DOI - 10.32743/UniTech.2021.92.11.12650

ПРИМЕНИМОСТЬ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ, ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНОЛОГИЙ SMART HOME, IOT ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЧАСТНЫХ ЖИЛЫХ ОБЪЕКТОВ В ЮЖНОЙ ЧАСТИ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

Лепинских Александр Николаевич
студент,
Сургутский Государственный Университет
РФ, Ханты-Мансийский Автономный Округ, г. Сургут
E-mail: quantumdragon2902@gmail.com

Поддубный Иван Владиславович
студент,
Сургутский Государственный Университет
РФ, Ханты-Мансийский Автономный Округ, г. Сургут
E-mail: ivan_poddubnyy01@mail.ru

Рузин Максим Евгеньевич
студент,
Сургутский Государственный Университет
РФ, Ханты-Мансийский Автономный Округ, г. Сургут
E-mail: SweT.30.13@yandex.ru

Кравцов Данила Станиславович
студент,
Сургутский Государственный Университет
РФ, Ханты-Мансийский Автономный Округ, г. Сургут
E-mail: danilka.kravtsov.2002@gmail.com

Федоров Дмитрий Алексеевич
канд. тех. наук,
Сургутский Государственный Университет
РФ, Ханты-Мансийский Автономный Округ, г. Сургут
E-mail: fedorov_da@surgu.ru

APPLICABILITY OF ENERGY-EFFICIENT, ENERGY-SAVING TECHNOLOGIES AND SMART HOME, IOT TECHNOLOGIES IN THE CONSTRUCTION OF PRIVATE RESIDENTIAL BUILDINGS IN THE SOUTHERN PART OF PRIMORSKY KRAI

Alexander Lepinskikh
Student, Surgut State University
Russia, Khanty-Mansi Autonomous Okrug, Surgut

Ivan Poddubny
Student, Surgut State University
Russia, Khanty-Mansi Autonomous Okrug, Surgut

Maxim Ruzin
Student, Surgut State University
Russia, Khanty-Mansi Autonomous Okrug, Surgut

Danila Kravtsov
Student, Surgut State University
Russia, Khanty-Mansi Autonomous Okrug, Surgut

Библиографическое описание: ПРИМЕНИМОСТЬ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ, ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНОЛОГИЙ SMART HOME, IOT ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЧАСТНЫХ ЖИЛЫХ ОБЪЕКТОВ В ЮЖНОЙ ЧАСТИ ПРИМОРСКОГО КРАЯ // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. Лепинских А.Н. [и др.]. 2021. 11(92). URL: *https://7universum.com/ru/tech/archive/item/12650*

Dmitry Fedorov
Cand. those. Sci., Surgut State University
Russia, Khanty-Mansi Autonomous Okrug, Surgut

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассматриваются вопросы использования энергоэффективных и энергосберегающих технологий при строительстве жилых объектов частного сектора в южной части Приморского Края. В ходе работы исследована актуальность данной проблемы и проведен анализ особенностей климата Приморского Края, который позволяет эффективно использовать многие технологии умного энергоэффективного дома. Изучен вопрос использования технологии Smart home и IoT (технология интернет вещей) в данном регионе, позволяющие дополнительно повысить эффективность частных домохозяйств. В конце, подведены итоги проведенного исследования.

ABSTRACT

This article discusses the use of energy-efficient and energy-saving technologies in the construction of residential buildings in the private sector in the southern part of Primorsky Krai. In the course of the work, the relevance of this problem was investigated and the analysis of the features of the climate of Primorsky Krai, which makes it possible to effectively use many technologies of a smart energy efficient home, was carried out. The issue of using Smart-House technology and IoT (Internet of Things technology), allowing to further increase the efficiency of private households in this region has been studied. In the end, the results of the research were summarized.

Ключевые слова: Энергоэффективные технологии, Энергосберегающие технологии, Интернет вещей, Умный Дом, Приморский Край.

Keywords: Energy efficient technologies, Energy saving technologies, Internet of Things, Smart Home, Primorsky Krai.

В современном мире проблема эффективного использования ресурсов является важной повесткой в жизни глобального социума. Большинство мировых государств ведут активную политику, с целью снижения потребления различных видов ресурсов, отказа от невозобновляемых источников энергии и перехода к возобновляемым, переход к экологичным перерабатываемым материалам. Экологические проблемы, проходящие в мире, а также переоценка современных общественных ценностей приводит к тому, что экономное и рациональное использование ресурсов, сбережение энергии и забота об экологии становятся основополагающими принципами современного общества.

В последнее десятилетие происходит активизация работы в данном направлении в Российской Федерации. Появление новых программ, направленных на снижение энергопотребления и эффективное расходование ресурсов, изменение уровня полномочий соответственных органов, занимающихся контролем данной сферы, демонстрируют заинтересованность государства в развитии данной области [7]. Проводимые государством мероприятия приводят к тому, что потребление энергоресурсов снижается, так по итогам 2019 года экономия энергоресурсов составила 41,5 млрд. руб. в стоимостном выражении [1].

Высокий уровень заинтересованности государства в данной области демонстрирует актуальность исследуемой проблемы.

Кроме того, проблема энерго- и ресурсосбережения являются чрезвычайно актуальными для владельцев частных домохозяйств. Так содержание частного обходится его владельцу в сумму от 15 тыс. руб., в случае деревенского дома, до 50 тыс. руб., в случае полноценного круглогодичного загородного дома. Экономия энергии и ресурсов при содержании такой недвижимости, приводит к сокращению финансовых затрат его владельца, что также повышает актуальность рассматриваемой темы.

Приморский Край является одним из наиболее перспективных регионов для внедрения интеллектуальных систем энергосбережения и энергоэффективности. Причиной этого является особый климат данного субъекта. Особенностью климата Приморского Края являются муссоны. Муссоны, сезонные ветры, дующие с континента на океан и меняющие свое направление дважды в год, обеспечивают влажное и прохладное лето и сухую теплую зиму в данном регионе. Так средняя температура зимой в южной части региона составляет -7ºС, а летом - 20ºС. Ниже приведена статистическая метеоинформации в районе города Находка, расположенного в южной части Приморского Края.

Месяц	Температура воздуха днем	Температура воды	Солнечных дней	Дождливые дни (осадки)
Январь	-7.5°C	+1.3°C	23	0 дней (5.9мм)
Февраль	-6°C	+0.3°C	17	1 день (12.9мм)
Март	+2°C	+0.9°C	20	0 дней (13.5мм)
Апрель	+11.2°C	+3.8°C	20	3 дня (30.1мм)
Май	+14.8°C	+8.1°C	18	5 дней (50.6мм)
Июнь	+18.8°C	+13°C	15	1 день (33.3мм)
Июль	+24.5°C	+18°C	16	3 дня (91.0мм)
Август	+24.3°C	+20.2°C	17	5 дней (71.1мм)
Сентябрь	+17.6°C	+17.8°C	18	2 дня (53.1мм)
Октябрь	+11.5°C	+13.7°C	19	2 дня (44.1мм)
Ноябрь	+6°C	+7.2°C	18	1 день (33.3мм)
Декабрь	-6.7°C	+2°C	21	0 дней (18.2мм)

Рисунок 1. Климатические данные в районе города Находка

Другой важной особенностью данного региона является среднемесячное количество солнечных дней. Из рисунка, приведенного выше видно, что в течение всего годового периода среднее количество солнечных дней в месяце превышает 15 дней. Более того, месяцами с наибольшим количество солнечных дней в году являются зимние месяцы: январь декабрь. Исходя из этого можно сделать вывод о высоком потенциале применимости солнечной электроэнергетики в данном регионе. Ниже приведен рисунок, отображающий среднемесячное количество солнечных дней с разбивкой по месяцам в районе города Находка.

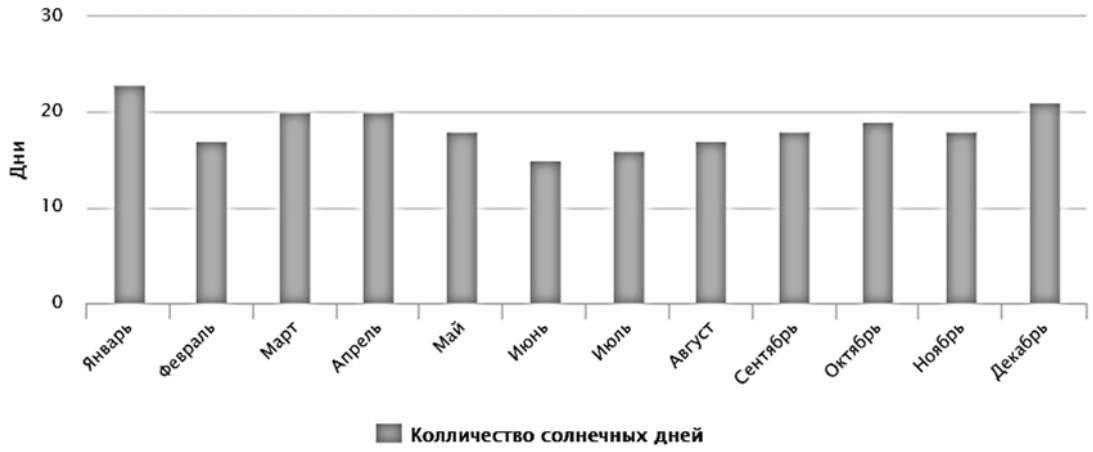

Рисунок 2. Количество солнечных дней в районе города Находка

Теперь рассмотрим основные коммуникации, которые необходимо проложить при строительстве частного дома. Для обеспечения возможности проживания на недвижимом объекте, необходимо реализовать системы теплоснабжения, водоснабжения, электроснабжения, освещения и вентиляции. Современные системы Smart Home и IoT позволяют реализовать данные системы таким образом, что помимо обеспечения функции энерго- и ресурсосбережения, дом будет обладать повышенным комфортом для проживания.

Теплоснабжение

Для эффективной реализации технологии Smart Home в системе теплоснабжения, ее необходимо предусмотреть еще на этапе закладки фундамента и возведения «коробки» дома. Особенностью местности является большое количество солнечных дней в году. Солнечный свет, переносит тепловую энергию, которая может быть использована, как дополнительный источник энергии при отоплении дома. Энергия, переносимая солнечным светом, может быть оценена из закона Стефана-Больцмана:

$$u = \sigma T^4,$$

где u – плотность излучения Солнца,
T – температура Солнца [5].

Данный факт приводит к тому, что еще на этапе закладки фундамента необходимо предусмотреть, ориентацию дома по сторонам света. Наибольшее количество окон должно быть ориентировано на юг или на юго-восток. В данном случае наибольшее количество солнечного света будет попадать на поверхность стекол, что позволит уменьшить затраты на остальную часть теплоснабжения, а также увеличит количество естественного света, что приведет к снижению затрат на обеспечение системы освещения.

Одним из важнейших проблем, которую необходимо решить при проектировки системы теплоснабжения дома, это теплоизоляция дома.

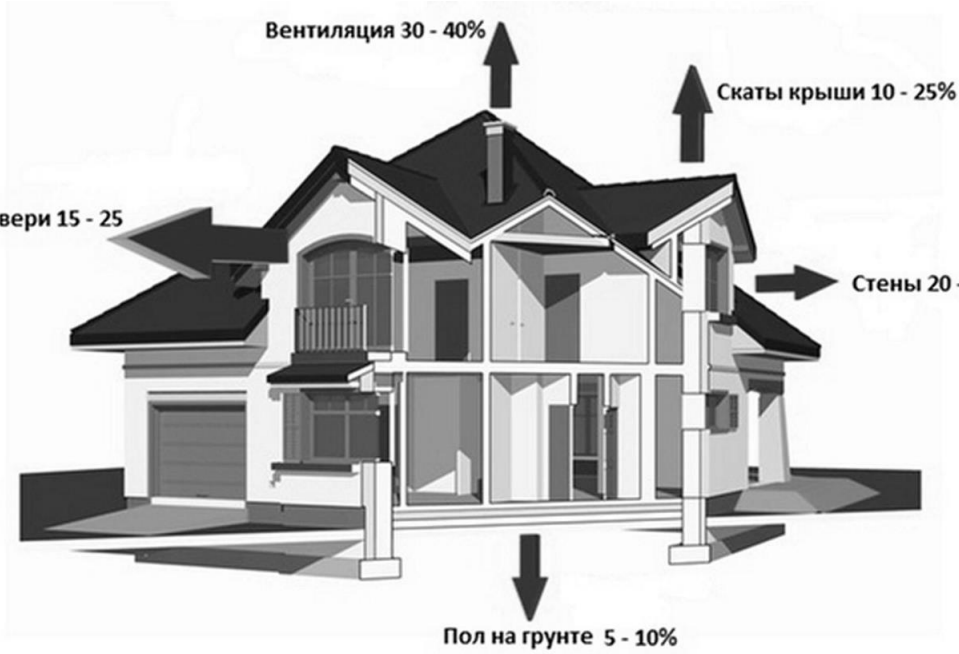

Рисунок 3. Основные потери тепла в частном доме

Как видно из рисунка, приведённого выше, основные потери тепла приходятся на стены и систему вентиляции, поэтому об их изоляцию необходимо предусмотреть на этапе возведения коробки дома.

Далее, необходимо рассмотреть наиболее эффективную систему отопления дома. С экономической точки зрения, наиболее выгодным видом топлива для отопления частного дома является газ. Так для отопления дома площадью 200 м^2 на весь отопительный сезон в среднем требуется порядка 71 тыс. руб., что более чем в 1,7 раз выгоднее, чем другие виды отопления. Тем не менее, в условиях исследуемой задачи такой вариант не применим. По состоянию на 1 января 2020 года уровень газификации региона составлял 0,7%. Согласно подписанному плану развития газоснабжения в регионе, это значение должно увеличиться до 3,9% в 2021-2025 годах [4]. Следовательно, использование центрального газоснабжения для отопительной системы невозможно. На сегодняшний день электрическое отопление является самым распространенным вариантом отопления в Приморском Крае. Несмотря на то, что экономически более выгодно использовать дрова в качестве топлива для частной отопительной системы, электрическое отопление не требует специально подготовленного места для хранения топлива, его проще организовать и оно легко управляется.

Еще одним возможным вариантом отопительной системы в данном регионе являются солнечные водонагреватели. Большое количество солнечных дней в году позволяет использовать энергию солнечного света для отопления частного дома. Тем не менее, данный способ не является высокоэффективным. При реализации отопительной системы подобным образом, ее необходимо дублировать классической топливной системой, для обеспечения отопления в пасмурные дни.

При реализации системы теплоснабжения дома технология Smart Home предполагает обеспечение всех помещений дома датчиками температуры, а все батареи и радиаторы, термостатами с сервоприводами. Особенностью реализации технологии IoT, что все устройства объединены в единую локальную сеть, с помощью коммутирующего устройства. Суть данной технологии заключается в том, что все коммуникации между устройствами выполняются самостоятельно без вмешательства человека. Это позволяет обеспечить максимальную эффективность использования ресурсов, там как сценарий начинает выполняться сразу же после наступления какого-либо события, например, начать отапливать дом при падении температуры в нем до определенного значения. Именно этот принцип, делает технологию IoT такой перспективной для использования. Датчики и устройства, используемы в сети IoT энергоэффективные и

долговечны и легко масштабируемы, что позволяет расширять или сворачивать сеть без особых проблем [6]. Это приводит к тому, что при проектировке дома необходимо использовать интеллектуальные датчики, счетчики и термостаты. Температурные датчики смогут собирать данные о температуре окружающего воздуха и передавать их центральный узел сети. Далее, в зависимости от настроек пользователя, на термостаты с сервоприводами подаются соответствующие сигналы и мощность отопительной системы повышается или понижается. Интеллектуальные счетчики считывают информацию о расходе энергии, проводят анализ и собирают статистику, а также напрямую передают данные в облако, где их возможно считать управляющей компании [6]. Данный подход приводит к значительной экономии, высокой автономности в системе теплоснабжения.

Электроснабжение

Грамотная проектировка системы электроснабжения частного дома позволяет значительно снизить количество потребляемой энергии, а также повысить эффективность ее использования. Сперва рассмотрим вариант использования централизированного электроснабжения. Особенностью централизированного электроснабжения является нерегулярность нагрузки на электрическую сеть. Потребители электроэнергии используют электрическую сеть в разное время суток с различной активностью, вследствие чего на суточных графиках загрузки электросетей возникают зоны повышенного потребления энергии (пики) и зоны низкого потребительского спроса (спады) [3]. Результатом данной особенности централизированного электроснабжения является существование различных тарифов на электроэнергию, в зависимости от нагрузки на сеть. Выделяю пиковые тарифы, обычно утренние и вечерние часы, когда нагрузка на сеть максимальна, полупиковые, дневное время со средней нагрузкой и ночные, когда нагрузка на сеть минимальна. При этом стоимость кВт·ч в пиковый и в ночной тарифах в Приморском Крае различается более чем в 3 раза.

Идеей Smart Home для экономии на системе электроснабжения может стать электронакопительная система. Она представляет собой систему аккумуляторов, объединенных в единую интеллектуальную систему. Интеллектуальная система знает локальное время, и расписание тарифов, поэтому в ночное время, когда стоимость электроэнергии минимальна, система производит накопление электроэнергии в аккумуляторах. Затем, когда в домашней сети наступает пиковый режим, т. е., когда система видит, что потребление энергии превышает среднедневное значение, она начинает разряжать аккумуляторы, сглаживая пики нагрузки, снижая потребление электроэнергии от централизованной сети в часы пик. Тем самым, снижаются финансовые затраты на электроэнергию. В южной части Приморского Края использование подобной системы позволяет снизить ежемесячные затраты на электроэнергию в 2–2,5 раза. Использование технологии IoT необходимо для эффективной реализации данной системы, так как изменение режима работы аккумулятора (зарядка, разрядка), а также измерение нагрузки в домашней сети должно происходить без участия человека. Так же, информация с накопительной системы в сети IoT может сразу же уходить на умные счетчики электроэнергии, которые произведут анализ используемой потребителем электроэнергии, предложат методы по ее экономии и передадут данные со счетчиков через облако в управляющую компанию.

Другой идеей для эффективного использования ресурсов в соответствии с технологией Smart Home, в данном регионе может стать система солнечного производства электроэнергии. Так как южная часть Приморского Края характеризуется большим количеством солнечных дней в году, причем наибольшее их количество приходится на зимний и ранний весенний период, когда средняя температура воздуха минимальна, имеет смысл установка системы солнечных батарей, подключенных к аккумуляторной системе. В течение периода высокой солнечной активности электроэнергия, генерируемая солнечными батареями, запасается аккумуляторами. При наступлении пиковой нагрузки в домашней сети, аккумулятор начинает разрядку в домашнюю сеть, тем самым сглаживая пики и уменьшая количество потребляемой от централизованной сети электроэнергии. Данный подход позволяет добиться не только экономии средств потребителя электроэнергии, но и полноценного снижения потребляемой от централизованной сети энергии.

Наиболее эффективной реализацией энергоэффективных систем электроснабжения является их реализация по технологии IoT. Ее основным преимуществом является автоматизация обмена информацией между частями сети и исключение человеческого фактора, который может привести к снижению энергоэффективности.

Водоснабжение

Реализация системы водоснабжения в Приморском Крае зависит от наличия возможности подключения к системе центрального водоснабжения. Если такой возможности нет, то водоснабжение частного дома необходимо обеспечивать от артезианской скважины. Особенностью Приморского Края является факт того, что вода, поднятая из скважины глубиной до 50 метров, не считается безопасной. Поэтому для обеспечения системы водоснабжения питьевой водой бурим скважину глубиной свыше 50 метров и, дополнительно, устанавливаем фильтры, оборудованные датчиками контроля качества воды. Информация с датчиков передается в интеллектуальную систему, которая позволит потребителю отслеживать качество воды.

Для центрального водоснабжения важным способом эффективного расходования воды может служить умный счетчик. Прибор, внедренный в сеть IoT, позволит передавать данные в систему ЖКХ без участия владельца дома, а также контролировать и анализировать расход воды.

Для любого варианта организации системы водоснабжения эффективными способами экономии ресурсов могут являться интеллектуальные смесители и аэраторы. Аэратор устройство, насыщающее воду кислородом, тем самым позволяя уменьшать расход воды при неизменном напоре.

Интеллектуальные смесители – это смесители воды, оборудованные термостатами и сервоприводами. Они позволяют легко установить необходимую температуру воды, избегая лишнего расхода при включении, выключении воды, а также настройке комфортной температуры. При подключении системы в сеть IoT, можно обеспечить еще более эффективное использование ресурсов; получая информацию с других устройств сети, о температуре воздуха, влажности и времени суток, смеситель может изменять сценарий работы, выбирая оптимальный температурный режим.

Освещение

При проектировке системы теплоснабжения было рекомендовано ориентировать окна на юг, юго-восток, для увеличения количества естественного света. Тем не менее, в летний период количество поступающего солнечного может быть избыточно. Решением данной проблемы может являться технология Smart Home и стекла с изменяемым показателем проницаемости. Система должна работать следующим образом; датчики освещенности, объединенные в сеть IoT, считывают информацию о количестве света, проходящего через стекла. При достижении критического значения на датчике освещенности, он отправляет информацию в сеть, на контроллер, регулирующий проницаемость окон. Контроллер изменяет значение напряжения, подаваемого на стекло, вследствие чего, изменяется ток текущий через него. Из-за изменения значения тока меняются показатели поляризации стекла, его проницаемость уменьшается, и меньшее количество света проникает сквозь окна.

Использование подобной системы регулировки проницаемости окон крайне эффективно. Данная система легко масштабируема, а ее части независимы друг от друга, т. е., можно менять освещение в одних частях дома, при этом совершенно не затрагивая другие. Кроме того, система позволяет обеспечить настройку пользовательских сценариев, освещение может меняться в зависимости от времени суток и времени года. Это позволяет добиться максимально эффективного использования естественного освещения.

Таким же образом может быть организованна система искусственного освещения. Интеллектуальные лампы встраиваются в сеть IoT. Далее их работа регулируется не пользователем, а сценариями и данными с датчиков освещенности.

Вентиляция

При реализации системы вентиляции необходимо учитывать особенности климата данного региона. Приморский Край отличается высокой влажностью воздуха в летний период, которая может достигать 99%. При этом в зимние месяцы влажность может падать до 10%. Поэтому при реализации системы вентиляции необходимо обеспечить ее достаточным количеством датчиков контроля влажности, а также возможностью регулировать влажность.

Эффективным способом реализации вентиляционной системы может служить система вентиляции с рекуперацией воздуха. Это вариант приточно-вытяжной системы вентиляции. В ней горячий воздух из дома вытягивается и выбрасывается наружу, а холодный свежий воздух через регулятор попадает в дом.

Особенностью данной системы является регулятор, в котором холодный воздух с улицы нагревается от теплого выбрасываемого воздуха, что позволяет снизить потери тепла в вентиляционной системе. Данный вид вентиляции на 60–80% эффективнее обычной приточно-вытяжной системы.

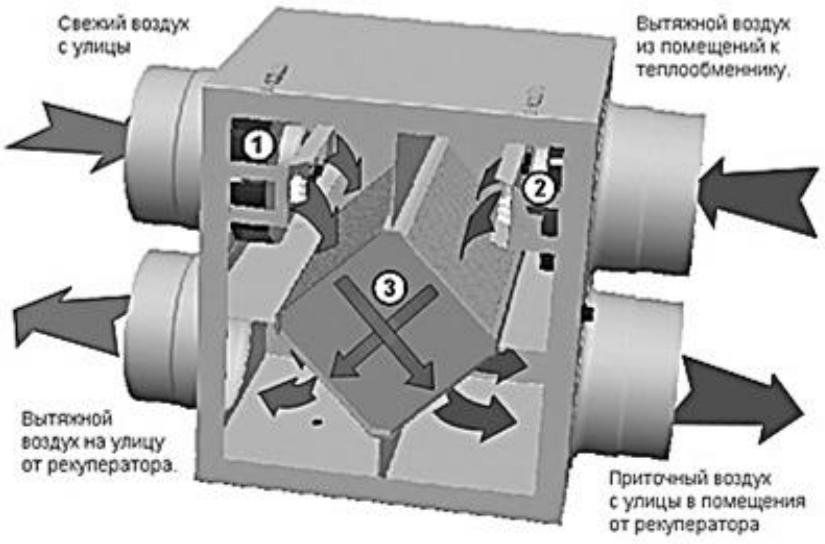

Рисунок 4. Приточно-вытяжная вентиляционная система с рекуперацией

Управлением данной системы займется контроллер, на который будут приходить данные с сети IoT.

Для реализации контроля влажности установим датчики влажности, а также осушители и увлажнители воздуха. Объединенные в общую сеть IoT, они будут получать информацию с датчиков и работать только при достижении определенных значений влажности, тем самым убирая человеческий фактор в регулировки влажности в доме, и обеспечивая эффективную работу данной системы.

Добавление системы контроля качества воздуха позволяет полностью автоматизировать систему вентиляции. При низком содержании O_2 или повышенном содержании CO_2, информация отправляется на контроллер приточно-вытяжной вентиляции, увеличивая мощность ее работы, тем самым повышая качество воздуха в доме.

Smart Home, IoT и итоги

Как уже было отмечено раннее наиболее эффективного использования ресурсов невозможно достичь без реализации технологии Smart Home и IoT. Smart Home реализует возможность простого изменения параметров дома (температура воздуха, влажность, освещенность и т.д.). Технология IoT позволяет полностью автоматизировать данный процесс, исключая из него человека, позволяя устройствам, образующим IoT сеть самостоятельно регулировать режим своей работы, выбирая оптимальный, в зависимости от информации полученной с других устройств сети. Кроме того, сети IoT обладают высокой степенью масштабируемости, количество устройств в сети легко увеличить, не изменяя при этом принципиальную архитектуру. При этом эффективность и полезность сети растет по формуле [2]:

$$V \sim N^2, \text{где } V - \text{где } V \text{ полезность сети}, N - \text{число устрйств в ней.}$$

Современные технологии позволяют обеспечивать в сети бесперебойный, высокоскоростной обмен данными. Для обеспечения работы технологии IoT был разработан специальный протокол Zigbee, позволяющий устройствам эффективно обмениваться информацией. Он позволяет работать на большей дистанции, чем Bluetooth соединение, и обладает большей безопасностью чем Wi-Fi.

Использование технологий Smart Home и IoT позволит максимально повысить энергоэффективность жилого помещения, как это было показано в исследовании для частных объектов южной части Приморского Края. Некоторые регионы, как исследуемый, обладают большим потенциалом для применения данных технологий, другие меньшим. Тем не менее, использование новых достижений в данной области приводит к значительному снижение потребления ресурсов, что приводит к снижению затрат потребителя.

Список литературы:

1. Государственный доклад "О состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в Российской Федерации" от 31.12.2020 // Министерство экономического развития Российской Федерации. – 2020. URL:https://www.economy.gov.ru/material/file/c3901dba442f8e361d68bc019d7ee83f/Energyefficiency2020.pdf (дата обращения: 22.07.21).
2. Ли П. «Архитектура интернета вещей» / Ли П. , пер. с анг. М.А. Райтмана. - Москва : ДМК Пресс, 2019 – 454 с.: ил. - ISBN 978-5-97060-784-8.
3. Наумов И.В. «Электроснабжение: учебное пособие» / И.В. Наумов. – Благовещенск : Издательство АмГУ, 2014 – 382 с.
4. Постановление Губернатора Приморского края «Об утверждении региональной программы "Газификация жилищно-коммунального хозяйства, промышленных и иных организаций Приморского края на 2020 - 2024 годы" (с изменениями на 19 апреля 2021 года)» от 10 января 2018 года № 1-пг // Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс». - 2018 г. - с изм. и допол. в ред. от 19.04.2021. URL: https://docs.cntd.ru/document/545226139?section=text (дата обращения: 30.07.21).
5. Сивухин Д.В. «Общий курс физики. Оптика. т. IV» / Сивухин Д.В. - Москва : Наука, 1980 , – 752 с.
6. Суомалайнен А. «Интернет вещей: видео, аудио, коммутация» / А. Суомалайнен. — Москва: ДМК Пресс, 2019–120 с. - ISBN: 978-5-97060-761-9
7. Федеральный закон "О внесении изменений в статьи 6 и 25 Федерального закона "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" в части требований к программам в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности организаций с участием государства или муниципального образования" от 23.04.2018 № 107-ФЗ // Официальный интернет-портал правовой информации. – 2018 URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201804230014 (дата обращения: 08.08.21).