

EnOcean – ОКЕАН ЭНЕРГИИ ДЛЯ "УМНОГО ДОМА"

В последние годы беспроводные технологии все активнее применяют в системах "умного дома". Их преимущества очевидны – легкость монтажа, отсутствие проводов, возможность изменять конфигурацию помещений без прокладки дополнительных кабелей. Один из минусов – необходимость в автономных источниках питания и, соответственно, в их периодической замене. Но, как оказалось, эту проблему можно решить. Немецкая компания EnOcean предложила одноименную технологию – EnOcean (от англ. Energy Ocean – океан энергии), в которой не нужны сменные источники питания. Посмотрим, что представляет собой технология EnOcean, как она реализуется в конкретных устройствах и как применяется в системах "умного дома".

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ EnOcean

Основная идея технологии EnOcean заключается в получении энергии, необходимой для работы беспроводных систем, из окружающего пространства. Этот подход известен как energy harvesting (букв. – сбор энергии). Энергия может быть самой различной – электромагнитная, механическая, тепловая и др. Например, механическая энергия нажатия на клавишу выключателя используется для отправки сигнала на исполнительное устройство, включающее свет; электромагнитная энергия, "собираемая" фотоэлементами, питает датчики открывания окон.

Однако такими способами можно добыть лишь немного энергии, поэтому расходовать ее нужно экономно. В технологии EnOcean такая экономия достигается за счет малого времени передачи сигнала от датчика и, соответственно, малой передаваемой энергии. Это еще одна ключевая особенность технологии EnOcean.

Устройства на основе технологии EnOcean передают информацию, собранную различными датчиками, к приемникам, связанным с контрольными или исполнительными устройствами (рис.1) [1].

Н.Елисеев, к.т.н.

Устройства EnOcean можно объединять в различные системы, связывающие их как между собой, так и (через шлюзы) с внешними сетями, работающими по другим протоколам (рис.2) [2].

Рассмотрим различные аспекты технологии EnOcean подробнее.

ПЕРЕДАЧА СИГНАЛОВ

Первоначально все устройства EnOcean работали на частоте 868 МГц. Недавно к ним добавился ряд модулей, работающих на частоте 315 МГц. Они функционально аналогичны соответствующим модулям с рабочей частотой 868 МГц, но их номенклатура пока меньше.

Устройства EnOcean передают данные с помощью радиотелеграмм. Каждая телеграмма имеет длину 14 байт (рис.3). "Полезная нагрузка" (data payload) телеграммы включает, в частности, информацию о типе передающего устройства, его уникальный 32-битный адрес, программируемый при изготовлении, и 4 байта данных (значения измеряемых параметров и др.). Подробное описание полей телеграммы приведено в работе [3].

В каждом цикле передачи отправляются три идентичных телеграммы (так называемые "субтелеграммы" – subtelegrams). Длительность каждой телеграммы – около одной миллисекунды, а интервал между телеграммами – от единиц до десятков миллисекунд, причем его длительность изменяется случайным образом. При этом сам цикл передачи повторяется дважды с интервалом примерно 40 мс [3].

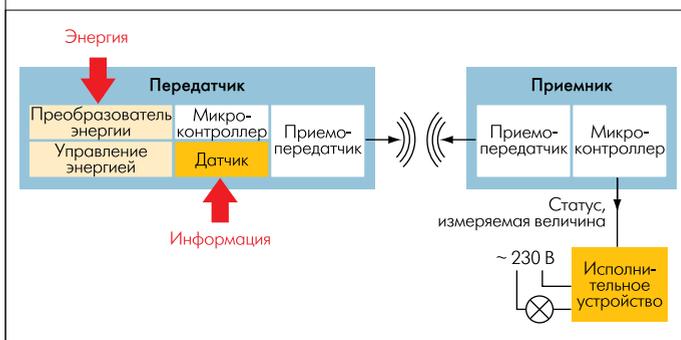


Рис.1. Схема работы устройств EnOcean

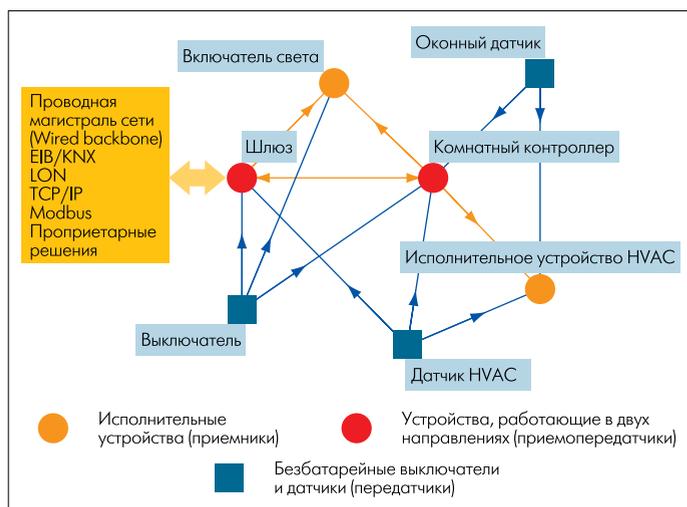


Рис.2. Пример системы устройств, работающих на основе технологии EnOcean. HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning) – теплоснабжение, вентиляция и кондиционирование воздуха

Байт	Описание
0	
1	Байты синхронизации
2	Флаг прием/передача
3	Тип телеграммы
4	
5	Байты данных
6	
7	
8	
9	Идентификатор передающего устройства
10	
11	
12	Статус передающего устройства
13	Контрольная сумма байт 2–12

Рис.3. Структура телеграммы устройств EnOcean

Такой механизм передачи позволяет существенно уменьшить число коллизий между телеграммами от различных устройств EnOcean, а также снизить влияние других электромагнитных помех и тем самым сделать передачу данных более надежной. Так, при числе устройств менее 100 вероятность правильной передачи близка к 100% (рис.4) [4].

В технологии EnOcean применяется амплитудная манипуляция (Amplitude-shift keying – ASK). При этом передатчик работает, только когда значение сигнала равно логической "1". Это позволяет уменьшить энергию, передаваемую в каждой телеграмме.

Мощность передатчиков EnOcean составляет около 50 мкВт. Сигналы от устройств EnOcean передаются на расстояние до 300 м в открытом пространстве и до 30 м в помещениях. Скорость передачи данных – около 125 кбит/с.

МОДУЛИ EnOcean

Устройства EnOcean разделяются на несколько основных категорий: устройства для сбора и преобразования энергии,

приемники, передатчики, приемопередатчики. Все эти приборы используются как составная часть датчиков и исполнительных устройств, работающих по технологии EnOcean. Вот несколько примеров устройств различного типа [5].

Модуль радиопередатчика РТМ 230 (рис.5а) используется в выключателях, передающих сигнал к исполнительному устройству по радиоканалу. В качестве источника питания для РТМ 230 применяют электродинамический преобразователь, такой, например, как ЕСО 100 (рис.5б). Это и есть тот самый "сборщик" бесплатной энергии из окружающего "океана". В данном случае – энергии нажатия на клавишу выключателя, которая через пружину передается в ЕСО 100, преобразуется в электромагнитную энергию и снимается с выводов соленоида.

Другая разновидность передатчика – модуль STM 110 (рис.5в). Источником энергии в нем служат фотоэлементы. Энергия, "собранная" фотоэлементами, передается одновременно (по разным каналам) на блок управления питанием и на встроенный накопитель энергии Golden CAP. Благодаря этому при отсутствии света датчик может работать в течение трех суток за счет накопленной энергии.

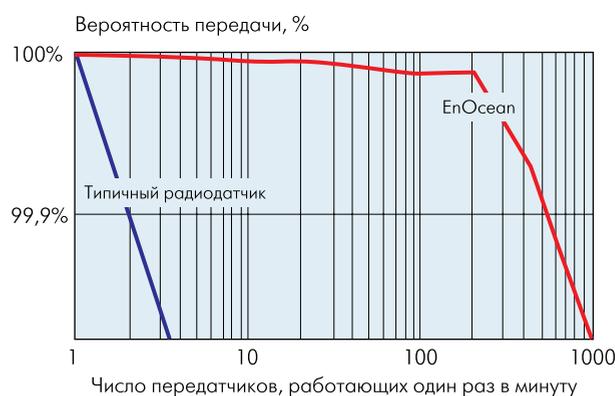


Рис.4. Зависимость вероятности правильной передачи сигнала от числа передающих устройств

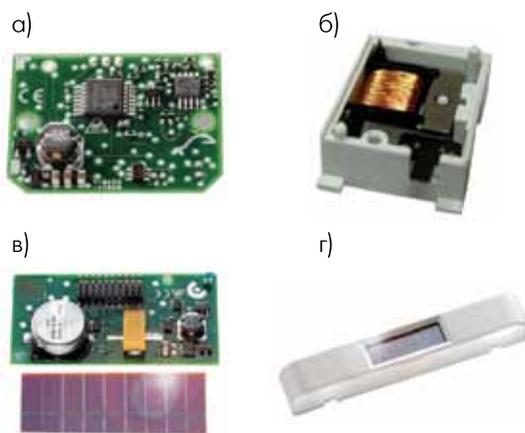


Рис.5. Устройства EnOcean: а – радиопередатчик РТМ 230; б – электродинамический преобразователь ЕСО 100; в – передатчик с фотоэлементами STM 110; г – датчик STM 250

STM 110 оснащен тремя аналоговыми входами с 8-битными АЦП и тремя цифровыми входами. Через них модуль может получать информацию от различных датчиков (температуры, освещенности, давления и др.) и передавать ее посредством телеграмм. В STM 110 есть также встроенный циклический таймер, который пользователь может конфигурировать для отправки телеграмм с данными измерений с периодичностью 1, 10 или 100 с.

Еще одно устройство из категории передатчиков – датчик с язычковым магнитоуправляемым контактом STM 250 (рис.5г). Он так же, как и STM 110, работает на фотоэлементах. В основном этот модуль применяют в качестве датчика открывания окон и дверей.

Приемником сигнала от передатчиков (PTM 230, STM 110 и STM 250 и др.) может выступать модуль RCM 120. Помимо радиоприемного блока RCM 120 оснащен последовательным интерфейсом, через который модуль можно подключать к различным исполнительным и контрольным устройствам. Модуль питается от внешнего источника с напряжением 5 В.

Сигналы от передатчиков EnOcean могут поступать также на приемопередатчик TCM 120 (рис.6) [3]. В его состав входят микроконтроллер, передатчик и приемник. Микроконтроллер оснащен последовательным интерфейсом, через который можно передавать внешним устройствам информацию, содержащуюся в телеграммах, и принимать от них команды. Так же как и RCM 120, модуль TCM 120 получает энергию от источника питания 5 В.

Полный перечень доступных модулей EnOcean и их подробное описание можно найти на сайте компании [5].

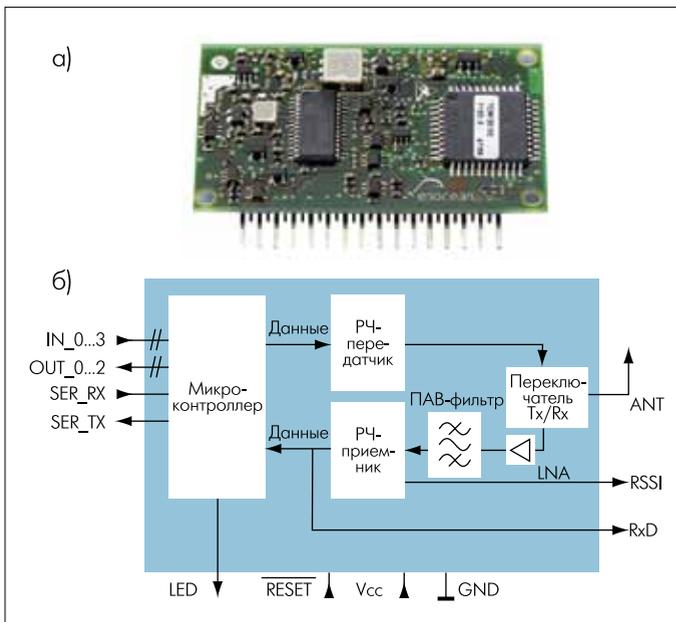


Рис.6. Приемопередатчик TCM 120: а – внешний вид, б – блок-схема. RSSI (Received Signal Strength Indicator) – индикатор величины принимаемого сигнала, LNA (Low-noise Amplifier) – малошумящий усилитель

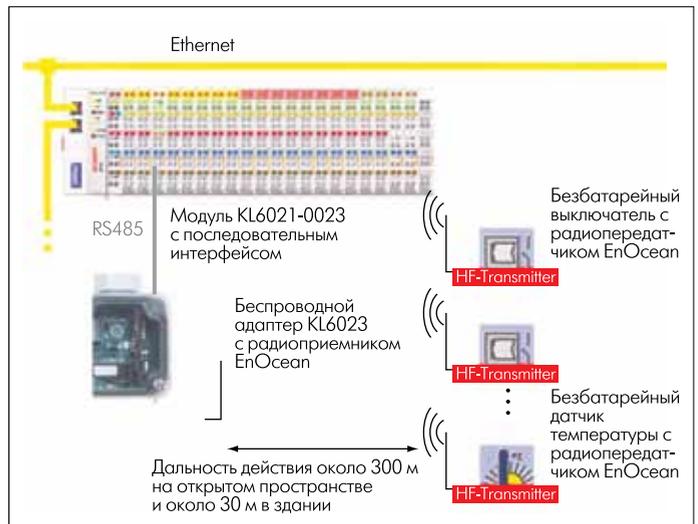


Рис.7. Подключение устройств EnOcean к модулю ввода-вывода Beckhoff

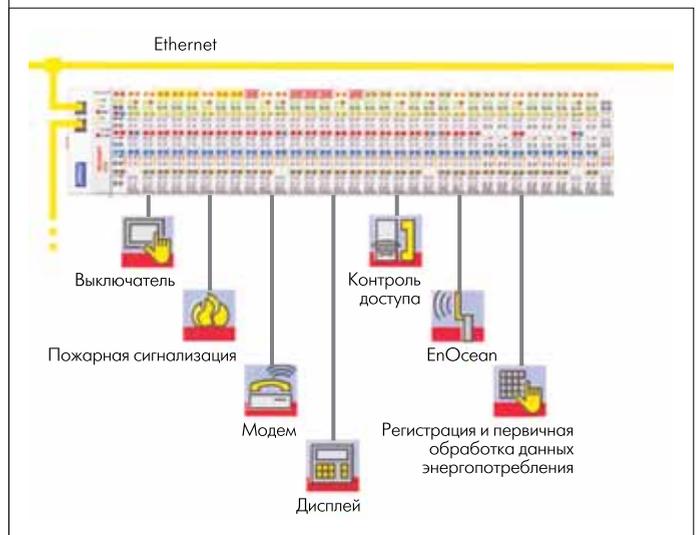


Рис.8. Подключение различных устройств с последовательным интерфейсом RS-485 к модулю ввода-вывода Beckhoff

ИНТЕГРАЦИЯ С ДРУГИМИ СИСТЕМАМИ "УМНОГО ДОМА"

Как уже отмечалось, системы устройств на основе технологии EnOcean можно объединять с системами "умного дома", работающими по другим протоколам.

Сегодня многие крупные производители оборудования для "умного дома" предлагают модули для подключения устройств EnOcean к различным системам. Так, компания Beckhoff выпускает беспроводной адаптер KL6023 с радиоприемником EnOcean. Этот радиоадаптер принимает сигналы от датчиков EnOcean и преобразует их в сигнал стандарта RS-485. Затем сигнал через интерфейс RS-485 передается в модуль ввода-вывода KL6021-0023 с последовательным интерфейсом (рис.7) [6]. В модуле KL6021-0023 сигнал обрабатывается и поступает в единую Ethernet-сеть обмена информацией внутри здания. К модулю KL6021-0023 можно подключать и другие устройства с интерфейсом RS-485 (рис.8).

Функционально похожее решение для подключения устройств EnOcean предлагает и другой крупный производитель оборудования для автоматизации зданий – компания Wago [7].

Датчики EnOcean можно использовать и для формирования mesh-сетей в системах "умного дома". При этом реализуется "гибридная" сеть: датчики соединяют с узлами сети по топологии "звезда", а для объединения узлов используется mesh-топология, например на основе стандарта ZigBee (рис.9) [8].

ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ

Системы на основе устройств EnOcean уже широко применяются как в крупных офисных зданиях, так и в небольших частных домах. Сегодня такими системами оборудованы около 10 000 зданий в разных странах [9].

Один из наиболее масштабных проектов – 55-этажный небоскреб TORRE ESPACIO в Мадриде (рис.10). Особенность этого здания – множество стеклянных стен и гибкая архитектура помещений. Технология EnOcean оказалась оптимальной для этих условий: устройства EnOcean легко монтировать/демонтировать при изменении конфигурации помещений и можно устанавливать непосредственно на стекло. В TORRE ESPACIO установлено 4 200 устройств EnOcean (в основном выключателей света и приводов жалюзи).

Среди прочих примеров – мультимедиацентр в Гамбурге, офисные здания и клиники в разных городах Германии, жилые дома и др.

Таким образом, технология EnOcean обладает целым рядом преимуществ: возможностью использования "бесплатной" энергии; легкостью в обслуживании (не нужно менять источники питания); удобством монтажа и, при необходимости, демонтажа; гибкостью конфигурирования систем; возможностью интеграции с устройствами, работающими по другим протоколам, в единую сеть мониторинга и управления системами "умного дома". Это позволяет ожидать, что



Рис.10. Небоскреб TORRE ESPACIO – автоматизирован с помощью модулей EnOcean

устройства EnOcean будут и дальше успешно применяться в системах автоматизации зданий.

ЛИТЕРАТУРА

1. EnOcean Technology. – www.enocean.com/en/enocean_concept.
2. Radio Technology. – www.enocean.com/en/radio-technology.
3. TCM 120 User Manual V1.51. – www.enocean.com.
4. High reliability of wireless transmission. – www.enocean.com/en/high-reliability-of-wireless-transmission.
5. EnOcean modules and accessories. – www.enocean.com/en/enocean_modules.
6. Автоматизация зданий. – Каталог Beckhoff.
7. Products 'Enabled by EnOcean' – www.enocean-alliance.org/en/products/wago/.
8. Mesh Networks. – www.enocean.ru.
9. Sustainable buildings. – www.enocean-alliance.org/en/references.

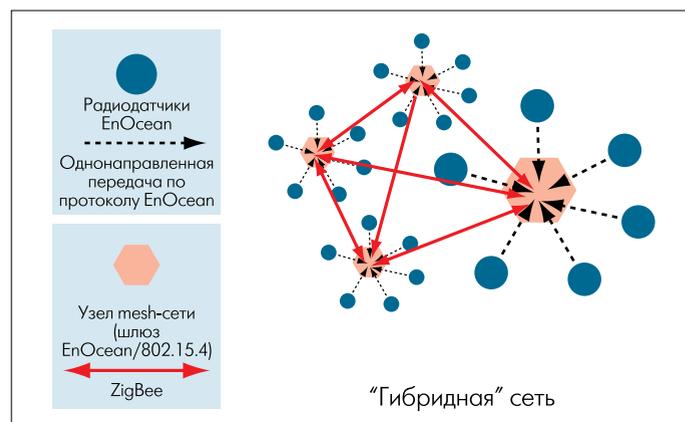


Рис.9. "Гибридная" сеть с использованием датчиков EnOcean