

pISSN 2073-1477
eISSN 2311-8733

Инновации и инвестиции

ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМ «УМНЫЙ ДОМ» В ЖИЛИЩНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ, БЕЗОПАСНОСТИ И КОМФОРТА

Андрей Александрович КУЛЬКОВ ^a,
Альбина Айратовна ЯКУПОВА ^{b,*}

^a кандидат экономических наук,
доцент кафедры экспертизы и управление недвижимостью,
Казанский государственный архитектурно-строительный университет (КГАСУ),
Казань, Российская Федерация
akulkov@inbox.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8378-1858>
SPIN-код: 7920-9427

^b бакалавр, кафедра экспертизы и управления недвижимостью,
Казанский государственный архитектурно-строительный университет (КГАСУ),
Казань, Российская Федерация
albina-asha@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3533-6244>
SPIN-код: 6721-2169

* Ответственный автор

История статьи:

Рег. № 73/2021
Получена 11.02.2021
Получена в
доработанном виде
26.02.2021
Одобрена 09.03.2021
Доступна онлайн
15.04.2021

УДК 332.8

JEL: O18, R22, R31

Ключевые слова:

автоматизация,
безопасность,
Интернет вещей,
комфорт, системы
управления энергией,
умный дом,
энергоэффективность

Аннотация

Предмет. Значение системы «умный дом» в развитии жилищного сектора регионов России.

Цели. Определить понятие «умный дом», обосновать актуальность внедрения инновационных систем в жилищном секторе.

Методология. Применены системный и функционально-структурный анализ данных.

Результаты. Сформулировано определение системы «умный дом». Раскрыта работа интегрированных систем освещения, отопления, водоснабжения и безопасности. Обоснованы три главных принципа системы «умный дом»: энергоэффективность, комфорт и безопасность. Показано, что особым этапом развития стало появление Интернета вещей.

Выводы. Установка интеллектуальных устройств обеспечивает экономию времени, денег и энергии. Системы освещения, отопления, кондиционирования, безопасности и другие удовлетворяют постоянно меняющиеся потребности человека.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2021

Для цитирования: Кульков А.А., Якупова А.А. Внедрение систем «умный дом» в жилищное строительство как инструмент повышения энергоэффективности, безопасности и комфорта // Региональная экономика: теория и практика. – 2021. – Т. 19, № 4. – С. 778 – 798.
<https://doi.org/10.24891/re.19.4.778>

Введение

В настоящее время в жилищной сфере реализуются кардинальные технологические нововведения, связанные не только с изменением физического пространства зданий, но и с внедрением автоматизированных инженерных систем и оборудования. Большая роль в осуществлении инноваций принадлежит Интернету вещей (Internet of things, или IoT). Это важный и значительный инструмент, представляющий собой систему взаимосвязанных устройств, машин и объектов, уникально идентифицируемых и осуществляющих передачу данных через IP-соединения без взаимодействия с человеком. Инструмент IoT предоставляет такие преимущества, как экономия затрат; снижение энергопотребления; повышение эффективности.

Интеллектуальная составляющая IoT может спрогнозировать характер технического обслуживания, чтобы исключить ненужные услуги, а также определить бюджет обслуживания. Рассмотрим влияние Интернета вещей на жилищную сферу.

За последние годы было введено много разработок, связанных с системой «умный дом». Интернет вещей – это ключевой компонент автоматизации, меняющий принцип эксплуатации зданий. Умный дом (или интеллектуальный дом) – это комплекс, оснащенный различными технологическими датчиками, управление которыми осуществляется через мобильное или другое сетевое устройство. Цель использования комплекса – создание благоприятных и комфортных условий для жизни.

Благодаря автоматизации систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, освещения, безопасности и других систем при помощи датчиков и приборов постоянно происходит сбор данных о том, как работают различные устройства и как они используются. В результате при помощи сложных алгоритмов на основе прогнозирования поведения и предпочтений жильцов выстраивается определенная модель создания предпочтительных (оптимальных) условий для жизни.

Кроме того, анализ фактического использования здания дает представление о пространстве и мощности. Эти данные позволяют решить, действительно ли нужно расходовать бюджетные средства на увеличение или уменьшение пространства для строительства, то есть ответить на вопрос о том, должны ли вы консолидировать или повторно использовать пространство.

В конечном итоге использование приложения IoT в «умных домах» направлено на экономию затрат, а именно на сокращение потребления энергии и административных расходов. Владельцы могут использовать данные для регулирования кондиционирования воздуха и освещения в режиме реального времени, чтобы снизить затраты энергии и оптимизировать внутреннюю среду. Система «умный дом», использующая IoT, оправдывает ожидания потребителей, а иногда даже превосходит их.

Этапы формирования определения «умный дом»

Первое поколение «умных» домов было прежде всего связано с дистанционным управлением и автоматизацией бытовых приборов. Прежде чем дать определение понятия «умный дом», рассмотрим предпосылки к его появлению.

Начальные попытки внедрения автоматизации в повседневную жизнь начались в 1898 г., когда Н. Тесла изобрел пульт дистанционного управления машинными механизмами движущихся судов и сухопутных транспортных средств¹. Начало XX в. – время первой промышленной революции, когда новые открытия и изобретения начинают широко использоваться, что существенно меняет качество жизни человека в лучшую сторону. Отметим изобретение бытовых приборов, таких как пылесосы, стиральные машины, электрические посудомоечные машины, с которых начался процесс автоматизации.

Начало развития интеллектуальной системы автоматизации символизирует система ECHO IV (1960-е гг.)² – прототип домашнего компьютера, способный контролировать температуру воздуха в помещении, включать и выключать приборы и отвечающий за некоторые другие функции, которые для современных интеллектуальных устройств является элементарными. Прорывом в создании «умного дома» стала разработка инженерами компании Pico Electronics в 1975 г. проекта X10 для связи электроустройств в системах домашней автоматизации – первого стандарта передачи данных для бытовых приборов. Принцип работы системы напоминал программирование: закодированная цифровая информация в виде команд и адреса передавалась приборам от контроллера – управляющего устройства. Это послужило толчком для дальнейшего развития идеи о полностью автоматизированном интеллектуальном доме. Несмотря на то, что в

¹ Радиоуправляемая лодка Николы Тесла и другие малоизвестные изобретения гения.
URL: <https://radiocopter.ru/radiupravlyaemaya-lodka-tesla/>

² The ECHO IV Home Computer: 50 Years Later.
URL: <https://computerhistory.org/blog/the-echo-iv-home-computer-50-years-later/>

настоящее время существуют и другие стандарты, предоставляющие больше возможностей (KNX, BACnet, INSTEON), X10 остается одним из самых популярных и недорогих стандартов.

Впервые термин «умный дом» был введен в оборот в 1984 г. американской Ассоциацией жилищно-строительных компаний, а в 1999 г. концепция умного дома была изложена в фильме «Smart House»³. В XXI в. начался переворот в автоматизации домашних технологий.

В настоящее время единое четкое определение понятия «умный дом» отсутствует, но почти каждое частное определение подразумевает взаимосвязанную систему удаленного управления интеллектуальными устройствами, формирующую комфортные условия для проживания, а также обеспечивающую рациональное использование энергоресурсов и безопасность жильцов.

Интеллектуальные технологии автоматизации зданий представляют собой взаимосвязанную сеть программного и аппаратного обеспечения, которая контролирует окружающую среду объекта строительства. Различные используемые аппаратные средства включают в себя исполнительные механизмы, контроллеры и датчики. Эти приборы совместно обеспечивают автоматизированное управление.

Удаленное управление создается в результате комплексной работы основных трех типов устройств. Контроллер – это устройство, отвечающее за функционирование системы, являющееся посредником между интеллектуальными приборами и внешней средой, действующее как центральная точка системы умного дома, интегрируя все разрозненные приложения. Назначение контроллера заключается в сборе и обработке данных, получаемых от датчиков, и составлении конкретных сценариев для каждого исполнительного устройства. Для лучшего понимания принципа работы контроллера можно привести следующий пример: при срабатывании будильника в установленное пользователем время открываются шторы и включается кофеварка. Контроллеры могут быть установлены для поддержания климата в определенном диапазоне, для регулирования освещения на основе графика занятости, предупреждения руководителей объектов о потенциальных проблемах или сбоях в работе системы.

Датчики – устройства, подобные органам чувств, собирающие информацию из внешней среды. Существует большое разнообразие их видов, которые

³ История умного дома. URL: <https://www.energyhouse.ru/blog/umnyj-dom/istoriya-umnogo-doma>

можно объединить в две группы: бытовые (датчики температуры, влажности, освещенности и др.) и датчики, отвечающие за безопасность (датчики движения, протечки воды, утечки газа и т.д.).

Актуаторы – исполнительные устройства, являющиеся интеллектуальными и исполняющие различные команды. К этой группе относятся, например, автоматические выключатели, модули отопительных устройств, климат-контроллеры и т.д.

Обмен информацией и взаимодействие между этими устройствами осуществляется благодаря IoT по различным протоколам – Bluetooth, ZigBee, WiFi, Z-Wave и т.д. [1]. Протоколы домашней автоматизации – это способы передачи информации между устройствами либо проводным способом, либо по беспроводной сети. Такая коммуникация является существенно необходимой для управления умным домом.

Протоколы можно разделить на два вида – беспроводные и проводные. Распространенными примерами проводных протоколов являются X10 и UPB. Данные протоколы используют уже существующую проводку, они известны своей надежностью, низкой скоростью и трудностью шифрования. Беспроводные протоколы, как правило, быстрее и совместимы с более широким спектром устройств. Эти протоколы можно подключить без использования линий электропередач, что облегчает их защиту⁴. Одним из самых популярных считается протокол Z-Wave. Многие системы домашней безопасности совместимы с Z-Wave, что делает его идеальным решением для полного контроля всех устройств в одном приложении. Существует также несколько гибридных протоколов, таких как Insteon и C-Bus, которые используют сочетание проводной и беспроводной технологии.

Слаженная работа всех устройств обеспечивает максимально комфортное проживание, исключая необходимость постоянно быть в непосредственной близости для управления устройствами.

Составляющие системы «умный дом»

Современное интеллектуальное здание соединяет и интегрирует разнородные датчики и системы, а также информацию об использовании в централизованном представлении не только для снижения

⁴ Фетисов Л.В., Гарифуллин А.А. Интеллектуальное управление домом: «умный дом». В кн.: Новая наука: современное состояние и пути развития. Материалы Международной (заочной) научно-практической конференции. Нефтекамск: Мир науки, 2019. С. 26–30.

энергопотребления и затрат на использование ресурсов, таких как электричество, вода, но и для повышения безопасности и надежности, благополучия и здоровья граждан. При целостном подходе датчики и системы могут эффективно способствовать развитию интеллектуального здания, способного генерировать данные и распределять их между системами при помощи специальных мобильных приложений [2].

Так как под умным домом подразумевается система, то определение можно раскрыть и через составляющие, интегрированные для определенной цели – управления зданием в целом. Это происходит через такие системы, как:

- система отопления и водоснабжения;
- система кондиционирования и вентиляции;
- система освещения;
- система управления и связи;
- система безопасности.

Каждая из этих систем представляет собой комплексы объектов, которые необходимо грамотно эксплуатировать [3]. Рассмотрим некоторые из них.

Больше всего энергии потребляет система отопления, вентиляции и кондиционирования (ОВиК), поэтому особое значение принадлежит автоматизации интеллектуальных устройств в целях оптимизации потребления таких услуг. ОВиК – это технологии, контролирующие такие переменные, как температура в помещении, влажность, давление жидкости, протекающей по трубам, температура охлажденной или нагретой воды или скорость вращения вентиляторов воздуха. Усовершенствованные средства управления системами ОВиК позволяют снизить потребление электроэнергии, могут непрерывно адаптировать работу устройств системы в соответствии с требованиями и обнаруживать потребности в техническом обслуживании. Они основаны на датчиках и используют стратегии управления путем модуляции температуры, расхода энергии и т.д.

Различные виды датчиков этой системы интегрируются с системой автоматизации здания, что создает возможность точной настройки температуры, влажности и расхода воздуха для оптимизации комфорта при одновременном снижении энергопотребления. Среди этих датчиков наиболее часто используются термостаты, так как они доступны для широкой публики. Это программируемые подключенные устройства,

предназначенные для того, чтобы помочь жильцам регулировать нагрузку на отопление и охлаждение. Датчики качества воздуха в помещении предназначены для информирования о концентрации загрязняющих веществ и могут использоваться для контроля скорости вентиляционного потока воздуха.

Распределители тепловых затрат, или теплосчетчики, используемые в многоквартирных домах с централизованными системами отопления, также предоставляют информацию пользователю, что позволяет жильцам устанавливать температуру внутри помещений и тем самым снижать потребление тепла [4].

Эти примеры демонстрируют, как интеллектуальные технологии, связанные с системами ОВиК, позволяют управлять системами и информировать пользователей, а также способствуют повышению энергоэффективности. Экономия энергии, связанная с интеллектуальным управлением системами ОВиК, является следствием следующих факторов:

- интеллектуальные системы ОВиК позволяют контролировать потребности в отоплении, охлаждении и вентиляции;
- интеллектуальные системы могут встраивать в дополнение к датчикам обучающие алгоритмы, чтобы лучше соответствовать поведению пользователей или использованию здания;
- интеллектуальные системы способны передавать информацию о своей работе, потреблении энергии, которая может быть использована потребителями, владельцами, обслуживающим персоналом и менеджерами энергосистем.

Все перечисленное позволяет регулировать систему, изменяя, например, настройки температуры, время включения и выключения, продолжительность периодов предварительного нагрева или предварительного охлаждения. Раннее обнаружение и диагностика неисправностей в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха позволяет снизить повреждение оборудования, повысить надежность и безопасность интеллектуальных зданий, генерируя социальные и экономические выгоды.

В случае водоснабжения датчики необходимо устанавливать в местах, где наиболее вероятны утечки воды и потенциальные проблемы с водоснабжением во избежание необратимых последствий. При утечке воды датчик посылает сигнал в систему, в результате чего автоматически

перекрывается вода и происходит оповещение аварийных служб и владельцев⁵. При постоянном обмене данных между водопроводной компанией и системой «умного дома» возможно своевременное выявление отклонений в нормальных условиях подачи воды, что значительно снижает расход водных ресурсов. Кроме того, при помощи датчиков потребители могут отслеживать температуру, контроль качества и уровень потребления воды.

Важная роль также отводится системе, контролирующей электроснабжение, в частности освещение. С развитием интеллектуальных технологий управление освещением стало энергоэффективнее. Программное обеспечение автоматизации зданий дает возможность устанавливать графики освещения, а специальные системы управления освещением также позволяют контролировать затемнение и «сбор дневного света», автоматически включают и отключают свет в зависимости от уровня внешнего освещения, а также прекращают подачу электроэнергии при долгом ее отсутствии [3]. Это наиболее распространенные способы управления освещением в зданиях для экономии энергии, но роль освещения в «умном здании» на этом не заканчивается. Те же датчики предсказывают отказ системы, что позволяет лучше планировать ремонт и избежать сборов за аварийное обслуживание.

Другая важная функция интеллектуальных датчиков по управлению освещением – это отслеживание движения, температуры и потребления энергии. Данные о движении могут показать, как часто используется пространство, типичные пути через здание и как меняется окружающий свет и температура в течение дня. Некоторые элементы управления освещением могут помочь создать более комфортную среду для жильцов, а также приспособиться к циркадным ритмам для более биофильной среды.

Контроль за потреблением электричества и освещением значительно снизит затраты потребителей, а при одновременном сочетании следующих трех характеристик систем освещения будет обеспечиваться не только энергоэффективность, но и окупаемость инвестиций в интеллектуальное здание⁶. Это такие характеристики, как интеллектуальность (самостоятельное принятие решений в зависимости от входных данных); централизованность (все элементы управления освещением должны быть

⁵ Domb M. Smart Home Systems Based on Internet of Things.
URL: <https://doi.org/10.5772/intechopen.84894>

⁶ Дмитриева Н.Н., Плотникова О.И., Романов М.А. Использование энергосберегающих технологий на основе системы «умный дом» при строительстве многоквартирных домов // Фотинские чтения. 2017. № 2. С. 138–141.

связаны с центральной базой данных и должны функционировать из различных локальных и удаленных мест); коммуникативность (взаимодействие оператора и системы освещения для двустороннего обмена данными в целях оптимизации потребления энергии и обслуживания сети).

Главным компонентом в управлении «умным домом» является цифровая информация, поэтому одним из важнейших аспектов считается информационная безопасность. В случае отказа оборудования или попытки взлома базы данных первостепенное значение приобретает задача обеспечения сохранности информации системы. Поскольку интеллектуальные дома управляются автоматически, к проблеме безопасности мобильной сети следует отнестись серьезно и необходимо установить другую важную систему – систему безопасности.

Системы безопасности зданий обеспечивают удобство и спокойствие благодаря технологиям зондирования, подключения и пользовательского интерфейса. В данной системе можно выделить два составных элемента. Первый элемент – это система мониторинга, которая следит за тем, что происходит внутри и вокруг здания с помощью камер и датчиков различных типов. Второй элемент – это системы предупреждения преступности, осуществляющие входное и выходное управление и контроль на основе информации, поступающей от систем мониторинга.

Системы мониторинга представляют собой датчики движения для контроля проникновения, пожарные извещатели, детекторы угарного газа и другие устройства, предназначенные для мониторинга чрезвычайных ситуаций внутри здания. Контролируемая информация, передаваемая по сети диспетчеру в виде аварийных сигналов и изображений, при необходимости может храниться и управляться на защищенном сервере данных. Такие датчики, как детекторы открытия-закрытия дверей и детекторы разбивания стекол для обнаружения чрезвычайных ситуаций, а также функции управления входом и выходом образуют систему преступности. Через сеть можно поддерживать связь с другими системами автоматизации зданий (системами кондиционирования воздуха, освещения и т.д.).

Здания, оснащенные передовыми системами безопасности, такими как видеонаблюдение, контроль доступа и датчики присутствия, могут помочь повысить эффективность работы за счет использования интеграции по сбору данных, что позволяет разным системам работать в тандеме. Например, объединение видеоаналитики и контроля доступа может быть использовано для мониторинга потока жильцов внутри здания, чтобы предотвратить несанкционированный доступ. Безопасность объекта может

быть дополнительно повышена подключением датчиков к системам аварийной связи, что позволяет определить местоположение очага аварийной ситуации.

Помимо оказания помощи в чрезвычайных ситуациях, данные, собранные с помощью передовых технологий безопасности, могут быть проанализированы системными интеграторами для лучшего понимания работы инфраструктуры здания. Если потребление энергии растет, интеграторы могут предложить создать видеоаналитику, а также включать или выключать элементы управления освещением и ОВиК в определенных зонах в зависимости от занятости. Этот подход не только помогает обеспечить безопасность на всем объекте, но и дает представление о том, как здание используется, чтобы помочь сэкономить на затратах энергии.

Понимание ценности соединения различных систем безопасности, а также того, как они могут быть интегрированы с другими строительными системами, является ключевым компонентом в разработке более умного и безопасного объекта. Системная интеграция представляет собой множество вариантов затрат, соответствующих конкретным потребностям.

Энергоэффективность как одна из главных задач «умного дома»

Проблемы экологии в современном мире в период бурного развития IT-технологий все больше заставляют застройщиков и домовладельцев уделять внимание вопросам энергоэффективности и энергонезависимости жилой недвижимости. Меняется способ планирования, строительства и управления зданиями [5]. Все больший интерес вызывает внедрение системы «умный дом», так как это гарантирует снижение энергопотребления, эксплуатационных и коммунальных расходов и увеличение экономии энергии. Важно понимать модель использования электроприборов и количество потребляемой ими энергии, чтобы достичь эффективности в управлении зданием и сэкономить в расходах.

Экономия электроэнергии может быть достигнута двумя способами: за счет использования энергоэффективных автоматизированных систем освещения, ОВиК, безопасности; за счет внедрения систем управления энергией, использующих информацию о ценах в реальном времени для планирования нагрузок, чтобы минимизировать плату за электроэнергию⁷.

⁷ Iwayemi A., Wan W., Zhou C. Energy Management for Intelligent Buildings.
URL: <https://doi.org/10.5772/18589>

Преимущественное значение имеют системы автоматизации, обеспечивающие централизованное управление климат-контролем, освещением и системами безопасности в целях повышения энергоэффективности и создания комфортных условий для жильцов. Эти системы не только снижают энергозатраты, но и облегчают управление зданием.

Системы автоматизации зданий имеют иерархическую структуру, объединяющую несколько уровней. Первый уровень включает в себя датчики температуры, влажности, уровня освещенности и заполняемости помещения. Второй уровень – уровень автоматизации – состоит из прямых цифровых контроллеров, обеспечивающих точное автоматизированное управление строительными процессами с помощью цифровых устройств, в то время как третий уровень обеспечивает централизованное управление всей системой. Такая трехуровневая система автоматизации обеспечивает обзор всего здания, облегчая централизованный контроль, сбор и анализ данных.

Другим важным фактором, влияющим на энергоэффективное управление зданием, является постоянное предоставление пользователями данных об энергопотреблении каждого прибора. Это позволяет определить соответствующие стратегии управления энергией во время наибольшего спроса на нее, что также ведет к рациональному использованию энергии. По некоторым оценкам, сокращение потребления электроэнергии в жилых помещениях европейских стран на 10–15% приведет к экономии энергии в размере 200 млрд кВт/ч, что эквивалентно мощности 16 атомных станций.

Эти статистические данные демонстрируют важность управления энергопотреблением приборов. Энергопотребление можно измерить двумя способами, выбор между которыми зависит от стоимости и размера системы и простоты ее установки: прямое или распределенное измерение; одноточечное измерение.

Первый способ представляет собой наиболее точную схему для получения данных об энергопотреблении приборов. Каждое из измеряемых устройств подключается к сети через интеллектуальную вилку или датчик, который измеряет потребление энергии, показатель которой отображается на центральном контроллере. Особенности этих устройств заключаются в следующем: высокая точность измерений; возможность управления сенсорным устройством; требуется развертывание большого количества узлов; высокая цена системы и установки.

При одноточечном измерении данные об использовании энергии получают из одной точки здания. Это обеспечивает экономичное и легко развертываемое решение с меньшим количеством точек отказа, чем распределенное решение. Такое решение оптимально для больших зданий и коммерческой среды, где необходимо обнаружить большое количество устройств. Одноточечное измерение отличается следующими свойствами:

- более низкая стоимость и более простая установка устройств;
- отсутствие управления устройствами;
- некоторые схемы могут только ощущать активность прибора, но не измерять потребление энергии.

Крупнейшим потребителем электрической энергии в жилых зданиях считается освещение, на которое приходится 30% расходов на электроэнергию, что указывает на необходимость эффективного управления. Основные режимы управления освещением включают в себя управление включением/выключением, планирование, обнаружение занятости и затемнение. Более совершенные схемы включают сбор дневного света, настройку задач и реагирование на спрос.

Сбор дневного света включает в себя измерение количества окружающего света и его использование для уменьшения количества искусственного освещения, необходимого для поддержания количества света на заданном уровне. Интеллектуальные системы управления освещением сочетают цифровое управление с вычислительными и коммуникационными возможностями. Результатом является низкая стоимость и очень гибкая система освещения.

«Умные здания» генерируют большое количество данных, что служит основой для повышения производительности и эффективности строительства. При этом затраты, направленные на улучшение данных показателей, окупаются снижением платы за электроэнергию. Главное – разумно подобрать соответствующее оборудование.

Рынок систем «умный дом» в России

Достижения в сфере цифровых технологий и распространение Интернета вещей способствуют постоянному развитию рынка «умных домов» [6], который является высококонкурентным и состоит из нескольких крупных игроков. Концепция домашней автоматизации не нова, но основными участниками являются в основном экономически развитые страны

Северной Америки и Европы. Что касается России, то распространение системы «умный дом» находится в начальной стадии.

По мнению экспертов Discovery Research Group, за 2019 г. глобальный рынок по внедрению систем умного дома вырос на 3,1%, что составило 99 млрд долл. США, а к 2025 г. ожидается рост до 151,4 млрд долл. США. Доля российского рынка по состоянию на 2019 г. составила 18,7 млрд долл. США. При этом основным потребителем продукции, связанной с системой «умный дом», является Москва (50%)⁸.

Интерес россиян к системам «умный дом» имеет положительную тенденцию, и в ближайшие годы показатели будут значительно увеличиваться. Большой спрос на данные устройства обусловлен тремя основными факторами: это комфорт, экономия и безопасность. Собственники квартир, где уже внедрены энергоэффективные системы «умный дом», отмечают, что расходы значительно ниже по сравнению с квартирами без таких установок [7].

По результатам исследований, проведенных экспертами «Ситилинк», продажи устройств систем «умного дома» по итогам 2020 г. показали прирост в денежном выражении на 64% по сравнению с 2019 г. Особый спрос наблюдался на «умные» розетки (рост на 185%), блоки управления устройствами (187%), умные лампы (240%), выключатели (671%)⁹.

Основными субъектами, реализующими комплексную установку систем «умный дом», являются следующие компании:

- INTELVISION – инжиниринговая компания, осуществляющая свою деятельность преимущественно в Санкт-Петербурге, Москве, а также в Казахстане и других странах СНГ¹⁰;
- DoSmart – официальный дилер системы «умный дом» в Казани¹¹;
- HouseClever – компания, занимающаяся комплексной автоматизацией различных сегментов недвижимости более чем в ста городах России¹²;

⁸ Discovery Research Group. Недвижимость. URL: <https://drgroup.ru/nedvizhimost-102.html>

⁹ «Ситилинк»: продажи устройств «умного дома» за 2020 год выросли на 64%.

URL: <https://news.myseldon.com/ru/news/index/243293884>

¹⁰ INTELVISION. URL: <https://www.intelvision.ru/>

¹¹ DoSmart. URL: <https://kazan.adresa-telefony.ru/dosmart-70000001006369023.html>

¹² HouseClever. URL: <https://houseclever.ru/>

- IPSUM Engineering – компания, предоставляющая полный спектр услуг по установке интеллектуальных систем в домах по Казани¹³;
- INSYTE – компания, занимающаяся разработкой и внедрением инновационных технологий и услуг по России¹⁴.

Отдельно приобрести устройства и оборудования или сформированные комплекты можно в интернет-магазинах.

На российском рынке в данном сегменте немного участников по сравнению со странами Европы и Северной Америки ввиду ограничений в социально-экономическом и цифровом развитии, а также по причине низкого уровня доходов населения [8].

Заинтересованность в интеграции «умных» устройств кардинально меняется с годами, что обосновывает актуальность данного направления. Рассмотрим подробнее три компании, предоставляющие готовые решения по установлению системы «умный дом» в однокомнатной квартире площадью 40 м², и определим стоимость системы на 1 м² (табл. 1).

Средняя стоимость системы «умный дом» будет составлять (1):

$$(275\,732 + 223\,930 + 250\,000) / 3 = 249\,887 \text{ руб.} \quad (1)$$

На 1 м² однокомнатной квартиры площадью 40 м² стоимость системы составит:

$$249\,887 / 40 = 6\,247 \text{ руб./м}^2. \quad (2)$$

Учитывая значительную экономию на отоплении, водоснабжении, электричестве за счет разумного использования ресурсов и контроля их расхода, осуществляемого системой «умный дом», можно утверждать, что затраты на приобретение интеллектуальных устройств являются обоснованными. Технология «умный дом» позволит улучшить многие аспекты повседневной жизни. Интеллектуальные технологии обеспечивают более полный контроль над свойствами такого дома; счет на оплату коммунальных услуг уменьшается из-за повышения операционной эффективности, управления ресурсами и улучшения профилактических инструментов. Расходы на внедрение систем «умный дом» будут сокращаться ежедневно за счет снижения энергопотребления и уменьшения вероятности возникновения стихийных бедствий.

¹³ IPSUM Engineering. URL: <http://ipsumgroup.ru/>

¹⁴ INSYTE. URL: <https://insyte.ru/>

Если проанализировать запланированный объем строительства на 2021 г., то можно отметить стремительный темп развития жилищного строительства. По данным Министерства строительства, архитектуры и ЖКХ Республики Татарстан, в республике запланировано в 2021 г. ввести в эксплуатацию 2,67 млн м² жилья, в том числе 280 тыс. м² будет реализовано по программе социальной ипотеки, 1,2 млн м² – коммерческой застройки. Это потребует больших капитальных и материальных затрат, и необходимо принятие более эффективных решений. Применение искусственного интеллекта, IoT и внедрение интеллектуальной системы «умный дом» позволят получить максимальную выгоду всем участникам строительного процесса. Потенциальная емкость рынка Республики Татарстан на 2021 г. для коммерческой застройки составит:

$$6\,247 \text{ руб./м}^2 \cdot 1,2 \text{ млн м}^2 = 7\,496,4 \text{ млн руб.} \quad (3)$$

На основе анализа данных по трем компаниям, предлагающим установку готовых наборов системы «умный дом», рассчитана средняя стоимость системы на 1 м², которая составила 6 247 руб. Потенциальная емкость рынка для Республики Татарстан на 2021 г. – 16 679,49 млн руб.

Заключение

Улучшение контроля различных аспектов внутренней среды здания становится приоритетным направлением для строительных компаний. Интеллектуальная домашняя автоматизация на основе Интернета вещей стала одним из основных решений этой задачи¹⁵. Ее возможности продолжают расширяться. Возрос интерес к интеллектуальным технологическим системам, обеспечивающим более эффективное управление объектами недвижимости. Решения, связанные с IoT, могут предложить разумное распределение электроэнергии, реализацию функций безопасности и защиты, улучшение систем освещения, ОВиК. Новые инструменты проектирования и технические решения привели к переходу к «интеллектуальным зданиям».

«Интеллектуальные здания» включают в себя технологии с автоматизированным управлением, сетевые датчики и счетчики, программное обеспечение для анализа данных, энергоменеджмент и информационные системы. Интеллектуальное здание формирует продуктивную и экономически эффективную среду за счет оптимизации

¹⁵ Rogacheva N.V. Internet of Things: An Overview of Present and Future Applications. В кн.: Сборник материалов международной научно-практической конференции преподавателей, аспирантов и студентов. Екатеринбург: Ажур, 2020. С. 621–626.

четырёх основных элементов – структуры, различных систем, услуг и взаимосвязанного управления ими. Интеллектуальные здания помогают владельцам, управляющим недвижимостью и жильцам реализовать свои цели по стоимости, управлению энергией, комфорту, безопасности и товарности [9].

На основании проделанной работы можно сделать следующие выводы. Как упоминалось ранее, IoT и интеллектуальные домашние системы обеспечивают прозрачность ведения домашнего хозяйства, что, в свою очередь, позволяет серьезно сократить расходы. Используя информацию о потреблении электроэнергии, воды и газа, можно легко определить и соответствующим образом скорректировать использование ресурсов. Например, интеллектуальное освещение автоматически включается и выключается в зависимости от данных, поступающих от датчиков присутствия.

Повышенная безопасность – это одно из главных преимуществ «интеллектуального дома». Однако «умные» замки и камеры видеонаблюдения – не единственные инструменты повышения безопасности домашних хозяйств. Сегодня системы мониторинга, предназначенные для домашних хозяйств, способны обнаруживать скачки напряжения, распознавать утечки с помощью датчиков воды или газа, предупреждать об опасном загрязнении воздуха и своевременно отправлять уведомления, чтобы предотвратить осложнения или даже катастрофу.

Возрастает востребованность внедрения систем интеллектуального дома, что обусловлено тремя основными показателями: комфорт, безопасность и экономия. В результате происходит интенсивное развитие рынка в данном сегменте, появляются новые участники, предоставляющие современные пути решения по автоматизации домов и управлению ими.

Таблица 1**Система «умный дом»: характеристики****Table 1****The Smart House systems: Description**

Компания	Функции	Цена, руб.
INTELVISION	Управление доступом, микроклиматом, системами электроснабжения, кондиционирования, безопасности, отопления и водоснабжения	275 732
IPSUM Engineering	Контроль и управление умным домом, управление освещением, защита от протечки и пожара, безопасность и контроль доступа, управление микроклиматом	223 930
HouseClever	Управление системами умного дома, освещение (электрика), защита от протечек, работа охранно-пожарной сигнализации, подогрев пола, реализация режимов работы «умных счетчиков», оповещение о событиях	250 000

Источник: авторская разработка на основе: INTELVISION.URL: <https://www.intelvision.ru/>; IPSUM Engineering. URL: <http://ipsumgroup.ru/>;HouseClever. URL: <https://houseclever.ru/>*Source:* Authoring, based on INTELVISION. URL: <https://www.intelvision.ru/>; IPSUMEngineering. URL: <http://ipsumgroup.ru/>; HouseClever. URL: <https://houseclever.ru/>**Список литературы**

1. Упоров Е.И., Рыбкин С.В. Коммуникационные технологии для умного дома // Международный студенческий научный вестник. 2019. № 1. URL: <http://eduherald.ru/ru/article/view?id=19516>
2. Парфенов М.С. Внедрение технологии умного дома в систему управления жилым домом и оценка стоимостных параметров. В кн.: Экономика и туризм в XXI веке: новые технологии и инновации: сборник статей. СПб.: Астерион, 2018. С. 14–16.
3. Ушкова К.А. Внедрение системы «умный дом» в эксплуатацию многоквартирных домов. *Colloquium-journal*, 2019, no. 13-2, pp. 231–232. URL: <http://www.colloquium-journal.org/wp-content/uploads/2019/07/Colloquium-journal-1337-chast-2.pdf>
4. Васин Л.А. Современная парадигма управления инженерными сетями: интеллектуальная система терморегуляции жилого дома // Региональная архитектура и строительство. 2019. № 4. С. 169–176.
5. Сиразетдинов Р.М., Добросердова Е.А., Мавлютова А.Р. и др. Моделирование результатов инновационных энергосберегающих

решений в области строительства индивидуальных жилых домов // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2015. № 3. С. 230–239.

URL: https://izvestija.kgasu.ru/files/3_2015/3_2015.pdf

6. Мухаметов Д.Р. Проблемы и перспективы реализации концепции «Умный город» в России (на примере Москвы) // Мир новой экономики. 2019. Т. 13. № 3. С. 81–88.
URL: <https://doi.org/10.26794/2220-6469-2019-13-3-81-88>
7. Гареев И.Ф., Шавшин М.А. Практика внедрения мероприятий по энергосбережению и исследование есо-friendly поведения жителей многоквартирных домов // Жилищные стратегии. 2019. Т. 6. № 1. С. 125–148. URL: <https://doi.org/10.18334/zhs.6.1.40691>
8. Городнова Н.В., Крупкин А.В., Роженцов И.С. Реализация программы Smart-Houses в Уральском федеральном округе // Вопросы инновационной экономики. 2019. Т. 9. № 3. С. 841–864.
URL: <https://doi.org/10.18334/vinec.9.3.41022>
9. Ажимов Т.З., Файзуллин И.Э., Ажимова Л.И. Инновационный подход к расчету экономической эффективности системы «умный дом» // European Social Science Journal. 2018. Т. 2. № 2. С. 46–51.

Информация о конфликте интересов

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

pISSN 2073-1477
eISSN 2311-8733

Innovation and Investment

SMART HOUSE SYSTEM AS A TOOL TO IMPROVE ENERGY EFFICIENCY, SAFETY AND COMFORT: IMPLEMENTING IN RESIDENTIAL DEVELOPMENT

Andrei A. KUL'KOV^a,
Al'bina A. YAKUPOVA^{b,*}

^a Kazan State University of Architecture and Engineering (KSUAE),
Kazan, Republic of Tatarstan, Russian Federation
akulkov@inbox.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8378-1858>

^b Kazan State University of Architecture and Engineering (KSUAE),
Kazan, Republic of Tatarstan, Russian Federation
albina-asha@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3533-6244>

* Corresponding author

Article history:

Article No. 73/2021
Received 11 Feb 2021
Received in revised
form 26 Feb 2021
Accepted 9 Mar 2021
Available online
15 April 2021

JEL classification:

O18, R22, R31

Keywords: automation, security, Internet of Things, comfort, energy management system, smart home, energy efficiency

Abstract

Subject. This article discusses the importance of the *Smart Home* system in the development of the housing sector of Russia's regions.

Objectives. The article aims to define the concept of *Smart Home* and justify the relevance of the introduction of innovative systems in the housing sector.

Methods. For the study, we used the system, and functional and structural analyses.

Results. The article defines the *Smart Home* system, names the system's three main principles, and describes the operation of integrated lighting, heating, water, and safety systems.

Conclusions. Introducing and installing innovative smart devices will help save time, money, and energy.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2021

Please cite this article as: Kul'kov A.A., Yakupova A.A. Smart House System as a Tool to Improve Energy Efficiency, Safety and Comfort: Implementing in Residential Development. *Regional Economics: Theory and Practice*, 2021, vol. 19, iss. 4, pp. 778–798.
<https://doi.org/10.24891/re.19.4.778>

References

1. Uporov E.I., Rybkin S.V. [Smart home communication technologies]. *Mezhdunarodnyi studencheskii nauchnyi vestnik*, 2019, no. 1. (In Russ.)
URL: <http://eduherald.ru/ru/article/view?id=19516>

2. Parfenov M.S. *Vnedrenie tekhnologii umnogo doma v sistemu upravleniya zhilym domom i otsenka stoimostnykh parametrov. V kn.: Ekonomika i turizm v XXI veke: novye tekhnologii i innovatsii: sbornik statei* [The introduction of smart home technology into the management system of an apartment house and an assessment of the cost parameters. In: Economy and tourism in the 21st century: new technologies and innovations: a collection of articles]. St. Petersburg, Asterion Publ., 2018, pp. 14–16.
3. Ushkova K.A. [Implementation of the system "smart house" in the operation of apartment houses]. *Colloquium-journal*, 2019, no. 13-2, pp. 231–232. URL: <http://www.colloquium-journal.org/wp-content/uploads/2019/07/Colloquium-journal-1337-chast-2.pdf> (In Russ.)
4. Vasin L.A. [Modern paradigm of management of engineering networks: intellectual system of thermal regulation of a residential house]. *Regional'naya arkhitektura i stroitel'stvo = Regional Architecture and Engineering*, 2019, no. 4, pp. 169–176. (In Russ.)
5. Sirazetdinov R.M., Dobroserdova E.A., Mavlyutova A.R. et al. [Modelling of the effects of innovative energy saving solutions for the construction of detached houses]. *Izvestiya Kazanskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta = News of Kazan State University of Architecture and Engineering*, 2015, no. 3, pp. 230–239. URL: https://izvestiya.kgasu.ru/files/3_2015/3_2015.pdf (In Russ.)
6. Mukhametov D.R. [Problems and prospects of realization of the concept "Smart City" in Russia (on the example of Moscow)]. *Mir novoi ekonomiki = The World of New Economy*, 2019, vol. 13, iss. 3, pp. 81–88. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.26794/2220-6469-2019-13-3-81-88>
7. Gareev I.F., Shavshin M.A. [Practice of implementation of energy saving measures and study of eco-friendly behavior of residents of apartment buildings]. *Zhilishchnye strategii = Russian Journal of Housing Research*, 2019, vol. 6, no. 1, pp. 125–148. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.18334/zhs.6.1.40691>
8. Gorodnova N.V., Krupkin A.V., Rozhentsov I.S. [Implementation of the Smart-Houses program in the Ural Federal District]. *Voprosy innovatsionnoi ekonomiki = Russian Journal of Innovation Economics*, 2019, vol. 9, no. 3, pp. 841–864. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.18334/vinec.9.3.41022>

9. Azhimov T.Z., Faizullin I.E., Azhimova L.I. [Innovative Approach to the Calculation of the Economic Efficiency of the System "Smart Home"]. *European Social Science Journal*, 2018, vol. 2, iss. 2, pp. 46–51. (In Russ.)

Conflict-of-interest notification

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.