

АЛГОРИТМ ОПТИМІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ БЕЗДРОТОВОЇ ПРОМИСЛОВОЇ МЕРЕЖІ ЗА КРИТЕРІЄМ МІНІМУМУ ВАРТОСТІ

К. т. н. А. В. Садченко, О. А. Кушніренко, Є. К. Кошелев, Д. М. Лисиця

Одеський національний політехнічний університет
Україна, м. Одеса
koa@opu.ua

Запропоновано алгоритм оптимізації бездротових промислових мереж, що надають послуги відповідно до специфікацій 802.11b та 802.11g за критерієм мінімуму вартості завдяки підбору параметрів спрямованості приймально-передавальних антен з урахуванням загасання в перешкодах на шляху поширення сигналу. Як середовище моделювання запропоновано використовувати безкоштовний онлайн-сервіс «MOXA WLAN Calculator» від виробника промислового бездротового обладнання MOXA.

Ключові слова: Wi-Fi-мережа, промисловий IEEE 802.11 b/g, чутливість приймача, коефіцієнт підсилення антени, швидкість передачі даних.

Низка переваг бездротових мереж, таких як гнучкість, велика швидкість розгортання, мобільність в межах зони обслуговування [1, 2], забезпечують дедалі більшу популярність таких мереж в промислових цілях. Прикладами промислових бездротових мереж можуть бути:

- система дистанційного знімання даних з приладів обліку споживання газу, води, тепла, електроенергії;
- система охоронної та протипожежної безпеки;
- система дистанційного моніторингу параметрів середовища в теплицях.

Найбільшого поширення набули пристрої, що працюють в безліцензійному діапазоні частот 2400 МГц при потужності передавача 50—100 мВт. Оскільки в зазначеному діапазоні частот під технологію Wi-Fi виділяється тільки 13 (14) частотних каналів, питання забезпечення електромагнітної сумісності окремих пристроїв, що входять до складу бездротових мереж, є одним з найважливіших для організації надійної та безперебійної передачі даних.

Серед шляхів забезпечення електромагнітної сумісності найкращим є використання спрямованих антен і антенних решіток із спеціальним видом діаграми спрямованості. Зрозуміло, що з ростом спрямованості антени пропорційно зростає і ціна всього обладнання. Рішення завдання адекватного підбору типу і параметрів приймально-передавальних антен дозволить оптимізувати вартість розгортаємої бездротової промислової мережі.

В даній роботі пропонується методика оптимізації параметрів спрямованості приймально-передавальних антен бездротових промислових мереж, побудованих за технологією Wi-Fi, з використанням критерію мінімуму вартості.

Вибір оптимальних параметрів антен зручно виконувати за допомогою онлайн-сервісу «MOXA WLAN Calculator» [3] від виробника промислового бездротового обладнання MOXA.

Вигляд головного меню онлайн-калькулятора «MOXA WLAN Calculator» наведено на рис 1. За допомогою цього додатка можна визначити дистанцію, на якій зберігається стійкий радіозв'язок на заданій швидкості між двома приймально-передавальними пристроями в умовах, якщо задано енергетичні параметри приймача, передавача, параметри антени і втрати в каналі зв'язку.

Наведемо розшифрування параметрів WLAN калькулятора:

- Model Name — назва бездротового пристрою доступу, наприклад AWK-1127- промисловий IEEE 802.11a/b/g бездротовий клієнт з одним RS-232/422/485 портом (Wireless Client);
- Frequency — робоча частота з діапазону 2400 або 5000 МГц;
- Data Rate — необхідна швидкість обміну даними між пристроями;

- Required RX Sensitivity — необхідна чутливість приймального пристрою (задається в децибелах по потужності);
- TX Power — потужність передавача (задається в децибелах по потужності);
- Antenna Gain — коефіцієнт посилення комбінованої антени (задається в децибелах відносно ізотропного випромінювача або в ізотропних децибелах dBi);
- RF Cable Loss — втрати в кабелі зниження або в антенному з'єднувачі;
- RX Signal Strength — рівень сигналу на вході приймальної антени в децибелах по потужності;
- Distance — необхідна дальність зв'язку;
- Free Space Loss (Path Loss) — втрати в каналі зв'язку;
- Reserved Safety Factor — коефіцієнт запасу по рівню прийомного сигналу.

The screenshot shows a web-based calculator interface for WLAN. It is divided into three main sections: Device A, Path, and Device B. Each section has several input fields and dropdown menus. At the bottom, it displays the calculated Maximum Transmission Distance based on the input values.

Parameter	Device A Value	Path Value	Device B Value
Model Name	AWK-1127		AWK-1127
Frequency	2.4 GHz		2.4 GHz
Data Rate	24 Mbps		24 Mbps
Required RX Sensitivity	-84 dbm		-84 dbm
TX Power	10 dBm		10 dBm
Antenna Gain	4 dBi		4 dBi
RF Cable Loss	1 dB		1 dB
RX Signal Strength	-90 dBm		-90 dBm
Distance		1 km	
Free Space Loss (Path Loss)		100 (dB)	
Reserved Safety Factor		(1/4), Less cont	
Maximum Transmission Distance	0.498 km		

Рис. 1. Головне меню онлайн-калькулятора WLAN «МОХА»

Запропонований алгоритм оптимізації параметрів антени передавача та приймача за критерієм мінімуму вартості при заданій швидкості передачі даних і радіусі зони обслуговування має наступний вигляд.

- Крок 1.** Введення робочої частоти, потужності передавача, бажаної відстані, загасання в перешкоді і швидкості передачі даних.
- Крок 2.** Вибір антени з коефіцієнтом посилення 2 дБі (ненаправлена антена).
- Крок 3.** Запуск онлайн-сервісу розрахунку параметрів зони обслуговування та параметрів системи.
- Крок 4.** Перевірка умови «Отримана швидкість передачі перевищує необхідну?».
Якщо «так» — здійснюється перехід до кроку 5.
Якщо «ні» — здійснюється вибір антени з коефіцієнтом посилення $K_u = K_u + 1$ dBi, і далі — перехід на крок 3.
- Крок 5.** Перевірка умови «Рівень сигналу в точці прийому більше рівня чутливості приймача?»
Якщо «так» — здійснюється перехід до кроку 6.
Якщо «ні» — здійснюється вибір антени з коефіцієнтом посилення $K_u = K_u + 1$ dBi, і далі — перевірка умови: $K_u < 9$ dBi?
Якщо «так» здійснюється перехід на крок 3.
Якщо «ні» то до кроку 6.
- Крок 6.** Отримання оптимізованих результатів — відстань, рівень сигналу в точці прийому, швидкість обміну даними, тип антени (коефіцієнт підсилення), необхідна чутливість приймача.

Таким чином, після виконання всіх кроків алгоритму були знайдені оптимальні параметри посилення антен — бдБі відносно ізотропного випромінювача. При цьому рівень сигналу на вході приймача перевищив поріг чутливості на 1 дБм. Тобто запропонований алгоритм оптимізації параметрів безпроводних промислових мереж дозволяє оптимізувати вартість обладнання та забезпечити потрібну швидкість передавання даних на заданій відстані завдяки підбору антен приймача та передавача з мінімально необхідним коефіцієнтом підсилення.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Устройства СВЧ и антенны. Проектирование фазированных антенных решеток / Под ред. Д. И. Воскресенского. Учебное пособие для вузов.— М.: Радиотехника, 2012.
2. Садченко А. В., Кушниренко О. А., Цевух И. В. и др. Измерение амплитудной диаграммы направленности и частотной характеристики антенн ISM-диапазона с помощью WiFi-маршрутизаторов // Технология и конструирование в электронной аппаратуре.— 2016.— № 6.— С. 40–45.— <http://dx.doi.org/10.15222/TKEA2016.6.40>
3. Link Budget Calculator. Industrial Wireless LAN [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <http://iwcalculator.moxa.com/>

A. V. Sadchenko, O. A. Kushnirenko, Ye. K. Kosheliev, D. M. Lysytsia

Parameter optimization algorithm for wireless industrial networks using the minimum cost criterion

The authors propose an algorithm (methodology) for optimizing wireless industrial networks providing services according to the 802.11b and 802.11g specifications using the minimum cost criterion by choosing directional parameters of the transceiver antennas taking into account the attenuation in the obstacles along the signal propagation path. As a modeling environment, it is proposed to use a free online service MOXA WLAN Calculator from the manufacturer of industrial wireless equipment MOXA.

Keywords: Wi-Fi network, industrial IEEE 802.11 b/g, receiver sensitivity, antenna gain, data rate.
