

ПОБУДОВА ЕМПІРИЧНОЇ МОДЕЛІ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ РАДІОХВИЛЬ СТАНДАРТУ ZIGBEE

В статті розглянуто відомі моделі розповсюдження радіохвиль у відкритому просторі. Описано методика та засоби проведення експериментальних досліджень розповсюдження радіохвиль стандарту ZigBee. Наведено результати експериментальних досліджень, що послужили основою створення емпіричної моделі розповсюдження радіохвиль стандарту Zigbee у відкритому просторі.

In article the known radio propagation model in an open space are considered. The method and means of standard ZigBee radio wave propagation experimental investigation are described. The experimental investigation results have used for empirical model creation of standard ZigBee radio wave propagation are shown.

1. ВСТУП

Застосування сучасних бездротових технологій ґрунтується на можливості їх швидкого застосування. Їх зручно й легко використовувати як на відкритому просторі так і в локальній групі (всередині приміщення), а також для систем сигналізації й у побутових умовах. Однак, для забезпечення надійної роботи сучасних бездротових мереж потрібно, щоб рівень сигналу постійно знаходився на достатньому рівні для впевненого його прийому. Тому для підвищення живучості бездротових систем охорони, ще на етапі проектування системи, проводиться моделювання розташування приймачів та передавачів у приміщенні чи на території. У моделюванні застосовують моделі розповсюдження радіохвиль.

Розрахунки будуть проводитися для декількох моделей, щоб визначити яка з моделей найбільш близька до даних, отриманих при проведенні експериментів. Це дозволить заощаджувати час на проведення практичних вимірів. Визначивши найточнішу модель, надалі можна буде будувати мережі використовуючи цю модель.

2. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МОДЕЛЕЙ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ РАДІОХВИЛЬ У ВІДКРИТОМУ ПРОСТОРІ

Модель відкритого простору найбільш використовувана

¹ Національний університет "Львівська політехніка"

(спрощена) модель поширення радіосигналів. Дана модель поширення радіосигналу припускає, що в каналі передачі даних відсутні явища заломлення, відбиття, поглинання, розсіювання й дифракції радіохвиль. Енергія сигналу зменшується обернено пропорційно квадрату відстані між приймачем і передавачем [1].

$$A = 10 \lg \left(\frac{d}{d_0} \right)^2, \text{ дБ} \quad (1)$$

де d – відстань між передавачем і приймачем.

d_0 – віддаль 1м.

Таблиця 1

Розрахункові значення ослаблення сигналу для моделі відкритого простору.

Відстань, м	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
Ослаблення сигналу, дБ	40	46,02	49,54	52,04	53,97	55,56	56,90	58,06	59,08	60

Модель відкритого простору не враховує відбиття від поверхні землі, завмирання й багатопроменевого поширення. Більшу точність при розрахунках повинна давати двопробенева модель.

Дана модель припускає, що пряма лінія поширення сигналу від передавального до приймального пристрою не є єдиною, а також існує відбиття від поверхні землі. Електромагнітне поле розташоване поблизу розділу двох різномірних середовищ можна представити (рис. 1) у вигляді сукупності двох типів електромагнітних хвиль – прямої хвилі й відбитої хвилі від границі розділу середовищ [1].

Передавач

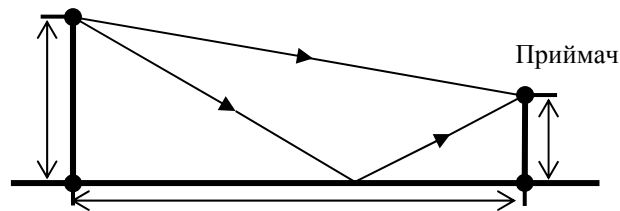


Рис.1 – двопробенева модель розповсюдження радіохвиль

$$A = 10 \lg \left(\frac{d}{d_0} \right)^4, \text{ дБ} \quad (2)$$

Таблиця 2

Розрахункові значення ослаблення сигналу для двопрменевої моделі.

Відстань, м	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
Ослаблення сигналу, дБ	80	92,04	99,08	104,08	107,95	111,12	113,80	116,12	118,16	120

У таблиці 2 наведено розраховані значення ослаблення сигналу залежно від відстані між приймальним і передавальним пристроєм. Як видно з отриманих результатів розрахунків для моделі двопрменевого поширення наявність розділу двох середовищ приводить до більш швидкого, у порівнянні з моделлю вільного простору, зменшенню прийнятої потужності з відстанню.

3. ОПИС МЕТОДИКИ ТА ЗАСОБІВ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ РАДІОХВИЛЬ СТАНДАРТУ ZIGBEE

У даній експериментальній частині зроблено експеримент по визначенню основних показників якості передачі даних на відкритому просторі.

Метою експериментальної частини було визначення за допомогою отриманих значень показників якості зв'язку, порівняти теоретичні моделі розповсюдження радіохвиль з експериментальними.

Завданнями експериментальної частиною стали:

а) проведення експерименту з метою отримання основних показників якості передачі даних при роботі мережі ZigBee на відкритому просторі;

б) проведення порівняльного аналізу отриманих в ході експерименту даних з розрахованими показниками поширення радіосигналу;

в) аналіз ослаблення сигналу залежно від відстані.

Дослідження проводилися на прямій ділянці дороги, довжиною в 1 км, за допомогою приймально-передавальних пристроїв ZigBee, які побудовані на базі чіпів CC2530 виробництва Texas Instruments. Проводилося вимірювання сили прийнятого сигналу в дБм за допомогою функції RSSI. Отримані дані були перетворені в значення ослаблення сигналу.

ОСОБЛИВОСТІ CC2530



- 49дБ придушення перешкод на сусідньому каналі,
 - Відмінний енергетичний потенціал радіоканалу (101,5 дБ),
 - Розширений температурний діапазон -40...125°C,
 - Модуль апаратного шифрування AES-128,
 - Повна сумісність із розширювачами діапазонів CC259x,
 - До 256кБ флеш-пам'яті/8кБ оперативної пам'яті,
 - Велика кількість периферійних пристроїв.

Рис. 2. Приймально-передавальний пристрій Zigbee

Таблиця 3

Характеристика пристроїв

Живлення	USB порт 5В
Температурний діапазон	-40°C ~ 85°C
UART швидкість передачі	9600біт/с, 19200біт/с, 38400біт/с (За замовчуванням), 57600біт/с, 115200біт/с
Радіочастоти	2460МГц(За замовчуванням), 2405МГц – 2480МГц, Крок: 5МГц
Протокол	Zigbee2007
Дистанція	У межах прямої видимості: 1600м
Робочий струм	Передача: 120мА(Мах) Прийом: 45мА (Мах) Очікування: 40мА (Мах)
Чутливість приймача	-110дБм
Чіп	CC2530F256, 256KFLASH
Режими роботи	Координатор, Роутер За замовчуванням: Роутер, PAN ID=0x199B, Канал=22 (2460МГц)
Розміри	70x50x24мм

RSSI (англ. Received Signal Strength Indication) — в телекомунікації, пристрій для вимірювання рівня потужності сигналу [2]. Індикатор потужності прийнятого сигналу є мірою потужності сигналу, що надходить на вхід приймача. У режимі прийому значення RSSI можна безперервно зчитувати з регістра стану RSSI, поки демодулятор виявляє синхроімпульс. На цьому етапі показання RSSI фіксується до наступного моменту, коли мікросхема входить в режим прийому. Якщо виявлення синхронізації відключено, відбувається постійне оновлення регістра RSSI [3]. Значення RSSI, зчитане з регістра стану RSSI – це число в шістнадцятковому коді, яке має розмірність дБм. Для перетворення показання RSSI в абсолютний рівень потужності (RSSI_dBm) можна використовувати наведений нижче алгоритм. Припустимо, що значення 0xCF зчитується з регістра RSSI. Для конвертування скористаймося виразами: $RSSI_dBm = RSSI - 256$

отримаємо значення RSSI в дБм.

Однак значення RSSI не поводить себе стабільно. Воно трохи коливається. Це відбувається за рахунок багатьох факторів, проте основним є наявність шумів. Для того щоб підвищити точність вимірювання, будемо розраховувати середнє значення RSSI на основі декількох знятих показів. Виходить, що нам потрібно відправляти не один пакет а періодично відправляти серії пакетів і усереднювати значення RSSI. Між пакетами мають бути невеликі затримки, щоб вся серія не припала на пік завади.

4. ОПРАЦЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЕРИМЕНТУ ТА ПОБУДОВА ЕМПІРИЧНОЇ МОДЕЛІ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ РАДІОХВИЛЬ СТАНДАРТУ ZIGBEE У ВІДКРИТОМУ ПРОСТОРИ

Таблиця 4

Виміряні значення ослаблення сигналу пристроїв ZigBee

Відстань, м	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
Ослаблення сигналу, дБ	45	54	59	62	65	68	70	71	72	73

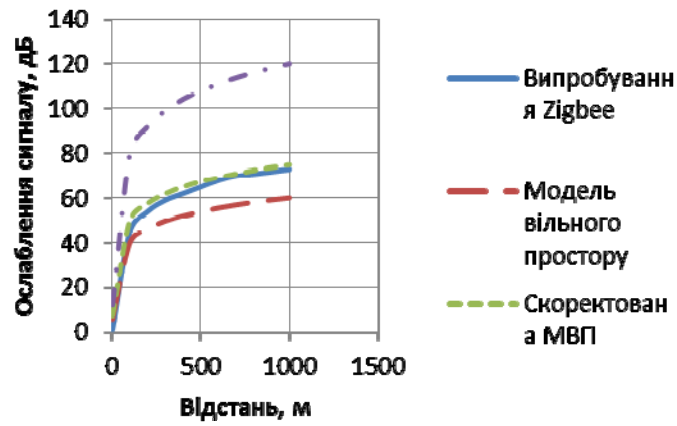


Рис. 3. Графік залежності рівня ослаблення сигналу від відстані

Як видно з графіка, жодна з вище наведених моделей не була досить точною для моделювання розповсюдження радіохвилі Zigbee на відкритому просторі. Тому для підвищення точності моделювання, скоректуємо базову модель розповсюдження у вільному просторі, а саме степеневий показник. Прийmemo за 2,5.

$$A = 10 \lg \left(\frac{d}{d_0} \right)^{2,5}, \text{ дБ} \quad (3)$$

Таблиця 5

Розрахункові значення ослаблення сигналу для скоректованої моделі відкритого простору

Відстань, м	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
Ослаблення сигналу, дБ	50	57,52	61,92	65,05	67,47	69,45	71,12	72,57	73,85	75

Таким чином, як видно з графіка, скоректована модель найточніше описує розповсюдження радіохвилі Zigbee у відкритому просторі і тепер може застосовуватися для моделювання на відкритому просторі.

5. ВИСНОВКИ

В даній роботі для досягнення поставленої мети були виконані такі завдання:

- а) проведено експеримент та отримано основні показники якості передачі даних при роботі мережі ZigBee на відкритому просторі;
- б) проведено порівняльний аналіз отриманих в ході експерименту даних з розрахованими показниками поширення радіосигналу;
- в) проведено аналіз ослаблення сигналу залежно від відстані.

За результатами виконаних завдань була побудована емпірична модель розповсюдження радіохвиль стандарту Zigbee, що дає змогу більш якісніше проводити моделювання систем проєктованих на базі даного стандарту.

Попереднє моделювання на етапі проєктування сучасних бездротових систем охорони сприяє поліпшенню таких властивостей системи, пов'язаних з поширенням сигналу, як вибір кількості й місць розміщення давачів; коректне прогнозування потужності сигналу в критичних місцях; для екстрених ситуацій – необхідність використання й кількість додаткових давачів; вибір алгоритму регулювання потужності випромінювання; перехід на інші частоти (адаптація); кероване надання каналів; врахування особливостей використовуваного обладнання (виробника обладнання); врахування характеристик використовуваних антен та ін.

1. Yarkoni N. Prediction of propagation characteristics in indoor radio communication environments / N.Yarkoni, N. Blaunstein // Progress In Electromagnetics Research - PIER 59, 2006, P. 151–174
2. Shenzhen DTK Electronics Co., Ltd. Zigbee Module User Guide / Інструкція користувача для радіопередавальних модулів. // Shenzhen DTK Electronics Co., Ltd., 2012, - 17 p.
3. Johnsrud S. RSSI Interpretation and Timing / S. Johnsrud, T. Aaberge // Design Note DN505. - Texas Instruments Incorporated, 2010, - 16 p.