTimeout(function ()
{
dev ["wb-mr14_55"]["K1"] =0;
timer_okno_kabinet1 = null;
},
timer_okno_kabinet1_ms);
}
}
}
}
});

```

```

defineRule("batareya_okno_kabinet", //правило выключает радиатор,
если есть отопление и открывается окно
{
whenChanged: "wb-gpio/EXT7_DR9",
then: function (newValue, devName, cellName)
{
if (dev["wb-gpio/EXT7_DR9"] ==0)
{
dev ["wb-mr6c_101"]["K2"] =0;
if (dev ["wb-ms-thls-v2_6"]["External Sensor 2"] > 30.5 && dev ["wb-
ms-thls-v2_6"]["External Sensor 1"] > 40.1)
{
dev ["wb-mr14_55"]["K11"] =1;
dev ["wb-mr14_55"]["K10"] =1;
if (timer_batareya_kabinet1)
{
clearTimeout(timer_batareya_kabinet1);

```

```

}
if (timer_batareya_kabinet2)
{
clearTimeout(timer_batareya_kabinet2);
}
timer_batareya_kabinet2 = setTimeout(function ()
{
dev ["wb-mr14_55"]["K10"] =0;
dev ["wb-mr14_55"]["K11"] =0;
timer_batareya_kabinet2 = null;
},
timer_batareya_kabinet2_ms);
}
}
});

```

```

var timer_uvlajnitel_kabinet_ms = 4200 * 1000;
var timer_uvlajnitel_kabinet = null;

```

```

defineRule("uvlajnitel_kabinet",
{
whenChanged: "wb-mr6c_101/Input 2",
then: function (newValue, devName, cellName)
{
if (dev["wb-mr6c_101"]["Input 2"] ==1)
{
if (dev["wb-gpio/EXT7_DR9"] ==0)
{
dev ["wb-mr14_55"]["K2"] =1;
dev ["wb-mr14_55"]["K1"] =0;
if (timer_batareya_kabinet5)
{
clearTimeout(timer_batareya_kabinet5);
}
timer_batareya_kabinet5 = setTimeout(function ()
{
dev ["wb-mr14_55"]["K2"] =0;
timer_batareya_kabinet5 = null;
},
timer_batareya_kabinet5_ms);
}
if (timer_uvlajnitel_kabinet)
{
clearTimeout(timer_uvlajnitel_kabinet);
}
timer_uvlajnitel_kabinet = setTimeout(function ()
{
dev ["wb-mr6c_101"]["K2"] =0;
timer_uvlajnitel_kabinet = null;
}
});

```

```

    },
    timer_uvlajnitel_kabinet_ms);
}
if (dev["wb-mr6c_101"]["Input 2"] ==0)
{
    if (timer_uvlajnitel_kabinet)
    {
        clearTimeout(timer_uvlajnitel_kabinet);
    }
}
});

```

```

defineRule("datchik_vlajnosti_v_kabinete",
{
    whenChanged: "wb-ms-thls-v2_6/Humidity",
    then: function (newValue, devName, cellName)
    {
        if (dev["wb-mr6c_101"]["Input 2"] ==0)
        {
            var date = new Date();
            var date_start = new Date(date);
            date_start.setHours(11);
            date_start.setMinutes(10);
            var date_end = new Date(date);
            date_end.setHours(23);
            date_end.setMinutes(59);
            if ((date > date_start) && (date < date_end))
            {
                if (dev ["wb-ms-thls-v2_6"]["Humidity"] < 27.1 && dev["wb-
                gpio/EXT7_DR9"] ==1 && dev["wb-gpio/EXT5_DR1"] ==0)
                {
                    dev ["wb-mr6c_101"]["K2"] =1;
                }
            }
            if (dev ["wb-ms-thls-v2_6"]["Humidity"] > 33.5 && dev["wb-
            gpio/EXT5_DR1"] ==0)
            {
                dev ["wb-mr6c_101"]["K2"] =0;
            }
        }
    }
});

```