

## АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ СИСТЕМЫ «УМНЫЙ ДОМ»

<sup>1</sup>Меркулов Александр Алексеевич, директор технопарка

<sup>2</sup>Анисимов Андрей Александрович, магистрант

<sup>2</sup>Кивчун Олег Романович, канд. техн. наук, доцент

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», Калининград, Россия, e-mail: geller149@yandex.ru

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «БФУ им. И. Канта», Калининград, Россия,  
e-mail: aaanisimov39@gmail.com, oleg\_kivchun@mail.ru

*В статье «Анализ существующих технологий системы “Умный дом”» рассмотрена история появления технологии умный дом. Также проведён сравнительный анализ двух популярных технологий беспроводной передачи данных «ZigBee» и «Z-Wave», которые нацелены на одни и те же общие приложения*

Под «умным домом» принято понимать систему домашней автоматизации. По сути, система «умный дом» - это большое количество различных устройств, выполняющих самостоятельно ту или иную задачу по дому (рис 1). Сегодня «умный дом» безусловно, включает в себя и технологию интернета вещей, которая представляет собой концепцию «общения» между человеком и устройством. В России в понятие «умный дом» также включают и, так называемый, «multiroom» – систему управления мультимедиа устройствами: телевизорами, проекторами, акустическими системами [5].



*Рис.1. Устройства умного дома*

Сегодня технология «умный дом» кажется очень современной, но история развития данного термина началась ещё в середине XX века, когда об этом впервые начали писать фантасты. Первоначально технология ограничивалась прокладкой

кабелей по всему дому и установкой устройств управления в стенах. Увы, эти идеи не получили ответа от массового населения, однако в 1966 году Джеймс Сазерленд впервые запрограммировал компьютер «Echo IV» для включения устройств по расписанию, а также для связи с датчиками отслеживания и сигнализации. В 1961 году Джо-Иль и Рут Спир запатентовали свой диммер – устройство, которое автоматически регулирует свет [5].

До массовой разработки было ещё долго, но уже в 1978 году произошел своего рода прорыв, который часто называют рождением современного умного дома: шотландская компания «Pico Electronics» разработала «X10» – первый стандарт передачи данных, универсальный для всех устройств домашней автоматизации. Суть стандарта заключалась в изобретении шины, которую производитель мог бы внедрить в любой бытовой прибор. Соединение было выполнено через обычные розетки, кроме того, для компьютеров были модули связи, консоли и программы управления. Появление единого стандарта связано с появлением известных нам возможностей, таких как включение света, по хлопку или автоматическое открытие дверей, так же рождение «X10» дало толчок новым экспериментам и рождению специализированного рынка.

Вскоре появился новый термин: в 1984 году представитель Американской ассоциации жилищно-строительных компаний использовал выражение «smart house» («умный дом»), которое впоследствии стало привычным [5].

В 1984 году члены Ассоциация электронной промышленности («EIA») начали разработку стандарта, который включал больше возможностей, чем стандарт домашней автоматизации «X10». За шестилетний период инженеры, представляющие международные компании, регулярно встречались и разработали предлагаемый стандарт. Они назвали этот стандарт «CEBus», данный стандарт был разработан на основе стандарта «IrDA» (инфракрасный порт) и был выпущен в сентябре 1992 года и вскоре заменил «X10» на американском рынке.

С начала XXI века появляется огромное количество компаний-производителей устройств, программного обеспечения технологии «умный дом». Появление первых смартфонов дало новый толчок для разработки программ и приложения, которые могли бы быть установлены на новые устройства. К 2012 году было установлено около 1,5 миллиона систем домашней автоматизации [5].

Краткая история развития технологии «умный дом» представлена на рисунке 2.



Рис.2. История развития системы умный дом

Умный дом работает по принципу возникновения проблемы и её решения. Для решения той или иной задачи устройства выполняют определённые команды, которые могут получать, как других устройств, так и от человека

В первом случае компьютер либо сам принимает решения, исходя из показаний устройств, либо сообщает датчикам команды в определенное время, в соответствии с ранее определенными сценариями. Например, системы освещения регулируют интенсивность света относительно времени суток [6].

Во втором случае сам человек запрашивает выполнить определённую команду: будь то: закрыть рольставни, выключить свет и т.п., а центральный контроллер отправит данную команду на необходимое устройство. Связь с центральным контроллером, исходя из желания владельца, может быть осуществлён при помощи специального пульта управления, смартфона или посредством голосовых команд (рис. 3).



*Рис.3. Способы управления контроллером системы «Умный дом»*

Любая система умного дома, независимо от выбранной технологии, состоит из трех главных элементов [6]:

- датчики, которые принимают и передают информацию об окружающей среде;
- центральный контроллер, который получает и обрабатывает информацию и принимает решения;
- устройства, которые получают команды от центрального контроллера и выполняют прикладные задачи.



*Рис.4. Система умного дома:*

*а – датчики, б – центральные контроллеры, в – приборы прикладного характера*

Для связи компонентов системы «умный дом» может использоваться проводная и беспроводная связь. Первый вариант кажется менее современным, но при такой связи устройств система становится более стабильной. Некоторые производители по этой причине предлагают решения на основе кабельной связи; среди них «AMX», «Ctestron», «Evika» и др. Радиосвязь, в свою очередь, обеспечивает простоту установки и удаленное управление. Для систем «умный дом» используют Bluetooth, Wi-Fi или специальные стандарты, разработанные компаниями «Z-Wave», «ZeegBee» и другими (рис.5). Некоторые производители (например, «Insteon») разрабатывают интегрированные решения на основе проводных и беспроводных устройств одновременно, таким образом, обеспечивая надёжность и удобство системы[5, 7].



*Рис.5. Компании, разрабатывающие оборудование, программное обеспечение, новые стандарты передачи данных для системы умный дом*

Системы умного дома могут быть централизованными или децентрализованными. В первых управление всеми устройствами осуществляется из единого модуля, что дает возможности построения сложных схем автоматизации. В децентрализованных системах, если одно устройство выходит из строя, вся система работает правильно, за исключением устройств, подключенных к этому устройству [7].

Сегодняшнюю жизнь невозможно представить без цифровых устройств. Даже наши дома становятся автоматизированными (рис.6), позволяя нам контролировать наши «интернет-устройства» из любого места, будь то автомобиль, офис или просто за тысячи километров от них.



*Рис.6. Умный дом*

Идеальный гаджет «умного дома» использует беспроводной передатчик и приемник, которые требуют очень небольшой мощности, поэтому устройства могут работать в течение нескольких месяцев или даже лет без необходимости использования новой батареи. Сигналы такого гаджета будут проходить через стены и полы внутри и снаружи дома, но без вмешательства в другие беспроводные сети [3].

Такие сигналы будут зашифрованы по соображениям безопасности, и пользователь сможет легко добавлять устройства в сеть. Все устройства в одной сети смогут «разговаривать» друг с другом. Наконец, стандарт должен иметь возможность обрабатывать десятки или даже сотни устройств в одной сети. Поскольку наши дома становятся «умнее», мы видим ряд конкурирующих стандартов беспроводной сети.

Стандартный «Wi-Fi» потребляет много энергии, поэтому он не совсем подходит для данной цели. «Bluetooth Low Energy» (BLE) лучше экономит электроэнергию, но он ограничен, как в диапазоне сигналов, так и в количестве устройств [1].

Как «Z-Wave», так и «ZigBee» используют симметричное шифрование «AES-128» [4], то же самое, что предлагают некоторые онлайн-банки, для защиты связи, а устройства данных стандартов, легко настраиваются и не требуют от потребителя выполнять какую-либо проводку.

Несмотря на их сходство, «ZigBee» и «Z-Wave» несовместимы друг с другом. С точки зрения потребителя, трудно выбрать один или другой, т.к. сторонники каждого протокола будут просить о разном.

*Таблица 1*

#### **Плюсы и минусы технологии «ZigBee»**

<b>Плюсы</b>	<b>Минусы</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– «ZigBee» функционирует в диапазоне частот 2.4 ГГц (как и технология «Wi-Fi», однако в «ZigBee» допустимо использование различных каналов);</li> <li>– Используются «BPSK», «OQPSK»;</li> <li>– Для использования устройств не требуется сертификация частот.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Уровень стандартизации недостаточно высокий;</li> <li>– Отсутствует единая программно-аппаратная платформа для разработки приложений;</li> <li>– Невысокая скорость передачи данных, полезная скорость передачи около 30 кбит/с.</li> <li>– Большая часть трафика «ZigBee» тратится на передачу пакетов, содержащих адресную информацию, пакеты синхронизации и т. д.</li> </ul>

Технология «Z-Wave» – это беспроводная радио технология, разработанная специально для дистанционного управления. В отличие от «Wi-Fi» и других «IEEE 802.11» стандартов передачи данных, предназначенных в основном для больших потоков информации, Z-Wave работает в диапазоне частот до 1 ГГц [2] и оптимизирована для передачи простых управляющих команд (например, включить/выключить, изменить громкость, яркость и т. д.). Выбор низкого радиочастотного диапазона для «Z-Wave» обуславливается малым количеством потенциальных источников помех (в отличие от загруженного диапазона 2,4 ГГц, в котором приходится прибегать к мероприятиям, уменьшающим возможные помехи от работающих различных бытовых беспроводных устройств — «Wi-Fi», «ZigBee», «Bluetooth») [1].

Таблица 2

### Плюсы и минусы технологии «Z-wave»

Плюсы	Минусы
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Все устройства «Z-Wave» совместимы друг с другом.</li> <li>– «Z-Wave» работает в диапазоне частот до 1 ГГц [4]</li> <li>– Масштабируется и расширяется в любой момент новыми устройствами.</li> <li>– Каждое устройство может быть как передающим, так и принимающим сигнал.</li> <li>– Благодаря ограничению количества пересылок сообщений между узлами до четырех, «Z-Wave» может использовать простой механизм маршрутизации и снизить требования к оперативной памяти узла.</li> <li>– Максимальное количество узлов в сети «Z-Wave» – 232 шт.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Скорость: 9,6 кбит/с или 40 кбит/с, с полной совместимостью (невозможно передавать видео, аудио, изображения и т.д.)</li> <li>– Для решений, где требуется более 30 устройств, «Z-Wave» начинает становиться более дорогим, чем кабельные системы.</li> <li>– Устройства «Z-Wave» не могут использоваться вне своих «домашних» регионов из-за разных радиочастот - например, североамериканские устройства «Z-Wave» не будут подключаться к Российским [4].</li> </ul>

Сегодня системы автоматизации стремительно развиваются, постоянно появляются новые технологии и гаджеты, расширяется спектр предоставляемых ими услуг. И конечно это не могло обойти тему решений для «Умного дома».

С помощью технологии «Z-Wave» можно решить следующий спектр задач:

- управление освещением;
- управление шторами, рольставнями, воротами и другими моторами;
- дистанционное включение/выключение любых нагрузок;
- управление обогревом (электрические тёплые полы с защитой от перегрева, электрокотлы и радиаторы, термостаты для водяных клапанов радиаторов);
- удалённое управление кондиционерами;
- детектирование тревожных событий (датчики движения, открытия двери/окна, протечки, сухие контакты);
- мониторинг состояния (датчики температуры, влажности, освещённости);
- управление аудио- и видеоаппаратурой (по протоколу «Z-Wave» или ИК интерфейс имитируя пульт);
- связь с любым программным обеспечением через контроллер;
- сбор данных со счётчиков электроэнергии, газа и воды.

Таблица 3

### Сравнение стандартов «Z-wave» и «Zigbee»

№ п/п	Характеристики	«Z-Wave»	«Zigbee»
1.	Частота	869 МГц	2,4 ГГц
2.	Максимальная скорость	40 кбит/с	250 кбит/с
3.	Радиус действия	100 м	10-20 м
4.	Способ модуляции	GFSK	BPSK, OQPSK
5.	Максимальное количество узлов	232	65536
6.	Совместимость	+	-

Таким образом, в данной работе была рассмотрена история появления технологии умный дом. Так же был проведён сравнительный анализ двух популярных технологий беспроводной передачи данных «ZigBee» и «Z-Wave», которые нацелены на одни и те же общие приложения. Из них «ZigBee» намного более универсален, поскольку он может быть сконфигурирован практически для любой задачи беспроводной связи малого радиуса действия. С другой стороны, протокол намного сложнее, что приводит к увеличению времени разработки. «Z-Wave» использует гораздо более простой протокол, поэтому разработка может быть более быстрой и простой. При заданном уровне мощности 0 дБм диапазон «Z-Wave» больше, чем «ZigBee» использует широко распространённую полосу 2,4 ГГц, которую он должен использовать с «Wi-Fi» и «Bluetooth», которые могут создавать помехи. Большинство устройств «ZigBee» обладают функциями совместного использования, которые помогают смягчить помехи, но потенциал больше в диапазоне 2,4 ГГц, чем канал 869 МГц «Z-Wave».

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аникин А. Обзор современных технологий беспроводной передачи данных в частотных диапазонах ISM (Bluetooth, ZigBee, Wi-Fi) и 434/868 МГц [Электронный ресурс] // Электрон. Журн. – Беспроводные технологии №4. 2011. URL: [http://www.wireless-e.ru/articles/technologies/2011\\_4\\_6.php](http://www.wireless-e.ru/articles/technologies/2011_4_6.php) – (дата обращения 7.06.2018)
2. Вакулюк Б. Контроллеры Z-Wave: от теории к практике [Видеозапись] / Компания ИМАГ. 2017 URL: <https://www.youtube.com/watch?v=EspdhGYRPH4>
3. Стариков А.Н. Проектирование и эксплуатация конструкций и инженерных систем современных энергоэффективных зданий в развитии концепции Умный дом: учебное пособие / А.Н. Стариков, Рощина С.И., Власов А.В. – Владимир: Владимирский Государственный университет имени А.Г и Н.Г. Столетовых, 2014. – 123 с.
4. Система «Умный дом» [Электронный ресурс] / Сайт интернет магазина Умный дом.58. 2014. URL: <http://um58.ru/index.html> - (дата обращения 9.06.2018)
5. Технология «умный дом»: что это? [Электронный ресурс] // сайт интернет магазина «inspectorgadgets» 2017. URL: <https://www.inspectorgadgets.ru/blogs/blog/smart-home-explained> – (дата обращения: 10.06.2018)
6. Тимерханов Р.Р. КОНЦЕПЦИЯ УМНОГО ДОМА // Молодежный научный форум: Технические и математические науки: электр. сб. ст. по мат. XII междунар. студ. науч.-практ. конф. № 5(12). URL: [https://nauchforum.ru/archive/MNF\\_tech/5\(12\).pdf](https://nauchforum.ru/archive/MNF_tech/5(12).pdf) (дата обращения: 09.06.2018). с. 55-62
7. Николаев П. Какие бывают «умные дома». Обзор [Электронный ресурс] / Сайт компании инсталлятора систем «Умный дом» URL: <http://www.besmart.su/article/kakie-byvayut-umnye-doma> (дата обращения 8.06.2018)

## ANALYSIS OF EXISTING TECHNOLOGY SYSTEM “SMART HOUSE”

<sup>1</sup> Merkulov Aleksandr Alekseevich, Director of Technopark

<sup>2</sup> Anisimov Andrey Aleksandrovich, Graduate student

<sup>2</sup> Kivchun Oleg Romanovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

<sup>1</sup>Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia,  
e-mail: geller149@yandex.ru

<sup>2</sup>BFU them. Kant, Kaliningrad, Russia,  
e-mail: aaanisimov39@gmail.com, oleg\_kivchun@mail.ru

*In the article the analysis of existing technologies in the system of “Smart house”. The history of the emergence of smart home technology is considered. The comparative analysis of two popular technologies of wireless data transmission ZigBee and Z-Wave which are aimed at the same General applications is also carried out.*