

Проверка дальности связи ZigBee-модулей

от Digi в условиях загородного коттеджа

Сергей Гринченко
s.grinchenko@gmail.com

В данной статье рассматриваются результаты практических исследований дальности связи ZigBee-модулей компании Digi (ранее MaxStream) в условиях загородного коттеджа. Одним из вариантов применения результатов исследований на практике может служить беспроводная охранная система для коттеджного участка на основе технологии ZigBee.

Тесты проводились с использованием стандартного набора для разработчиков XB24-DKS от Digi (ранее MaxStream).

Основные технические параметры используемых модулей:

- Выходная мощность: 1 мВт (+0 дБм).
- Чувствительность: -92 дБм.
- Версия программного обеспечения ПО X-CTU: 5.1.0.0.

Для удобства закрепления беспроводных модулей в нужном месте помещения комплект оборудования (рис. 1) был дополнен двумя штативами. Во время проведения эксперимента использовались параметры передачи данных, установленные в ПО по умолчанию: скорость передачи данных — 9600 бит/с, размер пакета данных — 32 байта.

Выбор именно этого набора обусловлен, в первую очередь, его доступностью, как физической, так и в смысле стоимости, а также простотой использования. Работать с ним можно уже через



Рис. 1. Комплект оборудования, с помощью которого проводились измерения

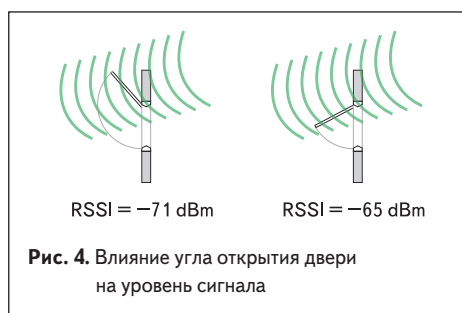
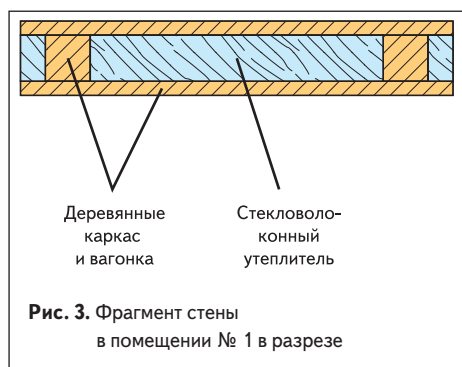
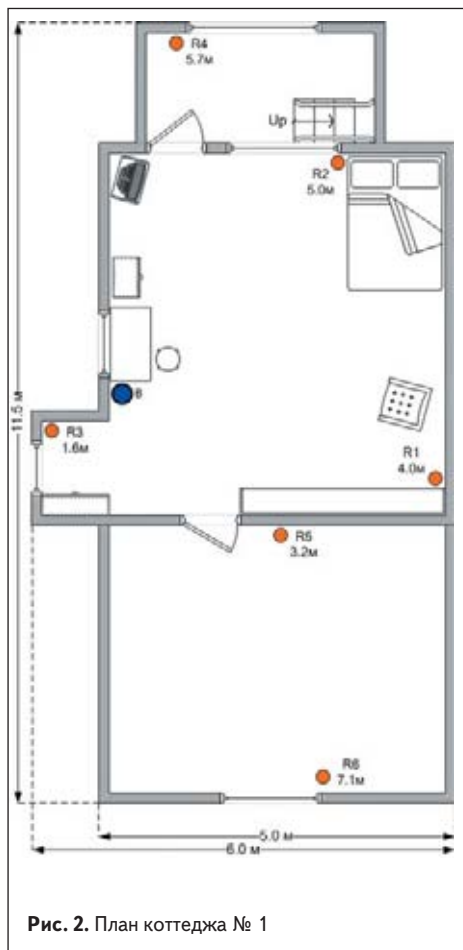
5 минут после вскрытия упаковки. Достаточно установить ПО на компьютер и подключить к нему модули. Кроме того, компоненты этого набора обладают всеми базовыми возможностями технологии ZigBee. Поэтому все результаты, полученные с использованием набора XB24-DKS, справедливы и для модулей более поздних версий.

Цель проведения экспериментов — оценка возможностей передачи данных модулями ZigBee в условиях реального загородного коттеджа. Для получения объективных данных тесты

Таблица 1. Результаты тестов, проведенных в коттедже № 1

		База № 1. Высота расположения 1,3 м		
Уровень сигнала (дБм), количество потерянных пакетов данных (шт.) и высота расположения (м) переносного модуля в точке	1	-66 0/1000 1,9		
	2	-68 0/1000 1,3		
	3	-55 0/1000 1,3		
	4	Дверь 1 открыта -67 0/1000 1,3	Дверь 1 закрыта -63 0/1000 1,3	
	5	Дверь 2 открыта (60°) -63 0/1000 1,3	Дверь 2 закрыта -60 0/1000 1,3	
	6	Дверь 2 открыта (60°) -56 0/1000 1,3	Дверь 2 открыта (120°) -65 0/1000 1,3	Дверь 2 закрыта -60 0/1000 1,3

проводились в трех разных строениях. Связано это с тем, что коттеджи, как правило, не имеют стандартных планировок, если только это не элитный коттеджный поселок, где набор возможных планировок заранее определен. Кроме того, при строительстве и отделке таких строений используются более разнообразные материалы, чем, например, при строительстве многоквартирного дома.



Именно поэтому эксперименты на дальность связи проводились в трех различных строениях. На рис. 2 представлен подробный план помещения с указанием точек размещения модулей и расстояния между базовым и удаленными модулями ZigBee.

Условные обозначения (те же обозначения используются и в дальнейших тестах):

- B_x : Base, базовое устройство; x — порядковый номер базы.
- R_{xy} : Remote, переносной модуль; x — номер базы, с которой данный модуль взаимодействует; y — порядковый номер точки размещения переносного модуля (свой для каждого x).
- Рядом с каждой из точек размещения переносного модуля указано расстояние (в метрах) до базы.

Помещение строения No.1 представляет собой обычное жилое помещение, но с минимальным количеством предметов мебели и различных аксессуаров. При строительстве использовалось только дерево. Основные помехи, которые в данном случае оказывали некоторое влияние на связь, — это стены толщиной 0,15 м. Конструкция такой стены представляет собой каркас, обитый с двух сторон деревянной вагонкой, а внутри заполненный стекловолоконным утеплителем (рис. 3). Такая конструкция наиболее характерна для дачных

коттеджей, которые используются для проживания в летний период.

При анализе результатов таблицы ясно, что все имеющиеся помехи не создают для устройств ZigBee существенных проблем. Связь будет устойчивой при размещении переносного устройства в любой из точек строения. Более того, здесь не нужно устанавливать маршрутизаторы ZigBee.

Однако стоит отметить, что некоторое влияние на связь между устройствами оказывает положение нижней двери. Зависимость параметра RSSI от положения двери показана на рис. 4. Такой результат объясняется тем, что дверь в данном случае выполняет роль отражателя. И в зависимости от ее положения может изменяться уровень сигнала. Но, так или иначе, вреда связи между устройствами ZigBee это не наносит.

Следующие два случая более интересны с практической точки зрения, и для них мы построим схему областей приема сигнала на разном удалении от базы.

Второе помещение представляет собой первый этаж самого большого загородного коттеджа из тех, в которых проводилась проверка дальности связи беспроводных устройств ZigBee. Как видно, помещение имеет довольно сложную конфигурацию. Кроме того, при строительстве

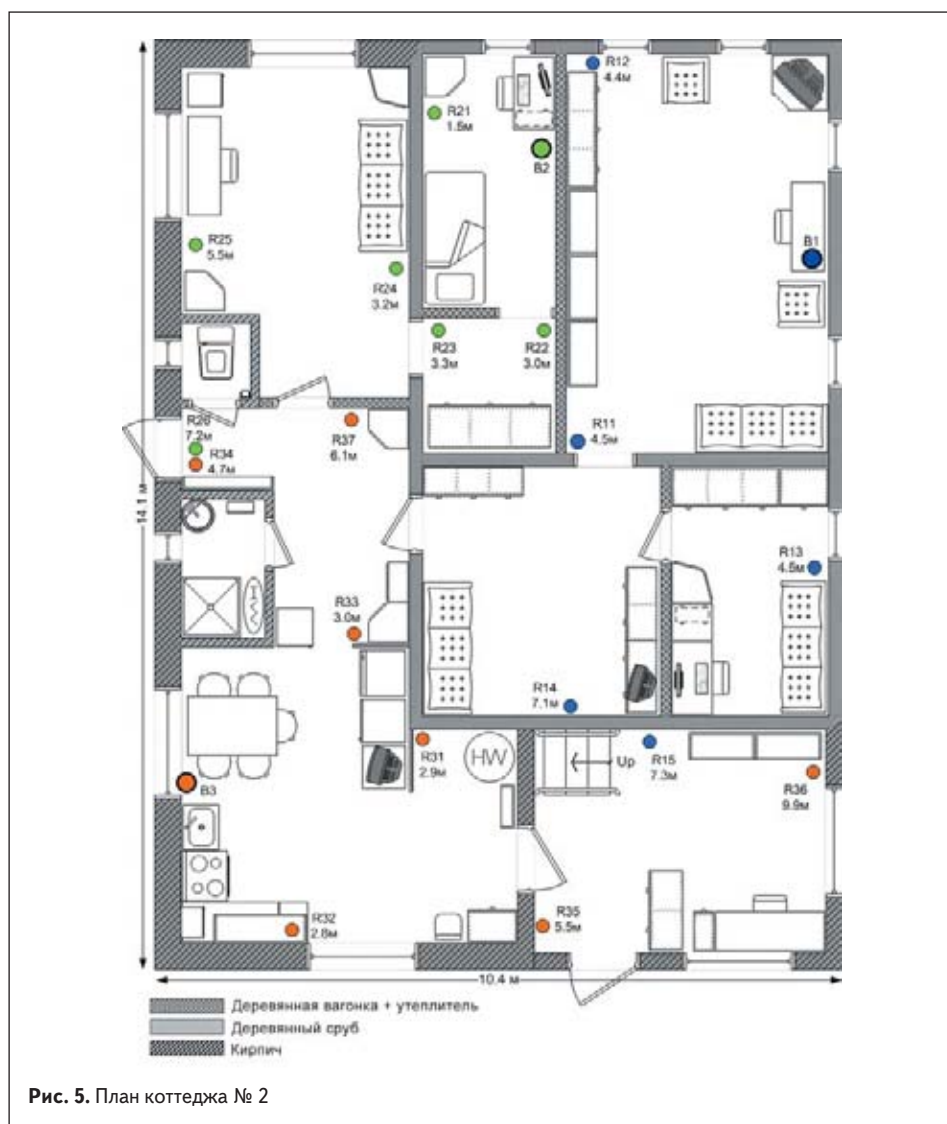


Таблица 2. Результаты тестов, проведенных в коттедже № 2

Уровень сигнала (дБм), количество потерянных пакетов (шт.) в точке (Высота расположения переносного модуля во всех случаях 1,8 м)	База № 1	База № 2	База № 3
	Высота 2 м	Высота 2 м	Высота 2 м
1	-60 0/1000	-57 0/1000	-64 *
2	-59 0/1000	-58 0/1000	-63 *
3	-59 0/1000	-64 0/1000	-58 *
4	-75 0/1000	-66 0/1000	-94 *
5	-85 0/1000	-67 0/1000	-75 *
6	Не исп.	-80 0/1000	-88 *
7	Не исп.	Не исп.	-90 *

этого коттеджа использовалось не только дерево, но и кирпич. Так же в некоторых местах стоят перегородки толщиной 0,15 м, с внешней стороны отделанные деревянной вагонкой, а внутри заполненные стекловолоконным утеплителем. Вообще, это не совсем типично для загородного коттеджа. Однако выбран этот дом был неслучайно. Такая сложная структура помещений и разнообразие использованных при строительстве и отделке материалов позволяют в достаточной степени объективно взглянуть на возможности ZigBee в условиях даже такого строения.

Как видно, практически во всех случаях связь между беспроводными устройствами стабильна и потери пакетов данных отсутствуют. Также следует отметить, что непосредственно во время проведения экспериментов по помещению перемещались люди. Кроме того, в непосредственной близости (до 2 м) от базового устройства работало в активном режиме Bluetooth-устройство (осуществлялась передача данных между КПК и ноутбуком, к которому было подключено базовое устройство).

Однако в двух случаях (база № 3, точки 4 и 6) небольшие потери все же наблюдаются. В точке 4 было потеряно 0,6% пакетов. При этом пропало не более одного пакета подряд. На практике такая ситуация не приведет к обрыву связи, а вызовет лишь кратковременную задержку. Кроме того, как видно на плане помещения, базу и удаленное устройство в точке 4 разделяют две кирпичные стенки и расстояние почти 5 м. С внутренней стороны эти две кирпичные стенки облицованы керамической плиткой, под которой проложена электропроводка и металлические трубы (водопровод). В итоге мы имеем неплохой экран.

Если есть необходимость полностью исключить потери данных, то можно воспользоваться либо антенной с большим коэффициентом усиления (напомним, что в данном случае используется штатная шттыревая антенна), либо установить дополнительный маршрутизатор на пути между базой и удаленным устройством. Все зависит от специфики системы, в основе которой лежит технология ZigBee. В большинстве случаев стремиться к полному исключению потерь не имеет смысла.

В точке 6 было отмечено 0,2% потерь, хотя кирпичная стена, разделяющая базу и удаленное устройство, толще (0,3 м + отделка деревянной вагонкой с обеих сторон), и расстояние между устройствами в два раза больше. Меньший про-



Рис. 6. Области уровня сигнала в коттедже № 2

цент потерь объясняется тем, что стена в данном случае одна, а значит, и переотражений сигнала меньше, чем в точке 4.

Проверка связи с базой №3 проводилась дважды (второй проход — ячейки таблицы, отмеченные знаком*). Первый и второй эксперименты отличаются тем, что во втором случае рядом с базовым устройством ВЗ (~1 м) была включена микроволновая печь. Как показала практика, на качество связи между устройствами ZigBee это никак не влияет.

Чтобы полностью оценить возможности ZigBee в строении № 2, представим схему областей уровня сигнала (рис. 6). Для этого достаточно измерить уровень сигнала в относительно большом числе точек и нанести их на план строения (в нашем случае таких точек 30). Рядом с каждой из точек размещения переносного модуля указано значение параметра RSSI (дБм).

Переходим к третьему, и последнему строению, в котором проводились тесты на дальность связи беспроводных модулей ZigBee. Его (подробный) план представлен на рис. 7.

Таблица 3. Результаты тестов, проведенных в коттедже № 3

	Уровень сигнала (дБм), количество потерянных пакетов данных (шт.) в точке					
	(Высота расположения переносного модуля во всех случаях 1,8 м)					
База № 1	1	2	3	4	5	6
Высота 2 м	-63 0/1000	-54 0/1000	-67 0/1000	-73 0/1000	-68 0/1000	-66 0/1000

Он имеет конструкцию, которая наиболее типична для больших коттеджных поселков. Кроме того, широкое распространение имеют и материалы, использованные при строительстве данного коттеджа. Как видно на плане, строение имеет два типа стен. Несущие стены толщиной 0,4 м и перегородочные толщиной 0,15 м выполнены из бетонных блоков (стенных и перегородочных соответственно) приблизительно одной плотности. Разница между блоками только в размере. Перекрытия между этажами — железобетонные плиты. В строение 3 этажа.

Изначально не планировалось измерять качество связи между беспроводными устройствами при расположении их на разных этажах. Однако стоит отметить, что при наличии между устройствами одного железобетонного перекрытия (модули располагаются на соседних этажах) связь устойчива и потери пакетов данными отсутствуют (расстояние между устройствами 4 м, RSSI = -71 дБм, PL = 0). А вот при расположении модулей через этаж (здесь на пути

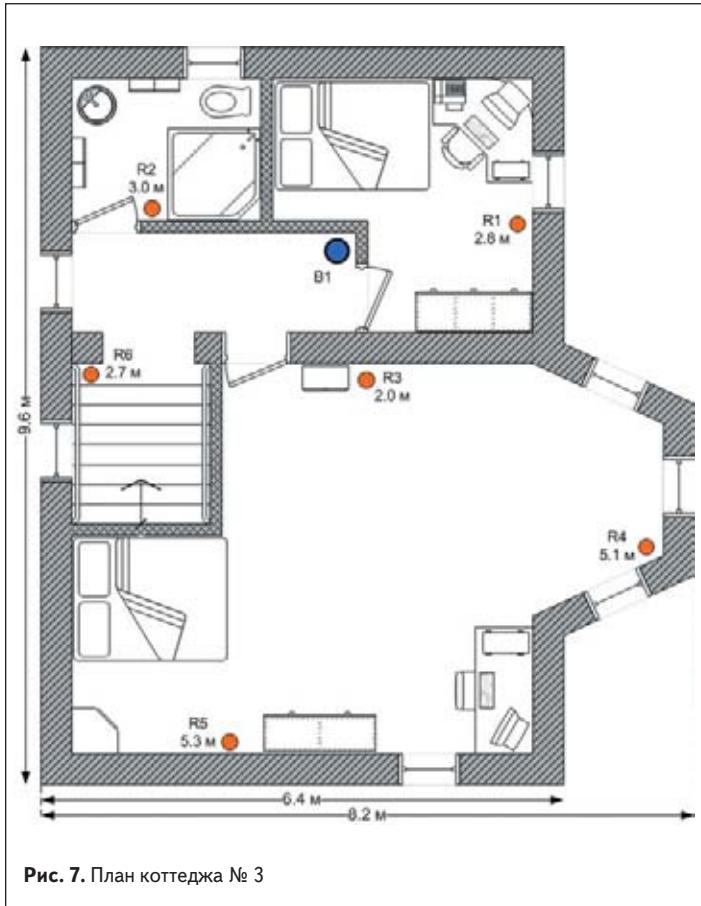


Рис. 7. План коттеджа № 3



Рис. 8. Области уровня сигнала в коттедже № 3

между устройствами стоят два железобетонных перекрытия) теряется 100% пакетов данных, и, соответственно, связь между устройствами отсутствует.

Поэтому, чтобы повысить надежность сети в строении с железобетонными перекрытиями, имеет смысл располагать между этажами (например, в лестничном проеме) дополнительный маршрутизатор, это обеспечит беспрепятственное прохождение данных между сегментами сети ZigBee, расположенными на разных этажах строения. Также можно применить модули повышенной мощности. Что же касается

данного строения, можно сказать, что и здесь ZigBee вполне справляется с передачей данных без потерь. Судя по таблице результатов измерений, при размещении удаленного устройства в любой из представленных точек помещения потери сигнала полностью отсутствуют (даже при условии, что базовое устройство находится далеко не в центре помещения). Области приема сигнала на различном удалении от базового устройства показаны на рис. 8.

Очевидно, что в коттеджах с деревянными перекрытиями передача данных между этажами будет осуществляться гораздо лучше

(аналогичный вывод можно сделать, глядя на результаты тестов, проведенные в первых двух коттеджах).

Выводы

Как показали тесты дальности связи, проведенные в реальных условиях, беспроводные модули ZigBee отлично справляются с передачей данных внутри различных помещений. Это позиционирует технологию ZigBee как недорогую и надежную основу беспроводных систем для загородных домов с разными архитектурными и инженерными решениями. ■