

*Лобикова О.М.,
Лобикова Н.В.*

ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬСТВА УМНЫХ ДОМОВ

Ключевые слова: умный дом, энергоэффективность, система обеспечения микроклимата, системы отопления, системы вентиляции, экологичность.

Keywords: smart home, energy efficiency, climate control system, heating system, ventilation system, environmental performance.

Для обеспечения условий социального благополучия населения, национальной безопасности и, в конечном итоге, устойчивого экономического роста государства необходимо создание инновационной экономики. Для владельцев недвижимости остро стоят вопросы обеспечения контроля, ухода, защиты недвижимости и экономии эксплуатационных расходов. Самой дорогостоящей статьёй в обслуживании зданий являются платежи, счета за энергоресурсы. Эти проблемы призвано решить внедрение системы «умный дом» (англ. Smart House, также англ. Intelligent Building) [1].

Еще пару десятилетий назад технологии контроля систем жизнеобеспечения здания воспринимались как научная фантастика. Первая удачная попытка сделать дом «умнее» была реализована в 1950-х годах американским инженером Эмилем Матиасом. В его Push-Button Manog («Доме с кнопками») были автоматизированы максимальное на то время количество функций: управление различными бытовыми приборами, воротами, шторами. На проект были потрачены 2 км проводов, спрятанных в стенах, и везде в доме находились управляющие кнопки. В 1966 году американец Джеймс Сазерленд усовершенствовал идею «Дома с кнопками», подсоединив к нему компьютер, который включал приборы.

В период с 1957 по 1967 год в Диснейленде был популярный аттракцион «Дом будущего», разработанный специалистами компании Monsanto, Массачусетского технологического института и Walt Disney Imagineering. Внутри дома были оборудованы жалюзи, которые открывались и закрывались автоматически, регулируемая по высоте раковина на кухне и другие передовые технологии того времени.

В 1987 году в СССР в ВНИИТЭ (*Всероссийский научно-исследовательский институт технической эстетики*) разработали проект радиоэлектронного оснащения здания «СФИНКС» (суперфункциональная интегрированная коммуникативная система), прототип отечественного «умного дома», который имел пульт с микрофонами для управления голосом центральным процессором, который в свою очередь управлял функциональными блоками. Система обеспечивала досуг и развлечения жильцов, а также следила за состоянием дома при отсутствии хозяев, давала справочную информацию [2].

Начиная с 1990-х гг. в США и развитых европейских странах появились и начали набирать популярность отдельные умные устройства, независимо от остальных выполнявшие свои функции [1]. Постепенно за четверть века концепция «умного дома» трансформировалась в реальный рынок устройств и технологий, в большинстве представляющих системы автоматизации. Сегодня в США умными являются 6% домов, в России 1,5%, в Беларуси менее 1%. К 2022 году в России прогнозируется рост до 8,5% [3].

В современной литературе можно выделить несколько подходов к определению понятия «умный дом». Наиболее распространено определение «умного дома» как использование информационно-коммуникационных технологий для обеспечения технической интегрированности системы предоставления продуктов и услуг в домашних условиях [1]. Второй подход выражается в рассмотрении «умного дома» как системы глобальных вычислений, где среда жилища дополнена цифровым окружением, которое предоставляет услуги в зависимости от контекста и потребностей пользователя и управляется с помощью удаленного доступа [1]. Существует в отечественной практике более широкий подход, при котором «умный дом» трактуется как дом современного типа, созданный для потребителей на основе автоматизации и высокотехнологичных устройств. В последнем случае система «умный дом» включает не только информационно-коммуникационные технологии, но и оптимальным образом скомбинированные системы обеспечения микроклимата помещений, освещения, безопасности, контроля, энергосбережения, ресурсосбережения и комфорта для всех пользователей. При этом комплексная эксплуатация совокупности подсистем обеспечивает синергетический эффект. Ключевым фактором обоснованности применения системы «умный дом» является грамотный подбор и скоординированная работа систем обеспечения микроклимата (отопления, вентиляции, кондиционирования). Институтом интеллектуального здания в Вашингтоне в 1970-х годах сформулировано следующее понятие «умный дом»: «Здание, обеспечивающее продуктивное и эффективное использование рабочего пространства» [4].

¹ Лобикова Ольга Михайловна – старший преподаватель кафедры «Промышленное и гражданское строительство», Белорусско-Российский университет, Могилев. E-mail: olg.lobikova@yandex.ru

Лобикова Надежда Васильевна – лаборант кафедры «Безопасность жизнедеятельности», Белорусско-Российский университет, Могилев. E-mail: nadya.lobikova@yandex.ru

Существуют отличия в подходах к «умным домам» в странах Европы, в России и Беларуси. В странах Европы системы «умный дом» нацелены прежде всего на энергосбережение и только затем на комфорт пользователей. При этом к системам предъявляются требования максимальной унификации оборудования. Проектированием таких систем в отдельных зданиях занимается непосредственно разработчик системы, установка выполняется в строгом соответствии со схемой.

«Умный дом» в российских и белорусских домах – это, как правило, большое количество «умных» товаров и услуг, решающих узкие задачи пользователя либо только системы автоматизации. Особенность российского рынка «умных» помощников состоит в том, что здесь его активно двигают отдельные специализированные фирмы, предлагая покупателям свои частные марки. В большинстве случаев системы «умный дом» предназначены для обеспечения комфорта и желанного имиджа, либо, если речь идет о малобюджетных проектах, для выполнения простейших функций: сигнализация, в некоторых случаях с функцией GSM-оповещения. Об экономии ресурсов, энергии вспоминают в последнюю очередь, что в современных реалиях недопустимо. Проектированием, монтажом и дальнейшим обслуживанием систем занимаются специалисты, которые используют разработки многих производителей. Данный факт, позволяет подобрать оптимальный комплект оборудования для решения поставленных задач. Однако при этом возникает проблема – результат проекта пропорционален квалификации конкретных специалистов (монтажников оборудования) и применяемых при проектировании методик.

Учитывая тот факт, что дотации государства в систему ЖКХ уже сейчас снижаются и вскоре могут снизиться до нуля, вопросы энергосбережения в белорусских и российских домах выйдут на лидирующие позиции как и в странах Европы.

К числу требований, предъявляемых к современному зданию, в настоящее время помимо надежности и долговечности добавились:

- обеспечение комфорта;
- безопасность (*охрана и техническая безопасность*);
- *эффективное потребление ресурсов;*
- *экологичность.*

Все перечисленные требования важны. Отсутствие отдельных элементов снижает эффективность работы всей системы. Поэтому к надежности каждого элемента предъявляются повышенные требования. Ключевые позиции при обеспечении комфорта помещений, эффективности потребления ресурсов и экологичности отводятся системам обеспечения микроклимата помещений. В частности, отоплению и вентиляции.

Для комплексной оценки проекта системы отопления зданий авторами разработана методология для условий строительства в России и Беларуси. Методология учитывает совокупные расходы, а также экологические последствия реализации проекта и риски в долгосрочной перспективе [5]. Данная методология подходит для подбора системы отопления «умного дома».

Ключевыми факторами, отличающими проекты систем отопления, являются тепловая мощность, вид потребляемого топлива. В качестве примера приведем подбор системы отопления для современного индивидуального жилого дома отапливаемой площадью 200 м² и эффективной теплоизоляцией для климатических условий Республики Беларусь. Принимая во внимание количество требуемого на отопительный сезон тепла, и, соответственно, количества топлива, выбираем теплогенератор тепловой мощностью 10 кВт [5]. При расчетах использовались цены на энергетические ресурсы, обеспечивающие полное возмещение экономически обоснованных затрат. Цены на приобретение, монтаж, эксплуатацию теплогенераторов рассчитаны исходя из среднего уровня на рынке товаров, услуг [5].

Разработанная методология оценки эффективности различных систем отопления зданий с учетом экологичности проектов включает четыре этапа. На первом этапе выявлены потенциальные инновационные технологии отопления. Рассматривались популярные среди населения системы отопления на различных видах топлива (электрическая энергия, природный газ, различные виды твердого топлива) а также проект с использованием городской тепловой сети и проект отопления тепловым насосом. Марки теплогенераторов подобраны на основе соответствия технических параметров и средних ценовых характеристик. На втором этапе проведены качественная и количественная оценка влияния факторов. Важным является обязательный учет экологического ущерба от выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух для обеспечения требования экологичности проекта. Количественную оценку мы определяли как сумму совокупной экономии за вычетом экологического ущерба за расчетный период (10 лет) с учетом дисконтирования [5]. На третьем этапе проводится оценка проектов по минимальным приведенным затратам, что позволяет более наглядно продемонстрировать заказчику результаты.

Стоимость приобретения, монтажа и подключения оборудования при действующем уровне цен учитывается как первоначальные инвестиционные затраты. В качестве текущих эксплуатационных затрат приняты затраты на обслуживание и стоимость топлива, энергии на отопительный сезон. В результате расчетов сделан вывод о том, что наибольшие приведенные затраты возникают при использовании электродкотлов для отопления дома. К этому приводят высокий уровень текущих затрат на электроэнергию. При возможном снижении тарифов на электрическую энергию, ситуация изменится. Далее в рейтинге следуют городская теплосеть и тепловой насос (таблица 1). Минимальный уровень приведенных затрат получен при отоплении дома путем сжигания каменного угля или торфобрикета.

Заключительный этап оценки – анализ рисков применения систем отопления на протяжении всего жизненного цикла проекта, включая идентификацию, количественную и качественную оценку, а также составление программы антирисковых мероприятий [5].

Результаты комплексной оценки представлены в табл. 1.

Сравнительный рейтинг систем отопления по комплексу факторов

Место в рейтинге	Тип (марка) теплогенератора (вид топлива)	Чистый дисконтированный денежный поток, с учетом экологического ущерба, EUR	Приведенные затраты, EUR	Интегральная оценка важности риска
1	NIBE BO/W45 (тепловой насос типа «грунт-вода»)	-11 279,19	1805,83	19
2	Космос-10 (котел на твердом топливе: торфобрикет/дрова)	-3744,23/-4143,98	650,69/749,65	21
2	Городская теплосеть	-6907,52	1323,87	21
3	Agiston (газовый котел)	-5453,41	966,78	23
4	Космос-10 (котел на твердом топливе: кам. Уголь/антрацит)	-4293,88/-5675,18	600,91/946,51	27
4	WESPE HEIZUNG (электродкотел)	-16 947,89	3308,91	27

Для обеспечения безаварийной работы подсистемы и ее интеграции в систему «умный дом» необходима разработка системы антирисковых мероприятий (система мониторинга состояния подсистемы на всех этапах реализации от проектирования до окончания срока эксплуатации и страхования рисков) [5].

Разработанная методология позволяет решить ряд проблем, возникающих при эксплуатации зданий: снизить экономические издержки на протяжении всего жизненного цикла проекта, минимизировать нагрузку на окружающую среду и уменьшить вероятность рисков отказа подсистемы отопления, интегрированной в систему «умный дом».

При выборе системы вентиляции здания также возникает ряд проблем. Система вентиляции, обеспечивает удаление загрязненного воздуха из помещения в окружающую атмосферу (вытяжка), а также подачу в помещение свежего воздуха. При этом в холодный период года вместе с загрязненным воздухом выбрасывается значительное количество тепла, которое целесообразно утилизировать [7]. Наиболее рационально использовать удаляемое тепло, применяя рекуператоры.

Для того же примера жилого дома с объемом удаляемого воздуха 500 м³/ч потери тепла с удаляемым воздухом при работающей вентиляции в среднем 8 час/сут. без рекуператора составят 1,85 EUR/сут. или 55,5 EUR/мес.

Вместе с тем, при установке рекуператора увеличивается аэродинамическое сопротивление вентиляционной установки, которое не учитывают при проектировании, что искажает результаты. Разработанная авторами методика [7] учитывает потери энергии из-за увеличения аэродинамического сопротивления вентиляционной системы при установке рекуператора. В холодное время года установка рекуператора позволяет достичь экономии при работе с средним 8 час/сут. более 418 BYN за отопительный сезон (183 Евро). Срок окупаемости затрат при этом не превышает отопительного сезона.

Разработанная методика позволяет производить оценку эффективности применения рекуператоров в системах вентиляции зданий в стоимостном выражении. Методика учитывает потери энергии из-за увеличения аэродинамического сопротивления вентиляционной системы при установке рекуператора. Срок окупаемости затрат при этом не превышает отопительного сезона [7].

Кроме того, использование рекуператора в системе вентиляции помещения дает экологический эффект. Данный эффект возникает при снижении потребления энергетических ресурсов, используемых на отопление помещения, в результате снижения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

При проведении оценки экологической эффективности инвестиционных проектов систем вентиляции возникает ряд трудностей с учетом экологических факторов [5]: отсутствие апробированной методологии, позволяющей выполнить комплексную оценку эффективности проектов; – многообразие экологических факторов; не в полном объеме урегулирование взаимоотношений в сфере компенсации ущерба, наносимого окружающей среде. Экономическая составляющая экологической эффективности проявляется [5] в экономии энергоресурсов; снижении эксплуатационных затрат; снижении выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух; предотвращении изменения климата за счет уменьшения парникового эффекта; повышении качества жизни за счет снижения уровня вредных выбросов и их негативного воздействия на здоровье жителей.

В соответствии с перечисленными факторами при строительстве и реконструкции зданий целесообразно проектировать системы вентиляции с устройствами рекуперации тепла [6]. При дальнейшем совершенствовании систем вентиляции и применении в них встроенных тепловых насосов [7] данная методика может быть дополнена без существенных изменений.

Наличие эффективных систем формирования микроклимата в «умном доме» в условиях продолжительного холодного периода в России и Беларуси является неременным требованием для обеспечения нормальной жизнедеятельности. Необходимо рассматривать проекты систем формирования микроклимата в системе «умный дом» всесторонне в долгосрочной перспективе с учетом всех доходов и расходов. В условиях постоянного повышения цен на энергоресурсы и перехода на полное возмещение затрат за отопление решающим фактором оценки становится величина текущих расходов [5]. При этом недопустимо пренебрегать вопросами экологичности, безопасности проектов, так как здесь цена ошибки очень велика. Внедрение в сознание граждан экологической ответственности диктуется современными требованиями. Седьмая цель устойчивого развития на период до 2030 года, определенная на Саммите ООН 2015 года в Нью-Йорке, гласит: «Обеспечение всеобщего доступа к недорогим, надежным, устойчивым и современным источникам энергии для всех, предполагает развитие применения возобновляемых источников энергии, в ча-

стности при строительстве и реконструкции зданий» [8]. Применение нетрадиционных систем отопления на основе теплового насоса в комбинации с системами вентиляции с рекуператором способствует достижению данной цели [4].

Список литературы

1. Китаев А.Е., Миронова И.И. Потребительские предпочтения на российском рынке умных домов: эмпирическое исследование // Вестник Санкт-Петербургского университета. Менеджмент. 2019. – № 18 (2). – С. 204–234.
2. Советский комплекс СФИНКС: откуда почерпнули свои идеи «умного дома» современные электронные корпорации. – <https://russian7.ru/post/sovetskiy-kompleks-sfinks-otkuda-poch/>
3. Есть деньги — покупаешь. Кто в России живет в умных домах и сколько это стоит. – <https://hi-tech.mail.ru/review/est-dengi-rokupaesh-kto-v-Rossii-v-umhukh-domah-skolko-eto-stoit/>
4. Умный дом: Россия и Европа. – <http://marsjada.ru/357/465/728/5764/>
5. Галюжин С. Д., Лобикова Н. В., Лобикова О. М. Методология оценки проектов систем отопления индивидуальных жилых домов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – Белгород, 2019. – № 2. – С. 88–101.
6. Лобикова Н.В., Лобикова О.М. Управление рисками при реконструкции жилых домов с учетом современных требований энергоэффективности: проблемы и практика решения // Общество. Экономика. Культура: актуальные проблемы, практика решения Сборник научных статей Материалы VIII Международной научно-практической конференции. – Барнаул: Изд-во Санкт-Петербургского университета технологий управления и экономики, 2018. – С. 160–165.
7. Лобикова Н.В., Лобикова О.М., Галюжин С.Д., Галюжин А.С. Повышение энергоэффективности вентиляционных установок в производственных зданиях в условиях холодного периода // Наука и инновационные разработки – Северу: II Международная научно-практическая конференция, «Наука и инновационные разработки-Северу», 14–15 марта 2019 г., посвященная 25-летию Политехнического института (филиала) «Северо-Восточного федерального университета имени М.К. Аммосова» в г. Мирном: сборник материалов конференции в 2-х ч. / Общ. ред. Зырянов И.В., Соловьев Е.Э., Егорова А.А. – Мирный: Мирнинская городская типография, 2019. – Ч. 1. – С. 145–148.
8. ООН: Цели в области устойчивого развития. – <http://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/issues/people/energy/>