

*А.В. Веснин,
студент 3 курса
напр. «Электроэнергетика
и электротехника»,*

*В.А. Соловьев,
д.т.н., профессор,
ДВГУПС,
г. Хабаровск, Российская Федерация*

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОВОДНЫХ И БЕСПРОВОДНЫХ СИСТЕМ «УМНОГО ДОМА»

Анотация: актуальность исследования – вызвана большим количеством различных решений на рынке домашней автоматизации.

Цель исследования – провести сравнительный анализ систем умного дома, выявить их преимущества и недостатки, рассмотреть применимость систем в разных условиях. В результате исследования был проведен сравнительный анализ проводных и беспроводных систем «умного дома», выявлены их преимущества и недостатки.

Ключевые слова: умный дом, автоматизация, анализ, автоматизированная система управления

*A.V. Vesnin,
3rd year student
ex. «Power engineering
and electrical engineering»,
V.A. Soloviev,
doctor of technical sciences, professor,
FVGUPS,
Khabarovsk, Russian Federation*

COMPARATIVE ANALYSIS OF WIRED AND WIRELESS SMART HOME SYSTEMS

Abstract: the relevance of the study is caused by a large number of different

solutions in the home automation market. The purpose of the study is to conduct a comparative analysis of smart home systems, to identify their advantages and disadvantages, to consider the applicability of the systems in different conditions.

As a result of the study, a comparative analysis of wired and wireless systems of «smart home» was carried out, their advantages and disadvantages were revealed.

Keywords: smart home, automation, analysis, automated control system

1. Введение

В последние годы все более широкое использование в эксплуатации жилых помещений находят системы управления типа «умный дом», основной целью которых является, упрощение управления большим количеством бытовых приборов, повышение комфорта и безопасности проживания.

Существует множество систем связи как проводных, так и беспроводных, которые используются в технологии «умного дома». Ни одна коммуникационная система сама по себе не может удовлетворить все требования безопасной, комфортной и интеллектуальной системы умного дома.

Следовательно, важно проанализировать как проводную, так и беспроводную систему связи, выявить преимущества и недостатки каждой системы связи, чтобы найти правильную систему связи для применения в том или ином случае.

2. Система «умного дома»

Условно, система умного дома состоит из четырех основных компонентов:

1. Физические компоненты, обеспечивающие получение и первичную обработку информации, а также непосредственное управление исполнительным электрооборудованием,

2. Контроллеры, хабы, программируемые реле, обеспечивающие локальное управление подсистемами, дальнейшую обработку и передачу информации системам управления «умным домом»,

3. Системы управления (программное обеспечение/экосистемы умного дома),

4. Система связи (проводная/беспроводная сеть/комбинированные сети), которая соединяет физические компоненты и систему управления «умным домом».

Система управления может получить доступ к «умному дому» через внешнюю сеть, подключенную к домашней сети, такую как мобильная сеть или Интернет. В системе «умного дома» физические компоненты анализируют окружающую среду и передают информацию контроллерам, хабам «умного дома», они в свою очередь передают полученную информацию в систему управления «умным домом» через домашние подсети и сети. На основе полученной информации от различных датчиков, система управления принимает решение и передает управляющие команды исполнительным механизмам через домашнюю сеть.

Например, датчик газа обнаруживает утечку газа в умном доме и передает это сообщение в систему управления домом через беспроводную сеть Z-Wave. Система управления получает сигнал и подает команду электроприводу на закрытие газового клапана.

2.1. Физические компоненты

Физические компоненты являются неотъемлемой частью системы умного дома. Они измеряют и собирают информацию из окружающей среды и передают ее системе управления умным домом через сеть(шину). К физическим компонентам относятся различные датчики, оборудование сигнализации, исполнительные механизмы (реле, контакторы и т.п.). В зависимости от системы умного дома, могут использоваться разные устройства. Некоторые устройства могут работать только в одной системе и быть не совместимыми с другой. В таблице 2.1.1 приведено сравнение различных датчиков по стоимости, типу используемой связи и сложности монтажа [1, 2, 3]. Сравнение производится для «бюджетных» систем.

Таблица 1 – Сравнительные характеристики датчиков дыма, используемых в разных системах умного дома

Наименование	Стоимость	Тип связи	Примечание
Датчики задымления			
Датчик дыма Xiaomi Mijia Honeywell Smoke Detector	~ 2700 рублей	беспроводная, протокол: Wi-Fi 2.4 GHz, ZigBee	Легкое подключение
Датчик дыма FIBARO Smoke Sensor	~ 4000 рублей	Беспроводная, протокол: Z-Wave	Легкое подключение
Извещатель пожарный дымовой оптико- электронный Рубеж ИП 212- 141	~ 300 рублей	проводной	Необходимы навыки настройки контроллеров

Преимущества беспроводных датчиков: легкость монтажа и настройки, нет необходимости штробления стен, прокладки кабельных линий, не используют внешние источники питания. **Недостатки:** высокая стоимость – дороже проводных в 5-9 раз, низкая скорость передачи данных, небольшой радиус действия, необходимость менять батарейки. Рекомендуется

использовать на небольших объектах, где возможна стабильная связь и небольшие расстояния. Оптимальны для использования в квартире с уже сделанным ремонтом.

Преимущества проводных датчиков: низкая стоимость, по сравнению с беспроводными, надежность, высокая скорость отклика, большая протяженность линии. **Недостатки:** часто необходимо дополнительное питание, необходимы навыки программирования контроллеров, необходима прокладка кабельных линий, высокая стоимость монтажа. Рекомендуется использовать на крупных и сложных объектах, где монтаж системы на беспроводных технологиях занимает много времени, либо вообще невозможен.

2.2. Контроллеры, хабы.

Являются «сердцем» любой системы умного дома. Получают информацию от различных датчиков и передают ее системам управления(серверу) для дальнейшей обработки, либо самостоятельно, на основе полученной информации принимают решения об управлении исполнительными устройствами. Некоторые контроллеры работают совместно с сервером умного дома, некоторые имеют встроенный сервер и операционную систему, но также могут работать и совместно.

В таблице 2 приведено сравнение различных контроллеров и хабов для систем «умного дома» [1, 3, 4, 5]. Сравнение производится для «бюджетных» систем.

Таблица 2 Характеристики контроллеров

Наименование	Стоимость	Тип связи	Примечание
Шлюз Xiaomi Smart Home Gateway 2	~ 4300 рублей	беспроводная, протокол: Wi-Fi 2.4 GHz, ZigBee	Легкое подключение и управление, использует свой облачный сервер
Шлюз Fibaro Home Center 2	~ 43000 рублей	Беспроводная, протокол: Z-Wave	Легкое подключение и управление, использует свой облачный сервер
Контроллер Wiren Board 6	~ контроллер 14900 рублей + 2(дополнительных модуля ~ 3000руб) = 20900 рублей	Проводная и беспроводная: Ethernet, Wi-Fi 802.11n, Bluetooth 4.0, RS-485, CAN, 1-Wire	Имеет встроенный Linux сервер, Необходимы навыки настройки

			контроллеров, необходимы дополнительные модули ввода- вывода
Контроллер MegaD-2561	~ контроллер 3850 рублей + дополнительный модуль ~ 3700руб = 7550 рублей	Проводная: Ethernet, I2C, 1- wire, Single-wire, RS-485	Необходимы навыки настройки контроллеров, необходимы дополнительные модули ввода- вывода, не имеет встроенного сервера

Беспроводные хабы(шлюзы) как правило используются в готовых системах «умного дома», таких как Xiaomi, Fibaro и имеют следующие преимущества: не требуются прокладка кабельных линий, легкость настройки, имеют свою экосистему и приложения для управления умным домом, нет необходимости дополнительно покупать и настраивать сервер «умного дома», так как используется облачный от производителя, но это также является и недостатком, так как данные передаются на сторонний сервер. Недостатки: невозможно организовать сложные сценарии автоматизации – возможны только те, что заявлены производителем, ограниченный радиус действия сети (хаб-устройство).

Программируемые логические контроллеры используются в сложных системах автоматизации и позволяют гибко настраивать сценарии управления, имеют большую протяженность кабельных линий, высокую надежность систем связи, возможность интеграции с разными экосистемами «умного дома», не передают информацию на сторонние сервера, как следствие повышенная безопасность. Недостатки: обязательно наличие кабельных линий, сложность программирования и интеграции с другими системами, очень часто необходимо наличие дополнительного сервера «умного дома» для реализации сложных сценариев управления и возможность управлять системой через Интернет – удаленно.

2.3. Система управления

К системам управления относится различное программное обеспечение, используемое в составе «умного дома». Экосистемы, веб-интерфейсы, мобильные приложения и системы архивирования информации, различные скрипты и базы данных. Готовые системы «умного дома» такие как Xiaomi и

Fibaro используют свои мобильные приложения и экосистемы для управления, работают через свои облачные сервера и службы [1, 3].

При использовании программируемых логических контроллеров, устанавливать и настраивать программное обеспечение, сервера, системы управления и мобильные приложения необходимо самостоятельно, что требует определенных навыков и затрат на покупку дополнительного оборудования и оплату работы специалистов.

2.3. Система связи

Связь также является важным аспектом технологии «умного дома». Система связи используется для обмена информацией между физическими компонентами и контроллером (хабом) «умного дома», а также между устройством и пользователем и может происходить как в проводной, так и в беспроводной системе связи.

Системы проводной связи предпочтительны из-за высокой пропускной способности и устойчивости. Популярными проводными технологиями связи, используемыми в системах «умного дома» являются: Ethernet, протокол Modbus, протокол 1-Wire, протокол X10, EIB/KNX [6, 7]. Однако это не дешево, а процесс установки не простой и быстрый.

Широко распространенными беспроводными технологиями являются Bluetooth (Low Energy), WiFi, Z-Wave, ZigBee [6, 7].

Сравнение вышеупомянутых технологий [8, 9, 10, 11, 12, 13] организации сети показано в таблице 3.

Таблица 3 – Сравнительные характеристики сетевых технологий

Технология	Скорость	Стандарт / интерфейс	Преимущества	Недостатки	Примечание
Ethernet	скорости передачи данных от 10 Мбит/с до 100 Гбит/с	IEEE 802.3	Высокая производительность(скорость), надежность – пакеты не теряются, практически неограниченная расширяемость сети, возможность	При большом количестве устройств дорогая в создании	Основное назначение – организация компьютерных сетей

			обслуживания сегментов сети с разными топологиями, защищенность сети		
Modbus	Скорость до 1 Мбит/с	RS-485, RS-422, RS-232 и сети TCP/IP (Modbus TCP)	Открытость и массовость, большая длинна кабельной ли- нии – до 1200 метров, про- стота диагно- стики и отладки, высокая надёжность и достоверность при передаче данных	Архитектура ведущий – ведомый (master-slave), ведомое устройство не может обнаружить потерю связи с мастером, нет шифрования.	Применя- ется в про- мышленно- сти и в си- стемах до- машней ав- томатиза- ции
1-Wire	от 15,4 Кбит/с, до 125 Кбит/с	свои	простая и по- нятная архитектура сети (ис- пользование топологии «общая шина»), изменяемость конфигурации любой сети 1- Wire в процессе её работы, низкие требования к кабельным ли-	Архитектура ведущий – ведомый (master-slave), низкая ско- рость пере- дачи данных, чувствителен к помехам	Применя- ется в си- стемах: СКУД, из- мерениях темпера- туры, освещения. Используй- вается для передачи простых данных

			ниям, длина линии до 300м, низкая стоимость и простота компонентов 1-wire		
X10	Около 3/4 секунды занимает передача адреса устройств а и команды	свои	поддерживает как проводной, так и беспро- водной способ передачи управляющих сигна- лов(команд)	медленная скорость пе- редачи сиг- нала, в кон- кретный мо- мент вре- мени, в сети может пере- даваться только одна команда, вы- сокая чув- ствитель- ность к поме- хам	Применя- ется для связи раз- личных устройств, по силовым линиям (бытовой сети элек- тропитания)
EIB/KN X	– витая пара – 9600 бит/с – силовая линия 1200 бит/с, пер- воначальн о только поверх 230В, 50Гц – IP-сеть (EIB.net) – например,	исполь- зует метод передачи данных (CSMA/C A) с учетом приори- тетов	Высокая надежность, простая модернизация и перепрограмм ирование, большая про- тяженность кабельных ли- ний – 1000 м; максимальное расстояние от устройства до блока питания – 350 м; мак-	Высокая сто- имость по сравнению с другими тех- нологиями	Используй- ется на объектах крупного масштаба, в премиум системах «умного дома»

	<p>Ethernet</p> <p>– радиоканал – для обмена информацией</p> <p>частотная полоса 868,0 – 870,0 МГц</p>		<p>симальное расстояние между двумя устройствами – 700 м; минимальное напряжение на устройствах – 21 В.), устройства обладают энергонезависимой памятью.</p>		
Bluetooth Low Energy	1-2 Мбит/с	все уровни модели OSI	<p>низкое энергопотребление, спящий режим работы, высокая скорость</p>	<p>Малый радиус действия (максимум до 10 м в помещениях), влияние помех в диапазоне 2,4 GHz</p>	<p>Bluetooth Low Energy используется для приложений, которым не нужно обмениваться большими объемами данных</p>
Wi-Fi	до 150 Мбит/с	IEEE 802.11	<p>широко распространен в компьютерах и мобильных устройствах, обеспечивает высокую скорость передачи данных</p>	<p>высокое энергопотребление, топология “звезда” не гарантирует отказоустойчивость сети, проблемы совместимости разных устройств (прикладной</p>	<p>Применяется в умных лампочках и других устройствах умного дома</p>

				уровень OSI не стандартизирован), сложный процесс добавления в сеть некоторых устройств, проблемы с безопасностью	
Z-Wave	скорость до 100 кбит/с	все уровни модели OSI	<p>работает в диапазоне до 1ГГц – не имеет помех от Wi-Fi, Zigbee или других беспроводных технологий 2,4 ГГц, работающих в аналогичном диапазоне.</p> <p>Стандартизация протокола является обязательной и покрывает все уровни OSI моделей, поэтому все сертифицированные Z-Wave продукты могут работать с любыми про-</p>	<p>Передача данных в разных странах осуществляется на разных частотах, поэтому невозможно использования устройства Z-Wave, лицензированные в разных странах, в одной сети. Если в домашней автоматизации планируется более 30 устройств, Z-Wave становится более дорогим решением, чем</p>	<p>Используются мало-мощные и миниатюрные радиочастотные модули, которые встраиваются в приборы освещения, отопления, СКУД, развлекательные системы и бытовую технику</p>

			<p>дуктами Z-Wave от разных производителей, масштабируется и расширяется в любой момент новыми устройствами</p>	кабельные системы	
ZigBee	<p>Предусматривает передачу информации в радиусе от 5 до 75 метров в помещении и до 200 метров на открытой местности, с максимальной скоростью 250 кбит/с</p>	IEEE 802.15.4	<p>длительный срок службы устройств от одной батареи, поддержку большого количества подключений, высокая отказоустойчивость и масштабируемость благодаря ячеистой топологии сети (Mesh сети), низкое энергопотребление</p>	<p>Использует диапазон 2,4 ГГц, где сильны помехи от Wi-Fi, Bluetooth, микроволновых печей и т.п, крайне плохая совместимость между устройствами ZigBee различных производителей из-за слишком мягких условий сертификации, выдвигаемых консорциумом ZigBee Alliance, проблемы с безопасностью</p>	<p>применяется в самых разнообразных сетевых устройствах от домашних систем, работающих на аккумуляторах, до промышленных и коммерческих систем автоматизации зданий.</p>

				из-за несо- блюдения производите- лями требо- ваний сер- тификации	
--	--	--	--	---	--

Из таблицы видно, что скорость передачи данных по проводной связи значительно выше, чем у беспроводной связи. Несмотря на то, что скорость передачи данных высокая, затраты на реализацию проводной системы относительно выше, чем беспроводной, а также необходимо дополнительное оборудование, прокладка кабельных линий, программирование логических контроллеров.

Напротив, на беспроводной технологии систему «умного дома» можно построить с меньшими затратами и меньшим количеством оборудования. Но, выбор оборудования в каждом конкретном случае следует рассматривать индивидуально, так как не все сценарии алгоритмизации можно построить на беспроводных системах. В особых случаях следует использовать и проводные и беспроводные технологии для построения гибкой системы.

Заключение.

Технологии умного дома, помогают сделать жизнь людей проще, комфортнее и безопаснее, а также повысить эффективность в повседневной деятельности.

В работе проанализированы различные технологии проводной и беспроводной связи, а также контроллеры и хабы, которые широко используются в системе «умного дома».

Беспроводная связь гибкая, требует незначительного количества инструментов, относительно дешевая и простая в установке, но ключевой проблемой для системы беспроводной связи в технологии умного дома является низкая скорость передачи данных, возможные помехи для некоторых систем.

Напротив, проводная связь обеспечивает лучшую производительность за счет обеспечения более высокой скорости передачи данных и бесперебойной связи, но потребители должны платить значительную сумму за услуги монтажа и пуско-наладки системы «умного дома».

Оптимальным решением является использование комбинированных систем связи для обеспечения наилучшей производительности с точки зрения скорости передачи данных и зоны покрытия.

Список использованных источников и литературы:

- [1] Fibaro [Электронный ресурс] – URL: <http://www.fiaro.com/>

- [2] Компания Рубеж [Электронный ресурс] – URL: <https://td.rubezh.ru>
- [3] Умный дом Xiaomi [Электронный ресурс] – URL: <https://xiaomi-smarthome.ru/>
- [4] Компания ООО «АБ-ЛОГ» [Электронный ресурс] – URL: <https://ab-log.ru/>
- [5] Компания Wiren Board [Электронный ресурс] – URL: <https://wirenboard.com/>
- [6] Портал Хабр [Электронный ресурс] – URL: <https://habr.com/>
- [7] Проект Sprut.AI [Электронный ресурс] – URL: <https://sprut.ai/>
- [8] Компания X10 [Электронный ресурс] – URL: <https://www.x10.com/>
- [9] Сайт Zigbee [Электронный ресурс] – <https://zigbeealliance.org/>
- [10] Сайт Modbus [Электронный ресурс] – <https://modbus.org/>
- [11] Сайт KNX [Электронный ресурс] – <https://www.knx.org/>
- [12] Сайт Z-Wave [Электронный ресурс] – <https://www.z-wave.com/>
- [13] Maxim Integrated [Электронный ресурс] – URL: <https://www.maximintegrated.com/en.html>

© А.В. Веснин, В.А. Соловьев, 2021