

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

Хакасский технический институт – филиал
ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»

институт

Электроэнергетика

кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
Г.Н.Чистяков

подпись

инициалы, фамилия

« ____ »

2021г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

13.03.02. «Электроэнергетика и электротехника»

код и наименование специальности

Энергоснабжение индивидуального жилого дома с применением
технологии «Умный дом»

тема

Руководитель

подпись, дата

к.э.н., доцент

ученая степень, должность

Н.В.Дулесова

инициалы, фамилия

Выпускник

подпись, дата

Е.Е.Благодатская

инициалы, фамилия

Нормоконтролер

подпись, дата

И.А. Кычакова

инициалы, фамилия

Абакан 2021

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

Хакасский технический институт – филиал
ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»
институт
Электроэнергетика
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой электроэнергетики

_____ Г.Н. Чистяков
подпись инициалы, фамилия
« ____ » _____ 2021 г.

ЗАДАНИЕ

НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ

в форме бакалаврской работы _____

Студентке Благодатской Елене Емельяновне

(фамилия, имя, отчество)

Группа ХЭн 17-01 (17-1): Направление (специальность) 13.03.02

номер

код

Электроэнергетика и электротехника

наименование

Тема выпускной квалификационной работы: Энергоснабжение индивидуального жилого дома с применением технологии «Умный дом»

Утверждена приказом по институту № 243 от 20.04.2021

Руководитель ВКР Н.В.Дулесова, к.э.н., доцент

Исходные данные для ВКР: Площадь дома, мощности потребления каждого потребителя.

Перечень разделов выпускной квалификационной работы:

Введение.

1. Понятие системы «Умный дом»

1.1 Предмет исследования

1.2 Описание объекта

1.3 Энергоснабжение с применением технологии Smart («Умный дом»)

2. Внедрение «Умной» автоматики в систему отопления дома

2.1 Автоматика ZONT (дистанционное управление отоплением)

3. Примерная стоимость внедрения и экономический эффект по автоматизации работы отопительного узла индивидуального жилого дома

3.1 Стоимость внедрения

3.2 Экономический эффект и сроки окупаемости

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Перечень обязательных листов графической части:

1. Схема «Умного дома»;

2. Принципиальная схема автоматизации теплового узла;

3. Расчет экономического эффекта от внедрения системы «Умный дом».

Руководитель ВКР

подпись

Н.В.Дулесова

инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению

подпись

Е.Е.Благодатская

инициалы и фамилия студента

«___» _____ 2021г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Энергоснабжение индивидуального жилого дома с применением технологии «Умный дом» содержит 58 страниц текстового документа, 24 рисунка, 9 таблиц, 25 использованных источников, 3 листа графического материала.

«УМНЫЙ ДОМ», ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ, ТЕПЛОВАЯ СХЕМА, ЧАСТНЫЙ ДОМ, ИЖС, МОЩНОСТЬ, ПОТРЕБИТЕЛЬ

Объект исследования – индивидуальный жилой дом 100м² в Республике Хакасия.

Предмет исследования – способы автоматизации для эксплуатации и энергообеспечения индивидуального жилого дома.

К основным вопросам автоматизации относятся: предпроектное обследование, составление технического задания, выбор схемы Smart, выбор оборудования, при условии экономичности и расширенности сервисных функций. Интерес населения автоматизации жилых домов и квартир очень актуален на данный момент и все чаще применяются в качестве основного единого сервисного комплекса квартиры или жилого дома.

Целью данной выпускной квалификационной работы является исследование системы «Умный дом» в целом и внедрение схемы автоматизации управлением тепловым узлом жилого дома. Для достижения данной цели, в работе был проведен анализ существующих систем «Умный дом» на предмет наличия сервисных функций, выбран основной «мозг» – главный контроллер, выбраны дополнительное оборудование расширения функций, разработана схема автоматизации работы теплового узла жилого дома от параметров температуры наружного воздуха, температуры внутри дома и времени суток, произведен экономический анализ после внедрения проекта.

Также в процессе работы, были затронуты аспекты реализации использования альтернативных источников для энергоснабжения жилого дома.

ABSTRACT

The final qualifying work on the topic "Power supply of an individual residential building using the Smart House technology" contains 58 pages of a text document, 24 figures, 9 tables, 25 used sources, 3 sheets of graphic material.

"SMART HOUSE", POWER SUPPLY, HEAT SCHEME, PRIVATE HOUSE, IZHS, POWER, CONSUMER

The object of the study is an individual dwelling house of 100 m² in the Republic of Khakassia.

The subject of the research is automation methods for the operation and power supply of an individual dwelling house.

The main issues of automation include: pre-project inspection, drawing up technical specifications, choosing a Smart scheme, choosing equipment, provided that the service functions are economical and expandable. The interest of the population in the automation of residential buildings and apartments is very relevant at the moment and are increasingly used as the main single service complex of an apartment or residential building.

The purpose of this final qualifying work is to study the "Smart Home" system as a whole and to introduce an automation scheme for controlling the heating unit of a residential building. To achieve this goal, the analysis of the existing Smart Home systems was carried out for the availability of service functions, the main "brain" was chosen - the main controller, additional equipment for expanding functions was selected, a scheme for automating the operation of the heating unit of a residential building from the parameters of the outside air temperature was developed, temperature inside the house and time of day, an economic analysis was carried out after the implementation of the project.

Also in the process of work, aspects of the implementation of the use of alternative sources for power supply of a residential building were touched up

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1. Понятие системы «Умный дом».....	8
1.1 Предмет исследования.....	8
1.2 Описание объекта.....	11
1.3 Энергоснабжение с применением технологии smart («Умный дом»).....	28
2. Встраивание «Умной» автоматики в систему теплоснабжения дома.....	35
2.1 Автоматика ZONT (дистанционное управление отоплением).....	44
3. Примерная стоимость внедрения и экономический эффект по автоматизации работы отопительного узла индивидуального жилого дома.....	50
3.1 Стоимость внедрения.....	50
3.2 Экономический эффект и сроки окупаемости.....	54
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	56
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	57

ВВЕДЕНИЕ

Комфорт и качество нашей жизни во многом зависит от нас самих, а также от того, какие возможности для создания комфортной во всех отношениях жизни, нам готов предложить современный прогресс. Во многом повысить качество жизни поможет современная система «Умный дом»

«Умный дом» – система управления в доме, офисе, квартире или здании. Она включает в себя датчики, управляющие элементы и исполнительные устройства. Главная задача системы – обеспечение комфорта, безопасности, а также экономии энергоресурсов.

Актуальность выпускной квалификационной работы – «Умный дом» в последнее время стал очень востребованным. Система «Умный» дом представляет собой систему управления всеми автоматическими средствами, находящимися в доме. Основная задача этого управления – обеспечить надежность и качество управления. Система «Умный дом» дает возможность управлять всеми видами электропроводки: освещение, отопление, кондиционирование, сигнализация, электрические сети и прочее оборудование, имеющееся в доме. Эта система относится к новым современным технологиям, отличающимся своими эффективными и экономичными качествами.

Целью выпускной квалификационной работы является:

- Раскрыть актуальность в моделировании системы альтернативного энергоснабжения частного жилого дома;
- Рассмотреть раздел современной системы автоматизации управления инженерными коммуникациями индивидуального жилого дома по системе «Умный дом»;
- Сравнить экономическую эффективность внедрения автоматизации управления инженерными коммуникациями индивидуального жилого дома.

Объектом исследования данной работы является система «Умный дом».

Предмет исследования – способы автоматизации для эксплуатации и энергообеспечения индивидуального жилого дома.

1 Понятие системы «Умный дом»

1.1 Предмет исследования

Под влиянием новых социальных условий и материальных возможностей людей, под воздействием развивающейся техники и научно–технического прогресса изменяются представления человека о своём жилище, его оценка с точки зрения комфортности, степени удовлетворённости тем или иным решением. Влияют на дом и его оценку, и образ жизни человека, его социальное положение, место жительства, природно–климатические условия, национально–бытовые традиции.

Современный мир невозможно представить без автоматизации. Наше жилище не исключение. В повседневной жизни в квартире или загородном доме мы производим сотни и тысячи действий, которые могли бы выполняться без нашего участия. Всё – от включения света до поддержания климата в квартире можно автоматизировать. Это стало возможным благодаря системе «Умный дом».

«Умный дом» – это комплекс электроники, которая работает внутри или снаружи дома и выполняет централизованное управление всеми (или почти всеми) инженерными системами. Под инженерными системами понимается всё техническое оборудование дома (от канализации до аудио–видео техники). Идея «Умного дома» состоит в том, что единый комплекс электроники согласованно управляет работой всего инженерного обеспечения дома.

В состав комплекса входит набор самых разных устройств, каждое из которых несёт свою функцию. Их можно разбить на группы в зависимости от назначения.

Устройства, с помощью которых система получает команды.

Сюда входят: мобильные телефоны с установленными приложениями, колонки, принимающие команды, сенсорные панели, персональные компьютеры, с помощью которых также может осуществляться управление.

Устройства, обеспечивающие работу системы.

В эту группу можно включить: блоки питания, контроллеры, выполняющие вычисления, датчики, отслеживающие выполнение команд, мультирумы, распространяющие настройки и команды по удалённым друг от друга зонам, и прочие устройства, отвечающие за слаженную работу комплекса.

Устройства, выполняющие команды.

Сюда относится разнообразная «умная» техника, получающая команды согласно программе и выполняющая их. Розетки, способные включать и отключать устройства, светильники, кофеварки и т.д.

Работа всех этих устройств настраивается пользователем в зависимости от его потребностей. Выполняемый набор функций может быть очень широк: управление освещением, температурой, электроэнергией, системами мультимедиа и прочими.

«Умный дом» – жилой дом или квартира, организованный для проживания людей при помощи автоматизации и высокотехнологичных устройств. «Умный дом» – это система, позволяющая обеспечить ресурсосбережение, удобство и безопасность. Такая система способна распознавать различные ситуации и должным образом реагировать на них. Схема «Умного дома» приведена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Схема умного дома

Коротко на вопрос, что такое «Умный дом», можно ответить следующим образом – это строение, в котором все происходящие процессы максимально автоматизированы и подогнаны под потребности человека. В понятие «Умный дом» обычно вкладывают автоматизацию рутинных мероприятий.

Возможности системы «Умный дом» поистине многогранны. Например, к вашему пробуждению система нагреет полы в ванной комнате, включит музыкальный центр, настроит работу кондиционера на заданную температуру, отрегулирует оптимальную влажность в помещении и многое другое:

1. Система общего управления «Умный дом»;
2. Дистанционный пульт «Умный дом» заменит пульта управления от разных видео – аудиоустройств;
3. Связь между помещениями:
 - Возможность селекторной связи внутри одного дома.
 - Входной звонок:
 - Войдя в дом, гости запустят воспроизведение Вашей любимой мелодии, нажав на входной звонок.
 - Подсистема средств общения «умного дома»
4. Управление через интернет:

Для управления и настройки дома из офиса, машины и т.д. программа системы «Умный дом» позволяет с помощью электронной почты передавать необходимые команды. Для этого основная программа разделяется на два независимых модуля, один из которых находится в доме и ждет команд. Другой же находится вместе с Вами на вашем рабочем компьютере.

Дистанционное управление:

Для удобства управления бытовыми устройствами в доме, был создан пульт дистанционного управления, позволяющий совмещать в себе управление телевизором, видеомагнитофоном, музыкальным центром, спутниковым ресивером.

Он так же позволяет включать и отключать: осветительные приборы,

управляемые электрические – розетки, различные сценарии освещения. При помощи комбинаций нескольких кнопок – открыть ворота, поставить дом на охрану и совершить много других различных действий.

«Умный дом» имеет ряд преимуществ:

- позволяет экономить до 10 – 18% электроэнергии;
- повышает комфорт и безопасность.
- имеется возможность контролировать и управлять системами дома через интернет, даже находясь на большом расстоянии.

1.2 Описание объекта

Рассмотрим типовой малоэтажный жилой дом со всеми удобствами площадью $S = 100\text{м}^2$, который можно отнести к дому усадебного типа или к коттеджной постройке.

Главное преимущество индивидуального жилого дома перед другими в том, что в нем всегда живут люди. Здесь протекают такие жизненно необходимые процессы, как: прием и приготовление еды, сон и отдых, личная гигиена, туалет, хранение продуктов и вещей, уход за всеми имеющимися предметами, работа, увлечения, пользование инженерными коммуникациями дома.

Основными потребителями электроэнергии являются электроприемники, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Потребители ИЖС

Потребитель	Мощность, Р,кВт	Напряжение, U,кВ
1	2	3
Электрическая плита	9,00	0,38
Водонагреватель	2,00	0,22
Розеточная группа:		
1	3,52	0,22
2	3,52	0,22
3	3,52	0,22
4	2,20	0,22

Продолжение таблицы 1 – Потребители ИЖС

5	7,04	0,22
6	7,04	0,22
Освещение	3,07	0,22
Котел электрический	15,00	0,38
Тепловой узел	1,00	0,22
Тепловой насос	4,00	0,38
Итого	60,91	0,22/0,38

Дом усадебного типа – это традиционная сельская усадьба с хозяйственными постройками.

Однако бесценным достоинством этого дома остаётся близость к земле и как следствие – экологичность образа жизни. Поэтому в обозримом будущем коттеджный дом пока не имеет себе альтернативы.

Индивидуальный жилой дом относится к третьей категории электроснабжения [16] и имеет габаритные размеры 10,5м x 10,5м.

Индивидуальный жилой дом находится в Республике Хакасия, Абаканско–Черногорском промышленном узле. Он находится в зоне резко континентального климата с сухим жарким летом и холодной малоснежной зимой, хорошо выраженными сезонами года. Средняя температура воздуха июля + 17,9°С, января – 18,9°С.

Моделируем систему для индивидуального дома.

Выбираем контроллер.

Что такое контроллер для системы «Умный дом»?

Контроллер умного дома – это аппарат, который руководит всеми потребителями, приборами, а также высылает отчет хозяину о состоянии этих потребителей. Руководствуется датчиками температуры, воздуха, света для контроля систем освещения, обогрева, кондиционирования. Может быть запрограммирован на совершение различных действий с течением времени, по временному графику. Кроме автономного режима, с контроллером можно связаться через специальный интерфейс (компьютерную сеть, мобильный

оператор или радиосеть), и управлять вручную приборами. На рисунке 2 представлены приборы, управляемые контроллером системы «Умный дом».

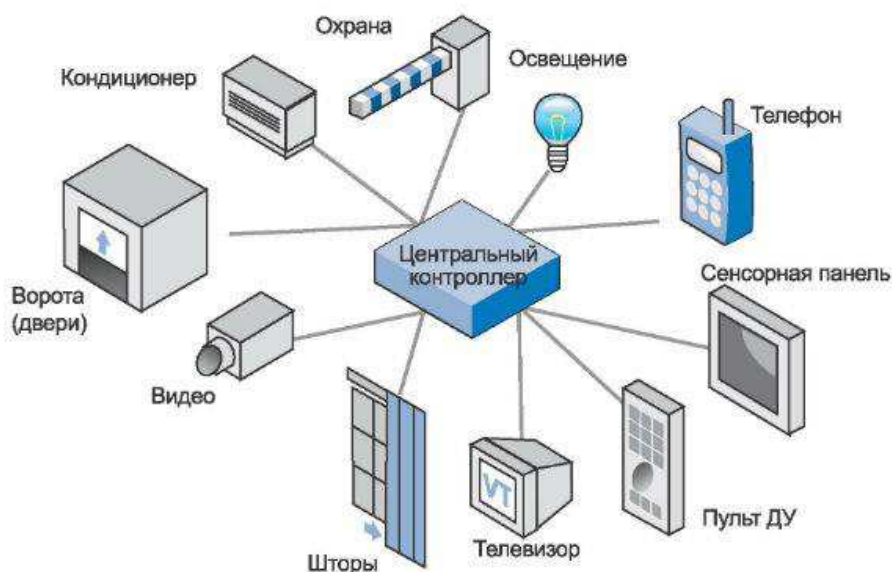


Рисунок 2 – Приборы, управляемые контроллером системы «Умный дом»

Выбирать контроллер необходимо в зависимости от того, как мы желаем построить архитектуру системы управления. Например, есть две разновидности системы управления: централизованная и децентрализованная. В основе централизованной системы управления лежит единственный высокопроизводительный центральный контроллер, который руководит всеми потребителями (приборами) и инженерными сетями в доме.

В случае децентрализованного управления интеллектуальная система «Умный дом» состоит из нескольких более простых контроллеров, каждый из которых несет функции по управлению определенной зоной – комнатой и всеми приборами в ней, отдельно группами освещения во всем доме, определенного назначения бытовыми приборами и т. д. (региональные контроллеры).

Центральный контроллер для системы «Умный дом» современного образца представляет собой компьютер, заключенный в небольшой пластиковый корпус, имеющий собственную ОС (операционную систему),

оперативную память и множество электронных компонентов коммутации (управления) сигналами: электронные реле, тиристорные ключи и др. Общий вид центрального контроллера представлен на рисунке 3.



Рисунок 3 – Центральный контроллер

Одна из комплектаций центрального домового контроллера системы «Умный дом» включает в себя: модуль беспроводной передачи, USB, COM, Ethernet порты.

Также в зависимости от комплектации, может быть встроенный GSM модуль для удаленного управления через мобильный телефон, Wi-Fi передатчик для управления системой из любой точки дома и графический сенсорный или кнопочный интерфейс (ЖК экран). Кроме того, разъемы для подключения к компьютеру и/или сетевому оборудованию: Ethernet, USB.

Такой контроллер способен управлять интеллектуальной техникой, как: холодильники, микроволновки, инженерные коммуникации и т.д. (если в самой технике предусмотрена такая функция), докладывая хозяину даже такие данные, как: температура в холодильнике, входные – выходные звонки телефонной линии и многое другое.

В качестве центрального контроллера выбираем российский EasyHomePLC5.1.[25]

Он выбран ввиду того, что обладает соответствующим уровнем сервисных функций, бесплатным программным обеспечением и умеренной ценой 55 000 рублей.

Рассмотрим в качестве альтернативы контроллер Beckhoff CX8080, изготовитель: Германия.

Стоимость контроллера 63 000 рублей и платное программное обеспечение (лицензия около 85 000 рублей), при аналогичном наборе сервисных функций, что явно проигрывает российскому по всем показателям.

Все остальные составляющие всей системы далее выбраны потому, что только такие модели совместимы с данным контроллером.

Выбираем модули расширения

Что такое модули расширения и связи для системы «Умный дом»?

Модули расширения – это устройства, подключаемые к контроллеру и расширяющие его функциональность. Отчасти переходники, делители и измерительные приборы также являются модулями расширения. Такие устройства могут быть встроенными в контроллер, подключаемыми отдельно через специально предназначенный разъем или общий разъем Ethernet, USB и другие интерфейсы. По причине того, что компании производители систем «Умный дом» используют различные системы шифрования передачи данных, при выборе модуля расширения важно обратить внимание на его совместимость, если контроллер приобретен другого производителя.

Модули расширения связи для системы «Умный дом» представляют собой устройства передачи данных беспроводным способом. К ним относятся всем известные Wi-Fi роутеры, которые подключаются к контроллеру так же, как и к компьютеру, через Ethernet или USB (есть и специально «заточенные» фирменные модули со своей системой подключения). Реже используются отдельно подключаемые GSM/GPRS модули (так как обычно они встроенные), с помощью которых система «Умный дом» может связываться с хозяином через СМС – оповещения на его номер телефона. Существуют модули

беспроводной связи Bluetooth (радиосигнал) и ИК (передача по средствам инфракрасного луча). Общий вид модуля расширения представлен на рисунке 4.



Рисунок 4 – Модуль беспроводной связи GSM и Wi-Fi; коммутатор для проводной сети Ethernet

Модули расширения функциональности системы «Умный дом» имеют самый разнообразный функционал, и, как правило, подключаются в общий или специальный разъем интерфейса. Они расширяют перечень функций контроллера, например, модуль голосовых сообщений дает возможность руководить системой по средствам звуковых (голосовых) команд. Также имеется возможность сделать так, чтобы система управления «Умный дом» воспроизводила звуковые сообщения (приветствия, предупреждения, поздравления и др.) на динамики. На рисунке 5 приведены модули расширения для управления сложными механизмами.



Рисунок 5 – Модули расширения для управления сложными механизмами, шаговыми двигателями и т. д.

Также стоит отметить расширение функционала по средствам модулей-переходников, которыми можно добиться совместимости различных стандартов устройств. Специальные модули управления предназначены для контроля различных специфических приборов (двигателей, механизмов открытия/закрытия дверей, клапанов вентиляции; многое другое) и элементов коммутации электрической цепи.

В качестве модуля расширения выбираем – модуль ОВЕН МОДУС 5626 и ОВЕН МОДУС 5640.

Выбираем элементы коммутации.

Под понятием коммутации электрической цепи стоит понимать замыкание/размыкание ее, а также регулирование напряжения и других параметров электрического тока. Регуляторы напряжения (освещения), преобразователи/трансформаторы, блоки питания, автоматические выключатели и реле – все это элементы коммутации, без которых монтаж системы «Умный дом» (как и любой электропроводной системы), выполнен не может быть. Они могут иметь встроенную защиту от перегрузки сети и короткого замыкания и срабатывают, размыкая цепь, таким образом, выполняя защитную функцию. Схема представлена на рисунке 6.

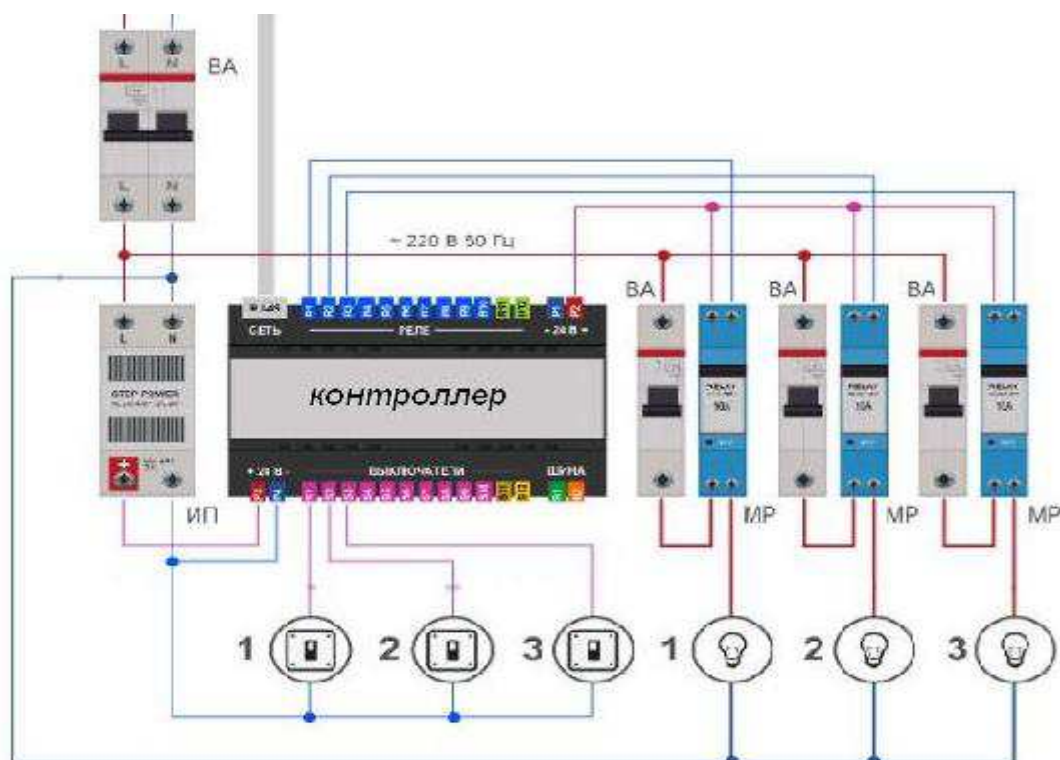


Рисунок 6 – Простая схема системы «Умный дом» с контроллером, элементами коммутации (управления) электрической цепи и элементарные потребители (в данном случае – лампы освещения)

На рисунке 6 представлены обозначения:

ВА – автоматические выключатели;

МР – электромагнитные реле;

ИП – источник питания.

Автоматические выключатели предназначены для предохранения электропроводки от перегрузки или замыкания. Они подбираются по мощности, на которую рассчитана контролируемая ими линия электропроводки. Для системы «Умный дом» существуют как обыкновенные ручные, так и управляемые автоматические выключатели.

Контролируемые автоматы имеют специальный интерфейсный выход на модуль управления, через который главный контроллер и хозяин может ими управлять дистанционно, не заглядывая в щитовую вообще.

Реле и релейные блоки – это элементы управления силовыми цепями при помощи подаваемого сигнала от контроллера. Сигнал может выглядеть в виде тока небольшой мощности, как правило 24 В (опять – таки, единого стандарта нет, есть разные системы и производители) или другого сигнал. Общий вид электромагнитного реле ОВЕН ПР200 представлен на рисунке 7.



Рисунок 7 – Электромагнитные реле для контроля одной и несколькими линиями силовой цепи

В отличие от автоматических выключателей, реле не имеют защиты и механизм замыкания/размыкания цепи выглядит противоположно: при подачи управляющего напряжения на электромагнитную часть, последняя приводит в действие якорь и механическим влиянием замыкает контакты силовой цепи питания (220 В). Самое элементарное реле управления одной силовой линией фазы имеет три входа и один выход: ноль и фаза управления электромагнитом (24 В которые), вход фазы силовой (220 В) от защитного автоматического выключателя и выход ее на потребитель.

Система управления группами освещения вмещает в себя прибор, именуемый диммером (подключают его к контроллеру также через специальный модуль управления). Общий вид диммера представлен на рисунке 8.



Рисунок 8 – Диммер

Выбираем диммер EasyHomeDIM.

Этот прибор рассчитан на управление одной или несколькими группами питания освещения и управляется при помощи контроллера в автоматическом режиме или дистанционно хозяином, что есть удобно. Еще преимущество диммера – через него контроллер может контролировать яркость освещения, руководствуясь данными про уровень освещенности, полученными из датчиков света.

Выбираем датчики и сенсоры.

Что такое измерительные приборы, датчики и сенсоры в системе «Умный дом»?

Эти устройства – как органы обоняния и осязания для человека: они дают представление о происходящем в окружающей среде. Благодаря современным измерительным приборам, датчикам и сенсорам (коих разнообразие на сегодня очень велико), на контроллер системы «Умный дом» поступают данные о температуре, влажности, степени освещенности и атмосферном давлении снаружи и внутри помещения. Датчики с элементарными функциями представлены на рисунке 9.

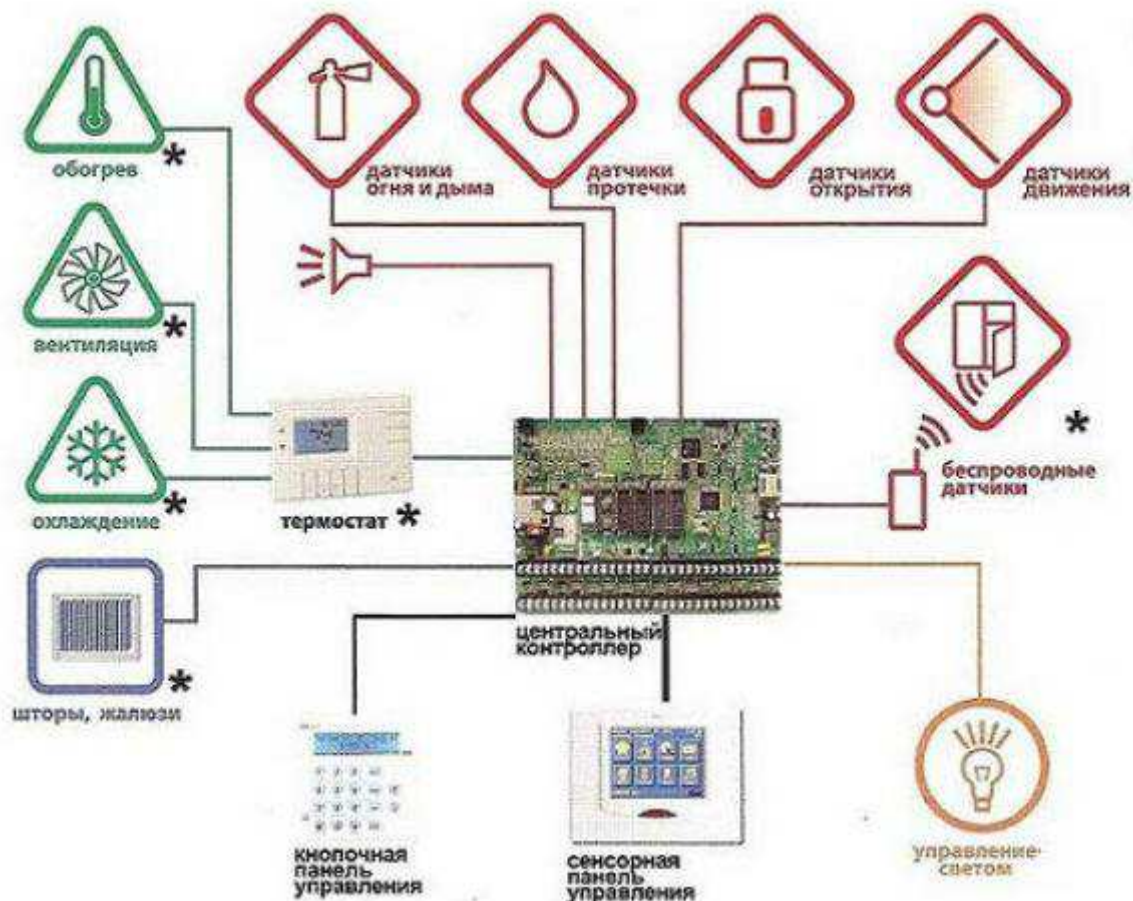


Рисунок 9 – Датчики с элементарными функциями

Имеются контрольно–измерительные приборы для контроля состояния инженерных коммуникаций: давления и учета расхода воды и утечки газа с электронным интерфейсом, позволяющим передавать эти данные интеллектуальной системе умного дома, которая будет строить отчеты и отправлять их хозяину.

Контроллер получает эти значения, обрабатывает их и, соответственно, посылает сигнал о включении/выключении групп осветительных приборов, а также регулировании уровня освещения (при наличии диммера). Примерно аналогичная система, только с разными рабочими элементами, имеется в датчиках контроля температуры (на основании их данных интеллектуальная система «Умный дом» управляет обогревом), движения и шума (свет,

сигнализация), утечки газа и воды (управление клапанами, перекрывающими газ и воду) и многое другое.

Датчики и сенсоры цифровые нового поколения имеют расширенный функционал и являются интеллектуальными устройствами. Например, современные многофункциональные датчики движения, способны не просто выводить данные на контроллер в двух параметрах: 1 («да», есть движение) или 0 («нет», нет движения). Общий вид датчика контроля представлен на рисунке 10.

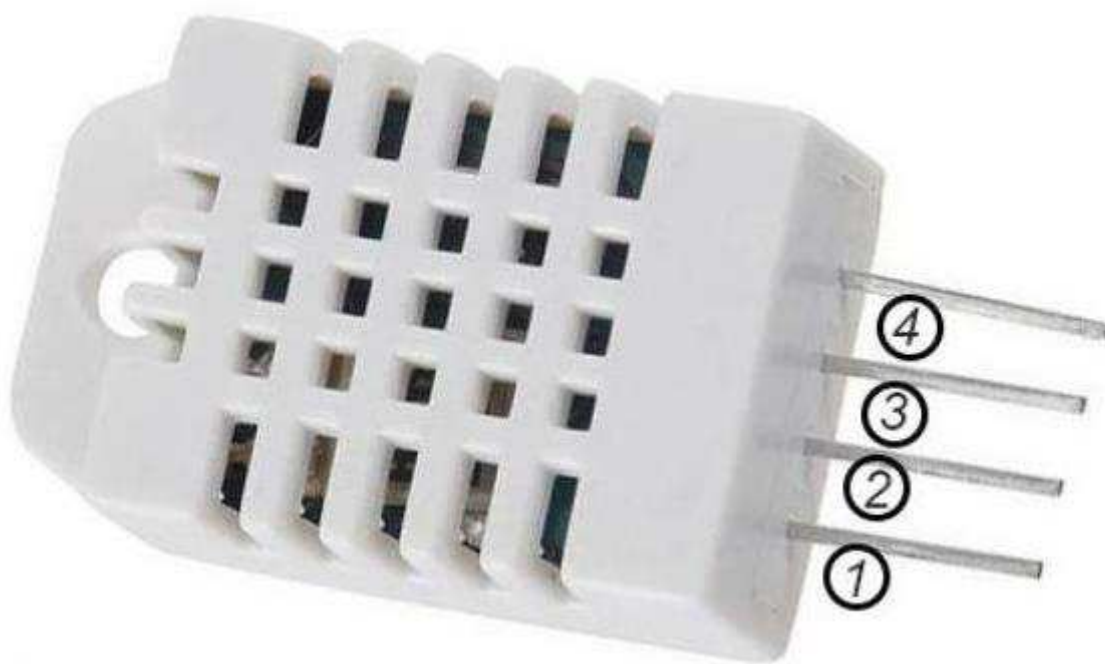


Рисунок 10 – Цифровой датчик контроля влажности воздуха

В таблице 2 представлены контакты и значения цифрового датчика рисунка 10.

Таблица 2 – Контакты и значения цифрового датчика

Контакт	Значение
1	2
1	VCC
2	DATA
3	Не используется
4	GND

Они способны измерять расстояние от датчика до движущейся цели, засекают задержки при передвижении объекта и многое другое. Все это обрабатывается встроенным в датчик микропроцессором и подается на контроллер в виде цифровых сигналов. Стоит отличать датчики от контрольно-измерительных приборов: датчики и сенсоры засекают события, а контрольно-измерительные приборы засекают физические величины измеряемого тела, объекта (скорость, вес, объем и т. д.).

Контрольно – измерительные приборы – это более сложные в отличие от простых аналоговых сенсоров аппараты, которые вмещают в себе новые технологии «Умный дом» и контролируют широкий диапазон параметров, предоставляют их физические единицы измерения. Цифровые барометры, счетчики воды и газа, того же напряжения – все это контрольно – измерительные приборы.

Контрольно – измерительный прибор температуры и расхода горячей воды представлен на рисунке 11.



Рисунок 11 – Контрольно – измерительный прибор температуры и расхода горячей воды

В отличие от аналоговых приборов и датчиков, современные цифровые, имеют собственную систему вычисления на основе простого микропроцессора; они обрабатывают сигналы и в готовом виде подают данные на контроллер умного дома, тем самым частично разгружая его процессор. В качестве среды передачи данных цифровые контрольно – измерительные приборы и датчики используют специальный интерфейс.

Выбираем систему управления.

Какие бывают элементы и способы управления системой «Умный дом»?

Управление системой интеллектуального «Умного дома» может производиться двумя способами: беспроводным локальным, удаленным беспроводным. Устройства управления идут в комплекте с системой – это графические панели управления с сенсорным или кнопочным вводом, пульты с приемниками, настроенными на определенную частоту. Не идущие в комплекте устройства, как мобильные компактные компьютеры (смартфоны, планшеты) настраиваются при помощи специального программного обеспечения для управления удаленным способом, через всемирные информационные сети. Пример дистанционного управления приведен на рисунке 12.



Рисунок 12 – Пример управление системы «Умный дом» дистанционным пультом

Беспроводной локальный способ управления с ограниченным радиусом производится с применением устройств управления через локальный (местный) радиосигнал, Wi-Fi или Bluetooth беспроводные радиосети. В принципе, таким способом можно управлять системой с любой точки дома и даже находясь на приусадебном участке неподалеку. Однако, в больших домах, возможно, понадобятся дополнительные радиоточки, усилители беспроводного сигнала. Управление осуществляется пультами, сенсорными панелями, мобильными устройствами (смартфонами, планшетами, ноутбуками), которые имеют встроенный или подключенный извне передатчик той или иной сети Wi-Fi, Bluetooth или фирменного радиочастотного сигнала.

Общий вид программного обеспечения для контроля показателей и приборов, подключенных к системе «Умный дом» представлен на рисунке 13.



Рисунок 13 – Программное обеспечение для контроля показателей и приборов, подключенных к системе «Умный дом»

Беспроводной удаленный способ управления доступен, если произведен монтаж системы «Умный дом» к глобальным сетям или модулям расширения связи, обеспечивающим к ним доступ. К таковым сетям можно отнести GSM/GPRS (управление по средствам мобильной связи), мобильный интернет,

специальный выделенный радиосигнал. Наличие выхода в GSM/GPRS сеть дает возможность системе отсылать СМС, ММС и звуковые сообщения на номер телефона владельца дома. Также теоретически возможно управление через голосовое меню. Средства для управления системами умного дома через глобальные сети – это, как правило, смартфоны, а также планшеты и ноутбуки со встроенными модулями-передатчиками для мобильного интернета.

Выбираем исполнительные механизмы.

Что такое исполнительные механизмы системы «Умный дом»?

В отличие от реле, которые отчасти можно назвать исполнительными элементами (подача команды – реле замыкает/размыкает цепь), исполнительные механизмы, которыми руководит интеллектуальное оборудование для системы «Умный дом», являются сложными электромеханическими изделиями, приборами, рассчитанными на испытание высоких механических нагрузок. Объекты, в которые можно встроить исполнительные механизмы представлены на рисунке 14.



Рисунок 14 – Объекты, в которые могут быть встроены исполнительные механизмы системы «Умный дом»

Электромеханические приводы открытия/закрытия: ворот, калиток, дверей, окон, жалюзи и штор; встроенные в мебель электромеханические детали, делающие ее моторизированной. В комплекте они могут иметь интерфейс подключения и пульт ДУ.

В продвинутых моделях приводов имеются элементарные системы автоматизированного управления: встроенные датчики и возможности настройки скоростей и крайних положений открытия/закрытия. Сегодня чаще всего встречаются автономные приводы для штор и жалюзи, которыми не управляет интеллектуальная система «Умный дом»: управляемые с пульта инфракрасного передатчика, и не имеющие никакой связи с контроллером умного дома. Тем не менее, такие устройства тоже считаются отдельными элементами умного дома.

Клапаны низкого, среднего и высокого давления – это более простые механизмы для управления водопроводными сетями. Клапаны применяются в системах контроля: водные – контроль водообеспечения, теплофикационные – контроль расхода теплоносителя. Общий вид клапана воды, управляемый системой «Умный дом» представлен на рисунке 15.



Рисунок 15 – Клапан воды, управляемый системой «Умный дом»

1.3 Энергоснабжение с применением технологии smart («Умный дом»)

Одним из важнейших элементов среди всех инженерных коммуникации жилого дома является энергоснабжение.

Для бесперебойной и безопасной работы систем водоснабжения, отопления, бытовых приборов и освещения потребуется исключительно грамотный подход в вопросах организации электроснабжения дома.

Для энергоснабжения ИЖС применяются как общепринятые источники энергии, как энергия централизованных котельных, электростанций, источников забора питьевой воды, так и альтернативные: энергия света и ветра[20].

В качестве источников использования энергии света или солнца, широкое применение нашли солнечные батареи. На рисунке 16 приведен пример использования солнечных панелей.

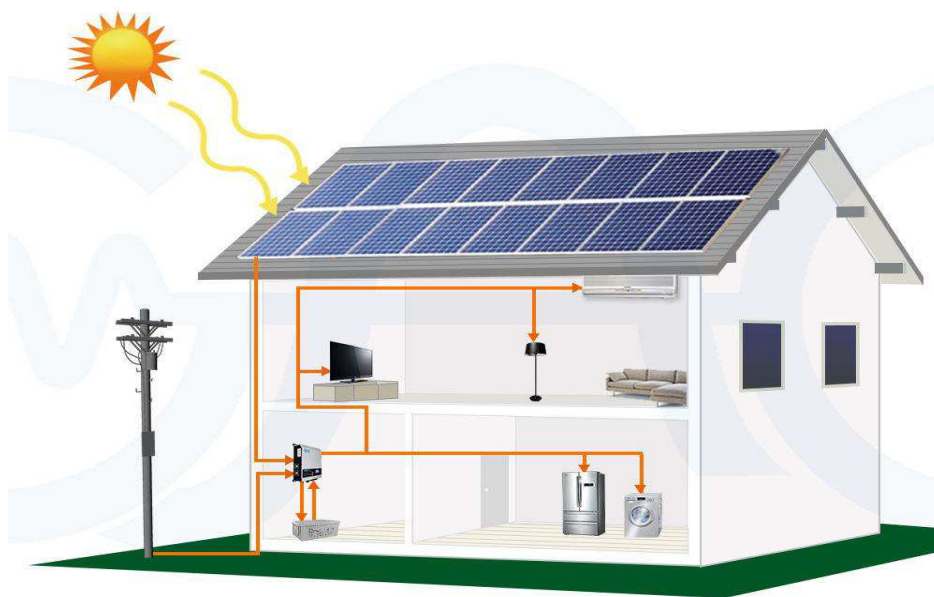


Рисунок 16 – Применение солнечных панелей

Солнечные батареи представляет собой устройства, которые собирают световую энергию солнечных лучей и преобразует ее в электрический ток.

Для получения электротока требуемых параметров необходимо установить вспомогательное оборудование: инвертора, аккумуляторы, контроллера. Первые преобразуют постоянное напряжение в переменное, оно должно соответствовать аналогичным показателям электричества на 220/380 В с централизованной сети. Чтобы пользоваться всеми преимуществами электростанции, нужно накапливать избыточную энергию с целью ее будущего полезного применения.

К достоинствам вышеописанной разновидности автономного электроснабжения дома относят:

- автоматический режим работы;
- отсутствие дополнительных расходов;
- экологичность;
- не нужен топливный запас.

Недостатки:

- эффективность установки зависит от активности солнца, территории размещения системы, времени года;
- немалая стоимость оборудования;
- периодичность функционирования, зависящая от наличия обильного солнечного света;
- панели занимают много места, их нужно устанавливать на открытом участке.

Вторым по значимости применения альтернативных источников энергии является использование энергии ветра. В качестве источников использования энергии ветра (рисунок 17) широкое применение нашли ветрогенераторы.



Рисунок 17 – Пример применения ветрогенераторов

Современные ветровые установки – эффективные автономные источники питания. Аналогично солнечным панелям, стоят они дорого, но при этом отличаются большей компактностью. Ветряки и электрогенераторы на горючем в некоторой степени похожи, хотя первые функционируют в результате вращения лопастей ветром, вторые – благодаря работе двигателя. Схожесть ветровых установок с работающими на солнечной энергии батареями состоит в необходимости использования точно таких же элементов: аккумуляторов, контроллера, инвертора.

Для получения максимальной мощности ветряные генераторы должны располагаться вдоль ветрового потока.

Основные плюсы ветрогенераторов:

- доступная себестоимость одного киловатта электроэнергии;
- ремонтпригодность;
- установка не требует большой площади.

Недостатков у ветровых генераторов существенно больше. Среди самых важных стоит отметить такие:

- нестабильность получения энергии (не всегда есть сильный ветер);

- сложность обслуживания (из-за размещения на возвышении);
- шумность;
- создание помех, которые влияют на функционирование средств связи;
- необходимость расположения вдали (более 20 м) от сооружений, высокорослых деревьев.

Также в последнее время находят свое применение устройства, которые имеют возможность использования внутренней энергии воды. К таким устройствам относится тепловой насос (рисунок 18), который используется в качестве источника выработки тепловой энергии для горячего водоснабжения и отопления дома.



Рисунок 18 – Общий вид теплового насоса

Тепловой насос – это устройство для переноса тепловой энергии от источника к потребителю. Тепло самопроизвольно передается от горячего тела к холодному. Насос передает тепло в обратном направлении.

Конструкция состоит из компрессора, теплового расширительного клапана, испарителя и конденсатора. Принцип работы устройства для обогрева дома основан на том, что вещество (холодильный агент) может отдавать тепловую энергию либо забирать ее в процессе смены состояния.

У теплового насоса имеются достоинства и недостатки его работы.

К главным плюсам теплового насоса относятся:

- небольшой расход электричества на отопление дома;
- отсутствие необходимости регулярного осмотра и технического обслуживания, что делает затраты на эксплуатацию теплового насоса для отопления минимальными;
- допускается монтаж в любой местности.
- отопление дома осуществляется в автоматическом режиме. Не требуется добавлять топливо или проводить иные манипуляции, как, например, в случае с котельным оборудованием;
- отсутствие загрязнения окружающей среды вредными газами и веществами.
- возможность эксплуатации даже при условиях холодной зимы

Как и любое устройство, тепловые насосы имеют определенные недостатки:

- высокая стоимость оборудования.
- при работе теплового насоса температура грунта, расположенного вокруг трубопровода с теплоносителем, снижается. Это становится причиной гибели некоторых микроорганизмов, участвующих в функционировании окружающей среды.

Снабжение частных домов электроэнергией обычно обеспечивается централизованно, по основному электрическому вводу. При пропадании (отсутствии) электропитания на основном вводе, все потребители электрической энергии отключаются. При этом, в отличие от квартиры, в частном доме отключаются также и все системы жизнеобеспечения, включая отопление и водоснабжение. И, если без «света» можно прожить, то без отопления (особенно зимой) затруднительно. Т.е., для частного дома постоянное наличие напряжения питания является практически задачей жизнеобеспечения.

Для целей обеспечения постоянного электропитания дома (особенно систем жизнеобеспечения) при отсутствии («пропадании») централизованного электроснабжения (основной ввод), предназначено резервное электроснабжение.

Резервное электроснабжение представляет собой систему из одного или нескольких вспомогательных источников электричества, в качестве которых может использоваться как дополнительный ввод центральной сети, так и альтернативные источники.

Для частных домов, в которых предусматривается только один (основной) ввод электричества, резервное электроснабжение обеспечивается дополнительными источниками электроэнергии, независимыми от основной сети (автономными).

Интеллектуальное управление электрической сетью дома основано на использовании данных от многих датчиков для мониторинга погодных условий, внутренней температуры, нагрузки, и ее управлением для электроснабжения электрических приборов и устройств. Умные счетчики измеряют потребление энергии в доме, в том числе количество энергии, потребляемой отдельными приборами.

Данные с датчиков и счетчиков загружаются в компьютер, на котором работает программное обеспечение с алгоритмами на основе искусственного интеллекта для оптимизации потребления.

Smart Grid (Интеллектуальная сеть):

Smart Grid: Контрольный центр;

Smart Grid: Управление энергией;

Аккумуляторы энергии в интеллектуальных сетях;

Режим автономной работы в интеллектуальных сетях.

Распределённая генерация энергии понимается как производство энергии на уровне распределительной сети или на стороне потребителя, включённого в сеть. Понятие распределённой генерации энергии распространяется как на

электроэнергетические системы, так и на системы теплоснабжения. В общем случае «распределённая» генерация – выработка электроэнергии тепла по месту её потребления. Отсутствие сети исключает потери (и затраты) на передачу электроэнергии и тепла. При этом подразумевается наличие множества потребителей, которые производят тепловую и электрическую энергию для собственных нужд, направляя излишки в общую сеть.

В умных сетях осуществляется постоянный обмен данными между источником, потребителем и накопителем энергии. Это позволяет более эффективно использовать электросеть и лучше контролировать децентрализованные возобновляемые источники энергии. Таким образом можно уменьшить потребление внешней электроэнергии.

Современные информационные и коммуникационные технологии позволяют обмениваться данными в сети между различными компонентами системы Smart Grid. Таким образом, данные о нагрузке передаются через интеллектуальную сеть, которая информирует поставщика о текущем потреблении энергии и текущей производительности децентрализованных источников.

Интеллектуальное управление нагрузкой направлено на снижение или предотвращение риска нестабильных условий сети и повышение общей эффективности инфраструктуры.

Такие устройства, как ветрогенераторы и солнечные панели не являются частью интеллектуальной сети. Такая сеть включает в себя технологию, которая позволяет нам интегрировать, взаимодействовать с этими и другими инновационными устройствами и разумно управлять ими.

На бытовом уровне интеллектуальная сеть должна быть простой в установке и эксплуатации, позволяя потребителям легко управлять генерирующими и потребляющими энергию установками в доме.

2 Встраивание «Умной» автоматики в систему теплоснабжения дома

На рисунке 19 изображена принципиальная схема теплового узла для теплоснабжения жилого дома.

В данной схеме имеется два полузависимых контура с отдельными циркуляционными насосами, включаемых от сигнала по контролю температур от погодозависимого контроллера, бака аккумулятора, имеющего возможность аккумулировать горячий теплоноситель, а также двух управляемых трехходового клапана, которые управляют потоком теплоносителя по «прямой» воде на выходе с теплоаккумулятора и «обратной» на входе в отопительный котел.

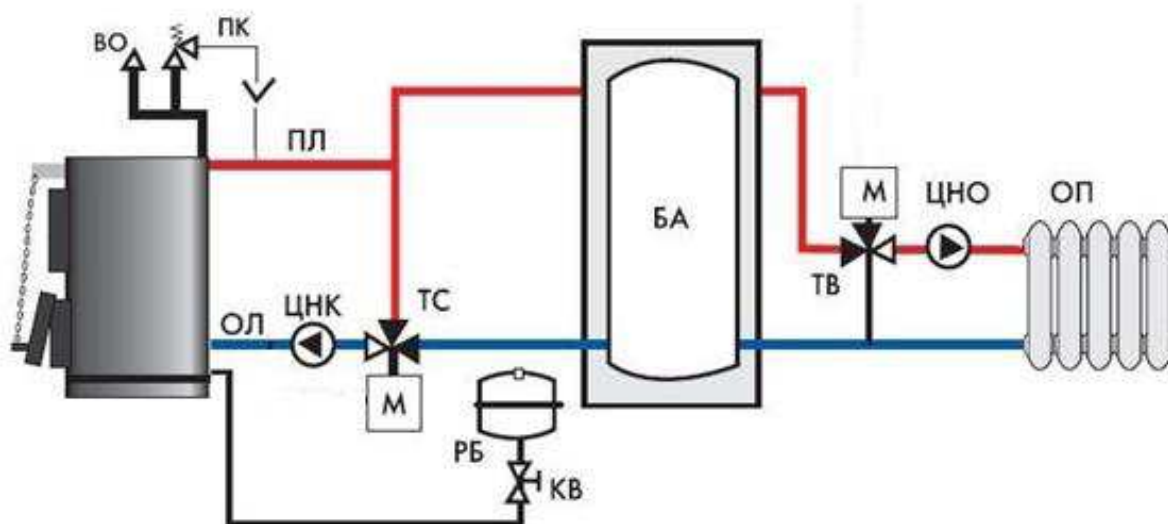


Рисунок 19 – Принципиальная схема с теплоаккумулятором

Рассмотрим порядок работы системы:

Для запуска системы включается циркуляционный насос, установленный в трубопроводе между котлом и теплоаккумулятором.

Холодная рабочая жидкость из нижней части ТА подается в котел, нагревается в нем и поступает в его верхнюю часть.

В связи с тем, что удельный вес горячей воды меньше, она практически не смешивается с холодной водой и остается в верхней части буферной емкости, постепенно заполняя ее внутреннее пространство за счет отбора насосом холодной воды в котел.

При включении циркуляционного насоса, установленного в прямой магистрали системы между приборами отопления и аккумуляторным баком, холодный теплоноситель начинает поступать в нижнюю часть ТА, вытесняя горячую воду из верхней его части в подающую магистраль.

При этом горячая рабочая жидкость поступает ко всем приборам отопления.

Необходимый объем тепла для обогрева помещений автоматически регулируется комнатным датчиком температуры, сигнал от которого поступает в погодозависимый контроллер, который в свою очередь управляет работой трехходовых клапанов, установленных на выходах с ТА в обеих магистралях. При достижении в комнате заданных параметров температуры датчик выдает сигнал на погодозависимый контроллер, который в свою очередь определяет степень воздействия на электропривод трехходовых клапанов, которые ограничивают подачу горячего теплоносителя в систему, перенаправляя его обратно в ТА.

Перед отопителем в таком случае стоит следующая задача: нагреть имеющийся в ТА запас теплоносителя до максимально возможной температуры порядка 90 – 95°C.

Если поставить ТА в свой дом, то это может существенно снизить затраты на электроотопление.

Дело в том, что наряду с обычной формой оплаты электроснабжения, существует, так называемая многотарифная, которая предусматривает различную стоимость электроэнергии, как днем, так и ночью.

Дневной тариф делится на два периода, в пиковый период тариф выше обычного, в полупиковый равен обычному, но зато ночной – примерно в 3 раза

ниже.

Перейдя на такую форму оплаты, можно эксплуатировать электродом только ночью, отапливая дом в пиковый период за счет накопленного в ТА тепла.

Основным элементом автоматизации управления тепловым узлом ИЖС и встраивания первого в общую систему управления «Умный дом», является прибор, который может как одновременно считывать информацию с датчиков температуры, как с датчиков положения открытия трехходовых клапанов, так и управления последними с одновременным управлением циркуляционными насосами.

В работе используем погодозависимый контроллер Российской инжиниринговой фирмы «ZONT», модели Н-1000+.

На рисунках 20,21 изображены схемы: электрическая принципиальная и вторичных цепей, управления тепловым узлом индивидуального жилого дома с применением погодозависимого контроллера фирмы ZONT Н-1000+.

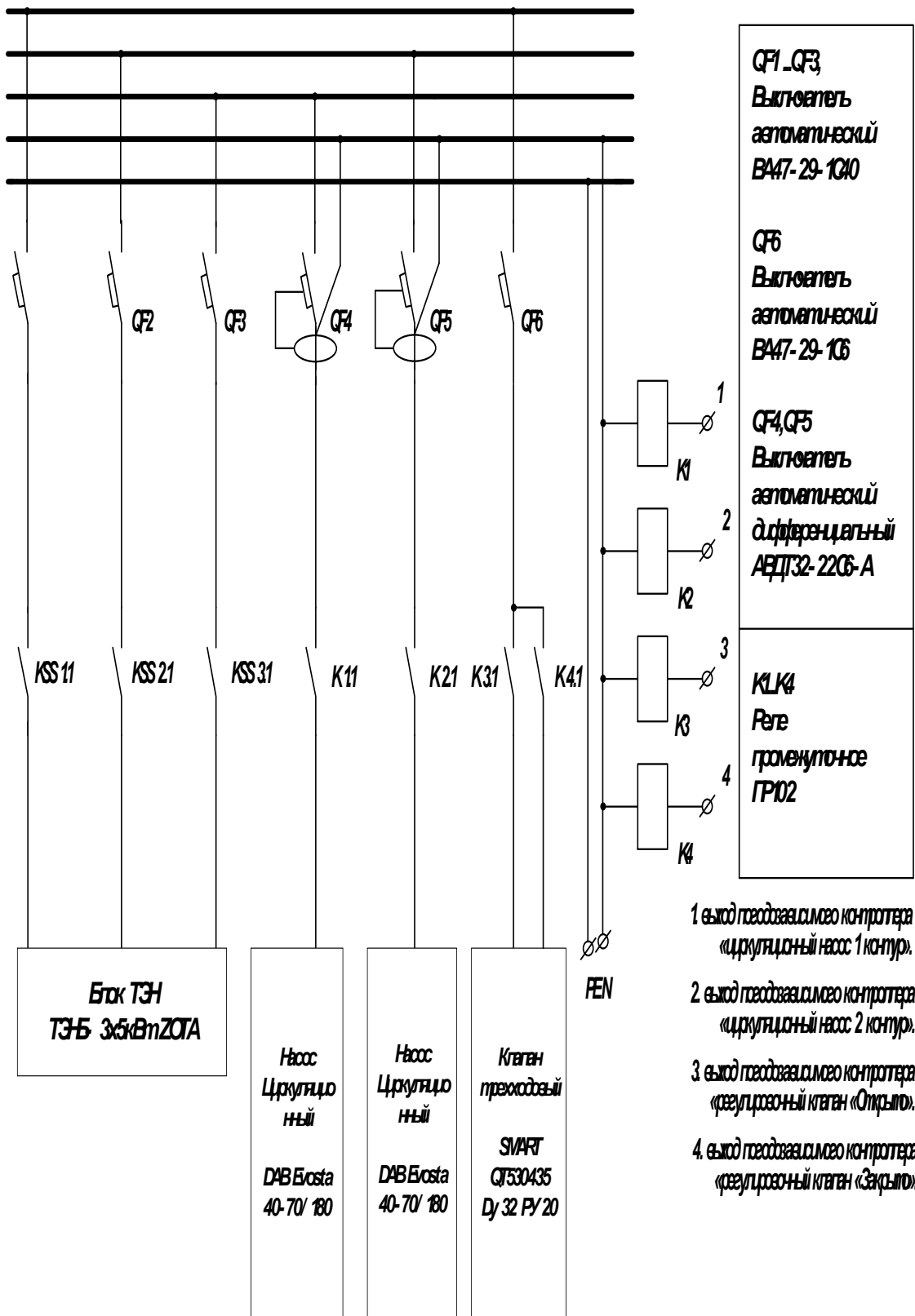


Рисунок 20 – Принципиальная электрическая схема управления тепловым узлом

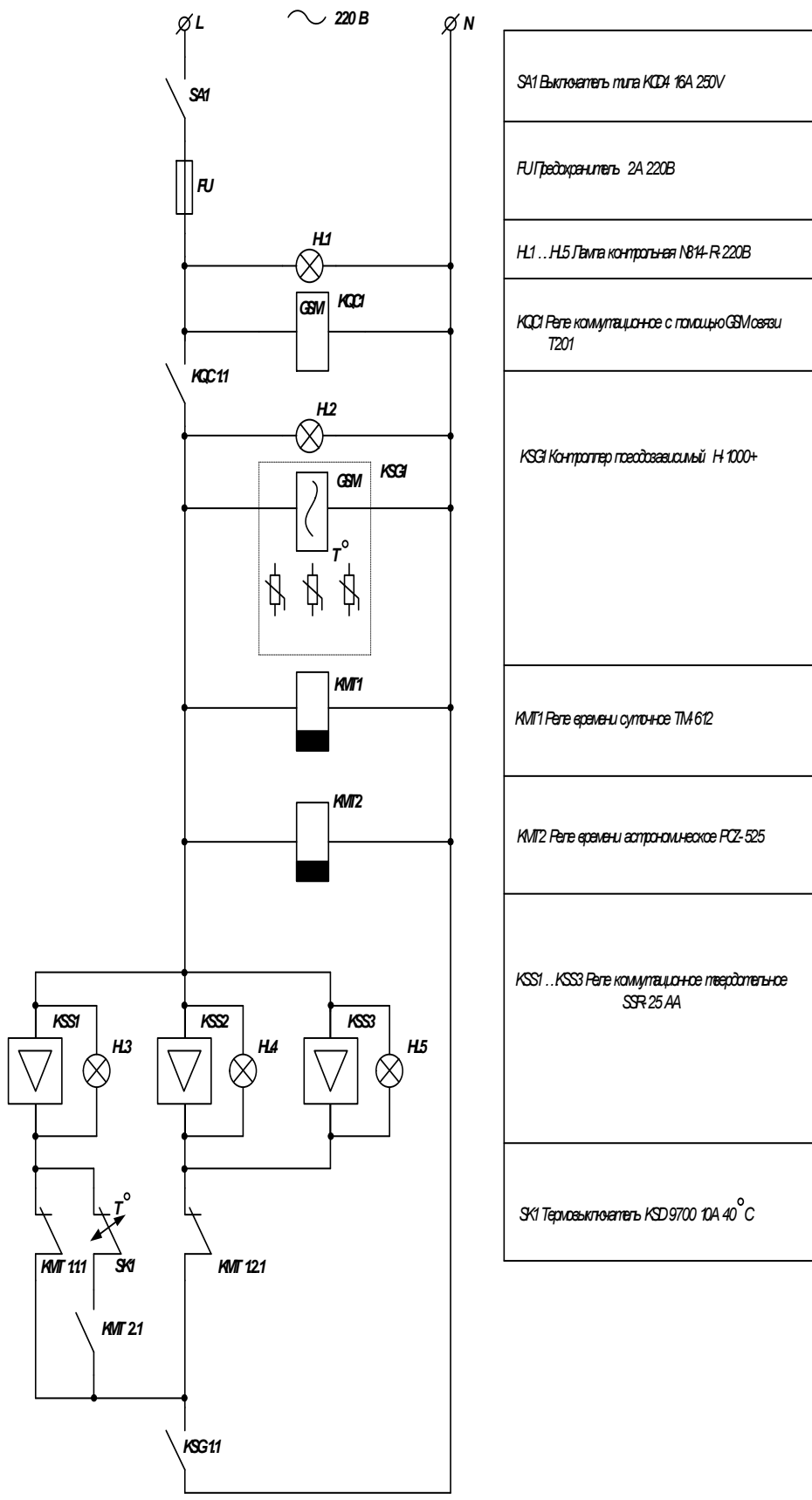


Рисунок 21 – Электрическая схема вторичных цепей управления тепловым узлом

Основные элементы схем в целом:

- KQC1 – реле дистанционного контроля и включения через GSM связь типа Т 201
- KSQ1– погодозависимый контроллер типа Н–1000+
- KMT1–реле времени типа ТМ 612
- KMT2–реле времени астрономическое типа PCZ–525
- KSS1 ÷ KSS3–реле коммутационное твердотельное типа SSR–25 АА
- SK1–термовыключатель KSD 970010А 40°С
- К1...К4–реле промежуточное ПР 102
- QF1 ÷ QF3; – автоматический выключатель ВА47–29–1С40
- QF6 – автоматический выключатель ВА47–29–1С6
- QF4; QF5–дифференциальный автоматический выключатель АВДТ32–22С6–А

Логика работы управления основана на анализе информации о температуре наружного воздуха, температуры теплоносителя, температуры внутри помещения, а также информации о текущем времени дате работы.

В погодозависимом контроллере имеются внутренние коммутационные ключи, которые отвечают за включение/отключение циркуляционных насосов 1 и 2 контура, положения регулировочного трехходового клапана и включения или отключения нагрузки отопительного котла.

Реле дистанционного контроля включения через GSM связь дистанционно дает возможность выключать или включать питание на схему в целом, а также получать информацию о температуре на любой сотовый телефон.

Реле времени суточное ТМ612 представляет собой сдвоенный суточный таймер и отвечает за принудительное регулирование мощности, исходя из работы котла в часы пикового, полупикового или ночного периода, с

синхронизировано с прибором учета электроэнергии по «трехзонной» схеме учета потребления электроэнергии.

Реле времени астрономическое PCZ–525 отвечает за положение действия защиты от размораживания в самый холодный период, принудительно поддерживая температуру теплоносителя через термовыключатель KSD S700 на уровне 40°C.

Коммутируют включение–отключение ТЭН современные твердотельные реле типа SSR–25AA

Приведем пример логического состояния работы:

На принципиальной электрической схеме показано, подключение нагрузки к автоматическим выключателям для защит от токов КЗ, а через промежуточное реле ПР 102 для уменьшения нагрузки на внутренние коммутационные контактные группы погодозависимого контроллера.

2.1 Автоматика ZONT (дистанционное управление отоплением)

Рассмотрим подробнее погодозависимый контроллер Н–1000+ фирмы «ZONT» (рисунок 22).

Универсальные отопительные контроллеры ZONT объединяют в одном устройстве несколько функций: они могут управлять котлом, контурами отопления и ГВС, а также контролировать состояние дополнительно подключаемых датчиков (давления, протечки, утечки газа и т.п.) [14].

Основное отличие от существующих на рынке аналогов в том, наш контроллер не имеет предустановленных схем управления, а свободно программируется для решения задач автоматизации инженерных систем отопления.

Универсальные отопительные контроллеры ZONT объединяют в одном устройстве несколько функций: они могут управлять котлом, контурами отопления и ГВС, а также контролировать состояние дополнительно подключаемых датчиков (давления, протечки, утечки газа и т.п.).

Основное отличие от существующих на рынке аналогов в том, наш контроллер не имеет предустановленных схем управления, а свободно программируется для решения задач автоматизации инженерных систем отопления.

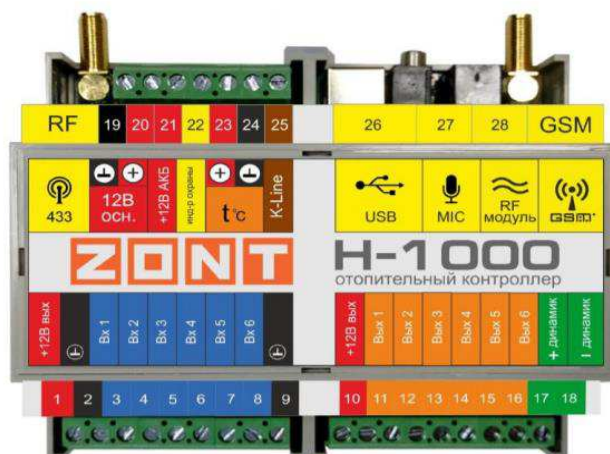


Рисунок 22 – Погодозависимый контроллер Н–1000+

Управление контурами и подключенными устройствами осуществляется автоматически (по предварительно запрограммированному алгоритму) или в ручном режиме – дистанционно, через Интернет–сервис и мобильное приложение. Контроль параметров системы отопления и состояния подключенного оборудования доступен из личного кабинета Интернет–сервиса, мобильного приложения и через голосовую связь.

Контроллер выполняет сразу несколько функций: управление котлом/ 2 котлами в каскаде или по расписанию, контурами системы отопления и бойлером ГВС, контроль состояния дополнительных датчиков (давления, протечки, утечки газа, охранных и т.п.). Основное отличие контроллера от существующих аналогов – отсутствие предустановленных схем управления и возможности гибкого программирования для решения задач автоматизации котельной.

ZONT H-1000+ одновременно может отслеживать и учитывать показания термодатчиков помещения, улицы и теплоносителя и в соответствии с полученными данными корректировать работу отопительного прибора. Алгоритм работы может учитывать температуру наружного воздуха и недельное расписание. Дополнительно контролирует работу проводных (6 входов) и радиодатчиков (до 40 радиоустройств) различного назначения – протечка воды, утечка газа, задымление, датчики движения, размыкания и др., работающих на частоте 433 и 868 МГц.

При отклонении параметров системы отопления от заданных значений и авариях контроллер отправляет оповещения через интернет и сотовую связь, также сигнализирует о срабатывании датчиков с включением сирены.

Предусмотрена запись и хранение истории событий (ошибок, аварий, команд управления, температур).

Управление системой отопления осуществляется автоматически (по предварительно запрограммированному алгоритму) или дистанционно. Контроль состояния системы и подключенного оборудования доступен из личного кабинета веб-сервиса, мобильного приложения (для iOS и Android), через SMS и голосовую связь. Команды на контроллер могут передаваться с любого телефона, планшета или ПК.

Обновление программного обеспечения и версии прошивки, а также смена настроек производятся дистанционно через интернет (без подключения к контроллеру).

Функции:

Управление системами отопления, ГВС и дополнительными устройствами (6 управляемых выходов типа «открытый коллектор»)

- Управление отоплением по цифровому интерфейсу через внешние адаптеры (OpenTherm, E-Bus, Navien)

- Возможность гибкого программирования для решения различных задач автоматизации котельной

- Управление 2–мя котлами в каскаде или по расписанию
 - Плавное управление смесительными клапанами
 - Взаимодействие с комнатными регуляторами (термостатами)
 - Контроль температуры воздуха/теплоносителя/улицы
 - Контроль проводных и радиодатчиков различного назначения (утечки воды и газа, дыма, охранные)
 - Управление системой отопления в погодозависимом режиме и с ПИД–регулятором
 - Сокращение потребления энергоресурсов
 - Оповещение при отклонении параметров системы отопления от заданных значений и авариях
 - Графическое отображение динамики работы системы отопления
- Номер выхода терморегулятора

Для настройки отопительного контура нужно определить выходы устройства, которыми будет осуществляться регулирование (номер выхода контроллера, к которому подключен насос или смеситель или сам котел). При подключении трехходового клапана используется два выхода (заданный в настройках и заданный+1).

Назначением выхода определяется способ использования контура отопления. Если выбрать настройку «Используется без управления выходом» (рисунок 23), то контур будет задействован, но сам управлять терморегулятором не будет, он может формировать запрос на тепло от первой зоны.

Номер выхода терморегулятора

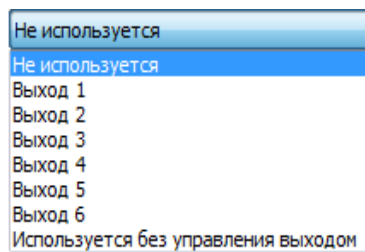


Рисунок 23 – Номера выходов терморегулятора

Номер термодатчика температуры воздуха

Выбор номера термодатчика, используемого для измерения температуры воздуха в помещении и по которому осуществляется регулирование.

Номер резервного термодатчика температуры воздуха

Выбор номера термодатчика, используемого в качестве резервного для обеспечения регулирования при неисправности основного термодатчика.

Гистерезис регулирования

Настройка используется для исключения частых включений выключений регулятора. Если регулирование происходит по воздуху, то гистерезис применяется к датчику температуры воздуха. Если регулирование происходит по теплоносителю, то гистерезис применяется к датчику температуры теплоносителя.

Задержка включения нагрева

Задержка выключения нагрева

Настройки используются для задания задержек работы терморегулятора (выбег насоса). Применяется только для типа терморегулятора «Реле».

Тип терморегулятора

Настройка определяет принцип работы терморегулятора для данной зоны терморегулирования.

Реле – выход в режиме нагрева постоянно включен

Трехходовик – (трехходовой кран, управление осуществляется по трем проводам, используются два выхода – заданный в настройках и заданный+1). – «Заданный в настройках» включается на заданное время 1 раз в 10 сек при нагреве. «Заданный + 1» – включается 1 раз в 10 сек в режиме охлаждения.

Пример – кран с электрическим сервоприводом.

Максимальная температура теплоносителя

Минимальная температура теплоносителя

Настройка порогов, ограничивающих регулирование при использовании датчика температуры теплоносителя.

Запрос на тепло

Вторичные контуры могут выдавать запрос на тепло первому контуру. Причем можно указать желаемую температуру теплоносителя при запросе тепла от каждого контура. При одновременном запросе тепла от нескольких контуров будет установлена температура теплоносителя с наибольшим значением.

Варианты запросов тепла:

Макс. температура зоны 1 – запрашивается максимальная температура теплоносителя зоны 1.

Требуемая зона теплоносителя ... Требуемая зона теплоносителя + N. Запрашивается температура, рассчитанная для данной зоны плюс добавка. Такой вариант применим только для варианта регулирования по теплоносителю.

Фиксированная температура – запрашивается температура определенного значения.

Варианты 1 и 3 осуществляют запрос тепла при включении нагрева. Во время, когда нагрев не происходит, запрос тепла не выполняется.

Вариант 2 осуществляет запрос тепла постоянно (только для режима регулирования по теплоносителю). Регулировка температуры по теплоносителю рассчитана на более ровную и плавную работу системы.

Номер кривой ПЗА

Выбор номера кривой для работы контура в режиме ПЗА (погодозависимая автоматика). Всего доступно 25 кривых (рисунок 24).

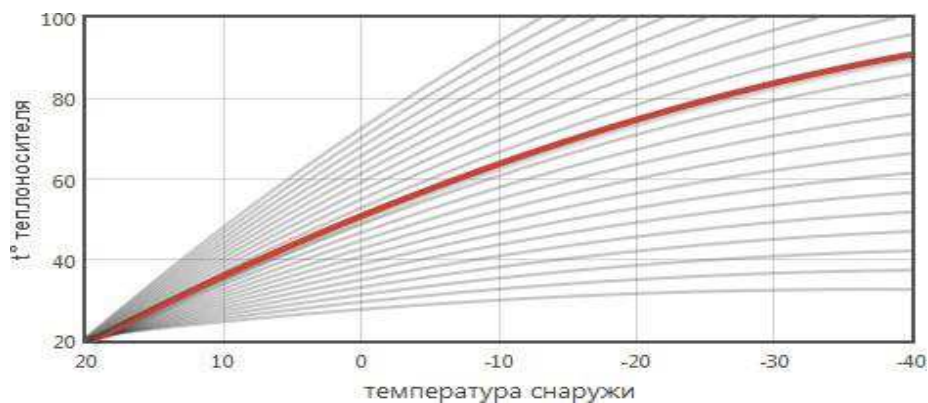


Рисунок 24 – График с номерами кривых

Выбор значения «0» выключает режим ПЗА.

Режим ПЗА может быть применен к любому контуру с индивидуальными настройками и предназначен для обеспечения зависимости температуры теплоносителя от температуры воздуха на улице

Для правильной работы режима ПЗА необходимо экспериментальным путем подобрать номер кривой ПЗА (номер зависимости температуры теплоносителя от наружной температуры). Номер оптимальной кривой зависит от самой системы отопления, от здания и от других факторов.

Режим терморегулирования

Настройка метода регулирования при использовании для контура двух датчиков температуры – воздуха и теплоносителя.

Номер входа внешнего термостата

Контур может быть настроен на получение запросов тепла от сторонних приборов, например, комнатного термостата. Сигнал от такого прибора подключается к указанному в настройках входу. При активном сигнале нагрев для контура разрешается, при неактивном – блокируется.

Режимы работы зон терморегулирования

Режим работы зоны определяется настройками используемых в этой зоне термодатчиков и режимом ПЗА (таблица 3).

Таблица 3 – Режим «Прямая установка температуры теплоносителя»

Название датчика	Положение датчика
1	2
Термодатчик температуры воздуха (комнатный)	Не назначен
Термодатчик температуры теплоносителя	Назначен
Погодозависимая автоматика	Выключена

В этом режиме поддерживается температура теплоносителя, заданная пользователем. Рекомендуется использование для первой зоны терморегулирования (контур котла). Режим показан в таблице 4.

Таблица 4 – Режим «Установка температуры теплоносителя по ПЗА»

Название датчика	Положение датчика
1	2
Термодатчик температуры воздуха (комнатный)	Не назначен
Термодатчик температуры воздуха (уличный)	Назначен
Термодатчик температуры теплоносителя	Назначен
Погодозависимая автоматика	Включена

В этом режиме температура теплоносителя устанавливается алгоритмом ПЗА по уличному термодатчику и выбранной для поддержания температуре воздуха в помещении. Температура теплоносителя ограничивается настройкой «Максимальная температура теплоносителя». Режим показан в таблице 5.

Таблица 5 – Режим «Регулирование по температуре воздуха»

Название датчика	Положение датчика
1	2
Термодатчик температуры воздуха (комнатный)	Назначен
Термодатчик температуры теплоносителя	Не назначен
Погодозависимая автоматика	Выключена

В этом режиме поддерживается температура воздуха в помещении, заданная пользователем. Режим показан в таблице 6.

Таблица 6 – Режим «Регулирование по температуре теплоносителя и воздуха»

Название датчика	Положение датчика
1	2
Термодатчик температуры воздуха (комнатный)	Назначен
Термодатчик температуры теплоносителя	Назначен
Погодозависимая автоматика	Выключена

В этом режиме применяется настройка «Режим терморегулирования».

Варианты настройки:

По теплоносителю (ПИД) – по разнице температур установочной и воздуха в помещении производится вычисление установочной температуры для теплоносителя с использованием ПИД регулятора. Вычисленная установочная температура теплоносителя используется для регулировки по датчику температуры теплоносителя. Температура теплоносителя ограничивается по настройке «максимальная температура теплоносителя».

Для выхода ПИД регулятора на рабочий режим требуется время, которое может достигать нескольких часов. При неисправности датчика теплоносителя система переходит в режим регулирования по воздуху, используя датчики температуры воздуха основной или резервный при неисправности основного.

По теплоносителю (ПЗА) – установочная температура теплоносителя вычисляется по алгоритму ПЗА (аналогично работе режима без датчика температуры воздуха)

По теплоносителю (ПЗА % ПИД%) – задается процентное соотношение влияния двух алгоритмов на установочную температуру теплоносителя.

По теплоносителю (ПЗА – ограничение нагрева) – установочная температура теплоносителя вычисляется ПИД регулятором и ограничивается сверху ПЗА алгоритмом.

По воздуху (ПЗА – ограничение нагрева) – регулирование производится по датчику температуры воздуха, температура теплоносителя ограничивается порогами максимальной и минимальной температурой теплоносителя. При включенном режиме ПЗА так же температура теплоносителя сверху ограничивается ПЗА алгоритмом.

3 Примерная стоимость внедрения и экономический эффект по автоматизации работы отопительного узла индивидуального жилого дома

3.1 Стоимость внедрения

Сравним потребление электрической энергии до и после установки системы «Умного» управления котлом.

Параметры котла, где:

$P_n = 15$ кВт – номинальная мощность;

$U_n = 0,38$ кВ – номинальное напряжение;

$T = 5040$ час – время отопительного сезона в республике Хакасия.

1. Среднее потребление за отопительный сезон котлом электроэнергии с обычной системой автоматикой управления.

Представим график нагрузки в виде таблицы 7.

Таблица 7 – Данные графика

	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май
1	2	3	4	5	6	7	8	9
P, кВт	5	12	15	15	15	12	10	5
T, час	360	720	44	720	672	744	720	360
Wh, кВтч	1300	8640	11160	10800	10800	8918	7200	1800

Соответственно рассчитаем потребление электрической энергии котлом по следующей формуле:

$$Wh = \frac{P \cdot T \cdot ПВ}{100\%}, \text{ где} \quad (1)$$

P – мощность, кВт; T – время, час; ПВ – периодичность включения, %.

Зададим ПВ котла в среднем 60%.

Общее потребление за отопительный сезон составит 36 245 кВт*ч.

При тарифе за электрическую энергию на территории Республики Хакасия 1,65 руб/кВт*ч, стоимость затрат Z_1 по оплате потребленной электроэнергии по теплоснабжению жилого дома составит 59 804 руб.

2. Среднее потребление за отопительный сезон котлом электроэнергии системы «Умной автоматики»

Для управления нагрузкой при погодозависимым контроллером выберем из рисунка №24 график нагрузки № 12, предельные параметры $t_{нв} 40^{\circ}\text{C}$ и $t_{тн} - 85^{\circ}\text{C}$

Средняя температура наружного воздуха за отопительный сезон в республике Хакасия в среднем $\approx - 5,8^{\circ}\text{C}$, что согласно кривой №12 из рисунка №24, соответствует температуре теплоносителя $\approx t_{тн} - 55^{\circ}\text{C}$.

Определим время работы котла под нагрузкой. Установив в систему теплоаккумулятор, увеличим объем теплоносителя в системе теплоснабжения до 1000 л. Время работы котла при гистерезисе 3°C рассчитаем по следующей формуле:

$$T = \frac{0,00117 * V(t_k - t_n)}{P}, \text{ где} \quad (2)$$

V – объем теплоносителя;

t_k – конечная температура, $^{\circ}\text{C}$;

t_n – начальная температура, $^{\circ}\text{C}$;

P – мощность, кВт.

Время работы котла составляет 0,26 часа.

Определим время работы котла в отключенном положении, оно равно времени снижения температуры в помещении на $1 \div 2^{\circ}\text{C}$, тогда по формуле

$$t = \frac{\beta * \ln(t_1 - t_n)}{t_2 - t_n}, \text{ где} \quad (3)$$

β – коэффициент аккумуляции тела, час;

t_1 – начальная температура в помещении;

t_2 – конечная температура в помещении;

t_n – средняя наружная температура воздуха, принятая ранее $- 5,8^{\circ}\text{C}$.

Примем температуру помещения в нашем доме $- 22^{\circ}\text{C}$.

Температуру изменения $- 1^{\circ}\text{C}$.

β примем ≈ 25 .

Тогда время остывания или паузы работы котла составит – 0,7 часа.

Определим ПВ котла по формуле:

$$\text{ПВ} = \frac{t_p}{t_p + t_n}, \text{ где} \quad (4)$$

t_p – время работы;

t_n – время простое.

$$\text{ПВ} = \frac{0,26}{0,7+0,26} = 0,27 \text{ или } 27\%. \quad (5)$$

Пульт управления регулирует нагрузку в зависимости от времени суток:

- с 7-00 – 10-00 и 17-00 – 21-00 – котел отключен;
- с 10-00 – 17-00 и 21-00 – 23-00 – нагрузка ограничена –10кВт или 66 %

номинала;

- с 23-00 – 7-00 – нагрузка составляет 15кВт или 100% номинала.

В суточном виде это выглядит следующим образом:

- 7ч – котел отключен;
- 9ч – котел работает под нагрузкой 10кВт;
- 8ч – котел работает под нагрузкой 15кВт.

Всего котел за отопительный сезон отработает:

- с нагрузкой 15кВт – 1680ч;
- с нагрузкой 10кВт – 1890ч;
- с нагрузкой 0 кВт – 1470ч.

Определим расход электрической энергии с учетом среднего ПВ 27% по каждому из режимов по следующей формуле:

$$W_h = \text{ПВ} * P * T, \text{ где} \quad (6)$$

ПВ – периодичность включения, %;

P – мощность нагрузки, кВт;

T – время работы, час.

Тогда при режиме «66%»

$$Wh_{66} = 0,27 * 10 * 1890 = 5103 \text{ кВт} * \text{ч} \quad (7)$$

Увеличим ПВ котла для ночного режима с учетом 100% нагрева теплоаккумулятора – на 15%, следовательно ПВ для ночного режима составит – 0,31.

Определим расход электроэнергии при ночном режиме:

$$Wh_{100} = 0,31 * 15 * 1680 = 7812 \text{ кВт} * \text{ч} \quad (8)$$

Определим затраты за отопительный сезон по потребленной электрической энергии с теплоаккумулятором и погодозависимым контролером по следующей формуле:

$$Z_2 = Wh_{66} * T_{\text{шт}} + Wh_{100} * T_{\text{н}}, \text{ где} \quad (9)$$

Wh_{66} – объем электрической энергии, потребленный при режиме «66%», кВт*ч;

$T_{\text{шт}}$ – тариф за электрическую энергию для населения, с установленными стационарными электроотопительными приборами в полупиковый период по республике Хакасия, руб/кВт*ч;

Wh_{100} – объем электрической энергии, потребленный при режиме «100%», кВт*ч;

$T_{\text{н}}$ – тариф за электрическую энергию для населения, с установленными стационарными электроотопительными приборами в ночной период по республике Хакасия, руб/кВт*ч;

$$Z_2 = 5103 * 1,65 + 7812 * 0,65 = 13498 \text{ руб} \quad (10)$$

Сравним затраты по потребленной электроэнергии, разница составила

$$\Delta Z = Z_1 - Z_2, \text{ где} \quad (11)$$

Z_1 – затраты за потребленную электроэнергию по теплоснабжению жилого дома при использовании обычной автоматики;

Z_2 – затраты за потребленную электроэнергию по теплоснабжению жилого дома при использовании автоматики по технологии «Умного дома».

$$\Delta Z = 59804 - 13498 = 46\,306 \text{ руб} \quad (12)$$

3.2 Стоимость внедрения и сроки окупаемости

Произведем расчет внедрения системы «Умного» управления отопительным узлом ИЖС по укрупненным показателям.

Примем в затратах стоимость СМР по электромонтажным работам – 70% или 0,7 от общей стоимости материалов электротехнической части, а ПНР – 10% или 0,1 от стоимости материалов электротехнической части.

Определимся с теплотехнической частью:

Примем стоимость СМР – 50% или 0,5 от общей стоимости теплотехнических материалов и оборудования, а ПНР – 10% или 0,1

Данные о стоимости и количестве основного электротехнического или теплотехнического оборудования заносим в таблицу 8.

Таблица 8 – Стоимость основного оборудования и материалов

№, пп	Наименование	Марка, тип	Производитель	Кол-во, шт	Стоимость за единицу, руб	Стоимость, руб
1	2	3	4	5	6	7
Основное оборудование						
1	Теплоаккумулятор	750	Прометей	1	54 703,00	54 703,00
2	Насос циркуляционный 1 контура	EVOSTA3 40/BOX	DAB	1	14 881,00	14 881,00
3	Насос циркуляционный 2 контура	EVOSTA3 40/180 X	DAB	1	21 447,00	21 447,00
4	Клапан трехходовый	QT 530435 dy 32 Py20	SMART	2	12 646,00	25 292,00
Всего						116 323,00
Пульт управления						
1	Контроллер погодозависимый	H-1000+	ZONT	1	20 885,00	20 885,00
2	Реле коммутационное с GSM связью	T-201	Banggood	1	2 577,00	2 577,00
3	Реле времени	TM-612	Sinotimer	1	1 984,00	1 984,00
4	Реле времени астрономическое	PCZ-525	Евроавтоматика	1	5 608,00	5 608,00
5	Реле промежуточное	ПР-102	IEK	4	343,00	1 372,00
6	Дифференциальный автомат	АВДТ32-22С6	KEAZ	2	1 563,00	3 126,00
7	Автоматический выключатель	ВА47-29-1С32	KEAZ	3	182,00	546,00
8	Автоматический выключатель	ВА47-29-1С6	KEAZ	1	132,00	132,00
9	Реле твердотельное	SSR-25AA	Fotek	3	564,00	1 692,00

Продолжение таблицы 8 – Стоимость основного оборудования и материалов

10	Термовыключатель	KSD-9700 40 C	KSD	1	282.00	282.00
11	Корпус металлический	ЩМП 3-0-036	IEK	1	3040.00	3040.00
Всего						41244.00

Определим стоимость электротехнической и теплотехнической частей с учетом ранее принятых параметров и на основании данных из вышеуказанной таблице. Результаты расчетов заносим в таблицу 9.

Таблица 9 – Затраты на оснащение теплового узла дома «Умной» автоматикой

Наименование	Материалы, оборудование	СМР	ПНР	Всего
1	2	3	4	5
Пульт управления	42 144,00	29 500,80	4 214,40	75 859,20
Тепловой узел	116 323,00	58 161,50	11 632,30	186 116,80
Всего				261 976,00

Общие капитальные затраты проекта составили 261 976,00 руб

Определим сроки окупаемости проекта по следующей формуле:

$$T = \frac{Z}{\Pi}, \text{ где} \quad (13)$$

T – окупаемость, лет;

Π – прибыль от проекта, руб;

Z – затраты, руб.

Установим, что прибыль – это экономия от оплаты за электроэнергию, тогда срок окупаемости составит:

$$T = \frac{261976,00}{46306,00} = 5,65 \text{ года} \quad (14)$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Технология «Умный дом» для многих совсем недавно вошла в современную жизнь, многие с пренебрежением относились к ней, однако попробовав, отказаться уже не смогли.

При изучении концепции технологии системы «Умный дом» были сформулированы основные требования и характеристики ее реализации. Согласно поставленным задачам, мы изучили понятие данной системы и принцип ее действия.

Выполнена цель выпускной квалификационной работы – исследование системы «Умный дом» и внедрение схемы автоматизации управлением тепловым узлом жилого дома. Составлено техническое задание, выбрана схема Smart, выбрано оборудование.

В данной работе были рассмотрены системы энергоснабжения и применения системы автоматизации теплового узла индивидуального жилого дома с применением технологии «Умный дом», а также подсчитана примерная выгода от использования данной технологии.

Расчетный срок «окупаемости» составил 5,65 лет.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1.СТО 4.2–07–2014. Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности [Текст]. – Красноярск: ИПК СФУ, 2014. – 60 с.
- 2.Выпускная квалификационная работа по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»: метод. указания / сост. Н. В. Дулесова; Сиб. федер. ун-т, ХТИ – филиал СФУ. – Абакан: Ред.- изд. сектор ХТИ – филиала СФУ, 2017. – 62 с.
- 3.Конюхова, Е. А. Электроснабжение объектов: Учебное пособие для среднего профессионального образования / Е. А. Конюхова. – Москва: ИЦ Академия, 2013. – 320 с.
- 4.Е. А. Тесля. «Умный дом» своими руками. Строим интеллектуальную цифровую систему в своей квартире / Тесля Е. А. – Санкт-Петербург, 2008. – 224 с.
- 5.В. Н. Харке «Умный дом. Объединение в сеть бытовой техники и систем коммуникаций в жилищном строительстве» / Харке В. Н. – Москва: Техносфера, 2006. – 292 с.
- 6.М. Э. Сопер. Практические советы и решения по созданию «Умного дома» / Сопер М. Э. – Москва: НТ Пресс, 2007. – 432 с.
- 7.Т. Р. Элсенпитер, Дж. Велт. «Умный Дом строим сами» / Элсенпитер Т. Р., Велт Дж / КУДИЦ – ОБРАЗ. 2005. – 384 с.
- 8.Никулин Н. В. «Справочник молодого электрика по электротехническим материалам и изделиям», Москва: Высшая школа, 2013 г.
- 9.Дьяков В. И. «Тепловые расчеты по электрооборудованию» – Москва, «Высшая школа», 2010 г.
- 10.Шеховцов В. П. Расчет и проектирование схем электроснабжения. Методическое пособие для курсового проектирования. – Москва: ФОРУМ: ИНФРА–М, 2003. – 214 с.
- 11.В. Н. Гололобов. «Умный дом» своими руками. / Гололобов В. Н. – Москва: НТ Пресс, 2007. – 416 с.
- 12.Экономика предприятия [Текст]: учебник [для вузов] / И. Н. Чуев, Л. Н. Чуева. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: Дашков и К, 2007. – 414 с.
- 13.Сибикин, Ю. Д. Технология энергосбережения: учебник / Ю. Д. Сибикин, М. Ю. Сибикин. – Москва: ФОРУМ: ИНФРА – Москва, 2006. – 352 с.
14. Отопительный контроллер ZONY H – 1000, Руководство по настройке [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://zont-online.ru>
- 15.Анчарова, Т. В. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений [Текст]: учебник для вузов по курсу «Электрооборудование и электроснабжение промышленных предприятий» / Т. В. Анчарова, М. А. Рашевская, Е. Д. Стебунова. – 2-е изд., перераб. доп. – М.: Форум: ИНФРА–М, 2014 . – 416 с.

16. Правила устройства электроустановок [Текст]. – 7-е изд., перераб. и доп., с изм. – Екатеринбург: Модуль, 2013. – 672 с.
17. Исследование и выбор центрального устройства для системы управления «Умным домом» / Рубцов И. Н., Надвоцкая В. В. // Ползуновский альманах. [Текст]: журнал/ Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова (Барнаул). – Барнаул: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та им. И. И. Ползунова, 2017. – № 4/3 – С. 211–213.
18. Система дистанционного управления домашними электроприборами Набижанов Ж. И. // Современные инновации. [Текст]: научно–практический журнал. – Москва: Проблемы науки, 2016. – № 12 (14). – С. 44–45.
19. Особенности формирования «Умного дома» / Кравцова Н. Е., Преображенский А. П. // Вестник Воронежского института высоких технологий. [Текст] = The Bulletin of the Voronezh Institute of High Technologies: научный журнал/ Воронежский институт высоких технологий. – Воронеж: Науч. кн., 2018. – № 3 (26). – С. 47–49.
20. Твайдели, Дж. Возобновляемые источники энергии / Дж. Твайдели, А. Уэйр; пер. с англ. В. А. Коробкова. – М.: Энергоиздат, 1990. – 390 с.
21. Электротехнический справочник: в 4 т. / Общ. ред. В. Г. Герасимов и др.; гл. ред. И. Н. Орлов. – 10-е изд., стер. – М.: Изд. дом МЭИ, 2007. – 4 т.
22. Постановление Правительства РФ от 29.12.2011 № 1178 «О ценообразовании в области регулируемых цен (тарифов) в электроэнергетике» // Собрание законодательства РФ. – 23.01.2012. – № 4. – Ст. 504.
23. Интеллектуальные системы управления организационно-техническими системами / А. Н. Антамошкин [и др.]; под ред. А. А. Большакова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 160 с.: ил.
24. Электротехнический справочник: в 4 т. Т. 1. Общие вопросы. Электротехнические материалы / Общ. ред. В. Г. Герасимов, и др.; гл. ред. И. Н. Орлов. – 10-е изд., стер. – М.: Изд. дом МЭИ, 2007. – 440 с.
25. Контроллер Умный Дом EasyHome [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://homelogicsoft.com/>

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

Хакасский технический институт – филиал
ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»

институт

Электроэнергетика

кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Г.Н.Чистяков



подпись

инициалы, фамилия

« 10 »

09

2021г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

13.03.02. «Электроэнергетика и электротехника»

код и наименование специальности

Энергоснабжение индивидуального жилого дома с применением
технологии «Умный дом»

тема

Руководитель



подпись, дата

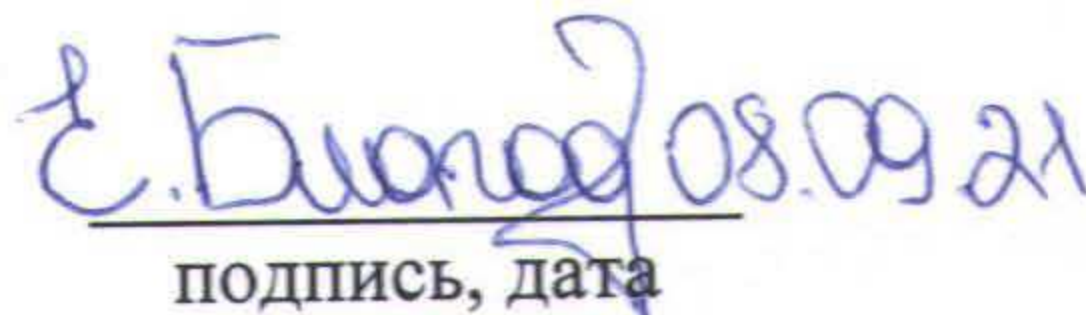
К.Э.Н., доцент

ученая степень, должность

Н.В.Дулесова

инициалы, фамилия

Выпускник

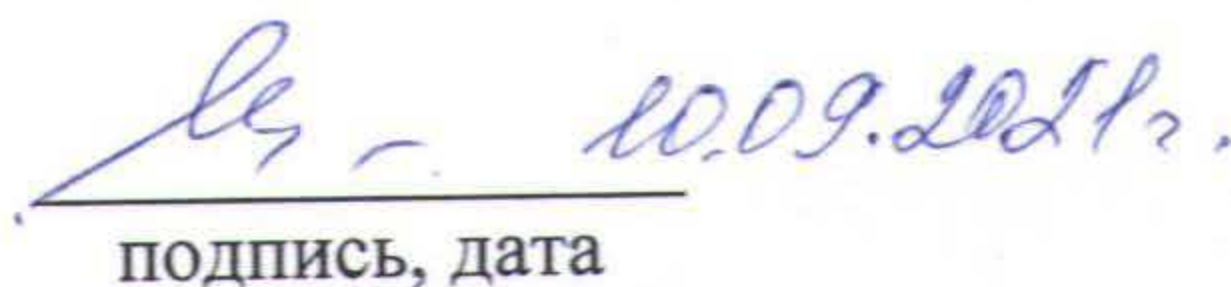


подпись, дата

Е.Е.Благодатская

инициалы, фамилия

Нормоконтролер



подпись, дата

И.А. Кычакова

инициалы, фамилия

Абакан 2021