

ЕКРАНЮЮЧІ ВЛАСТИВОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ОФІСНИХ ПРИМІЩЕНЬ

О. С. Павлюченко^{1, a}, М. О. Медвідь¹

¹Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

Анотація

В роботі представлено результати дослідження ефективності будівельних матеріалів як частини будівельних конструкцій в якості поглинаючих матеріалів для радіосигналу безпроводної локальної обчислювальної мережі. Характеристики сигналу відповідають протоколу 802.11ad [1]. Розглянуто такі будівельні матеріали як гіпсокартон та скло. В результаті дослідження описано залежності, які дозволяють за шириною будівельного матеріалу спрогнозувати, чи є можливим перехоплення сигналу мережі за межами приміщення, де вона функціонує.

Ключові слова: локальна мережа, поглинання радіосигналу, протокол 802.11ad

Вступ

В умовах неможливості внесення будівельних змін до конструкції приміщення при необхідності побудувати локальну обчислювальну мережу необхідним стає використання бездротових технологій. Захист інформації у локальних бездротових мережах є відкритим питанням. Поширеними методами захисту мережі є криптографічні. Для захисту Wi-Fi мереж використовуються шифрувальні протоколи: WAP, WPA, WPA2. Недоліком будь-якого шифру є ймовірність його розшифрування.

Запропоновано унеможливити факт зняття сигналу мережі за межами контрольованої зони. Було проведено порівняння поглинаючих властивостей будівельних конструкцій із рівнем сигналу, необхідним для його прийому. Порівняння проведено відповідно до можливих значень чутливості приймача, працюючого з протоколом 802.11ad [1]. Розглянутими будівельними конструкціями є гіпсокартон та скло.

Метою роботи є показати, що використання протоколу 802.11ad дозволяє організувати захищені локальні мережі за рахунок згасання корисного сигналу на будівельних конструкціях (межах контрольованої зони), та виявлення умов, дотримання яких є необхідним для забезпечення захищеності локальної безпроводної мережі.

1. Метод ведення розрахунків

У проведеному дослідженні розглядалось поглинання корисного сигналу мережі будівельними конструкціями. За умови, що потужність сигналу після проходження границі контрольованої зони є замалою для роботи перехоплення приймачем, мережу можна вважати захищеною. Розрахунок потужності

сигналу на виході з перешкоди проведено по формулі (1) отриманої з формули Фрїсса [2]:

$$P_{atten}(t) = \log(k \cdot (\lambda \cdot R)^2 \cdot \alpha_{pul} \cdot t) \quad (1)$$

P_{atten} – згасання потужності сигналу, дБм; k – коефіцієнт, характеризуючий антени приймача та передавача; λ – довжина хвилі, см; R – відстань від приймача до передавача, см; t – товщина перешкоди, см; α_{pul} – погонне згасання радіохвилі з частотою 60 ГГц у певному матеріалі, 1/см.

Робота з частотою 60 ГГц пояснюється тим, що вона регламентована протоколом 802.11 ad, в рамках якого проведено дослідження.

Параметри k, R, λ прийняті за константи. R прийнято рівним 1000 см, $\lambda = 0.5$ см, $k = 10^{-2}$ см⁻² [3]. Параметр α_{pul} змінюється в залежності від дослідного матеріалу, та складає для гіпсокартону та скла відповідно 4.3 та 13.5 [4]

2. Результати розрахунків

Для залежності згасання сигналу від товщини перешкоди для гіпсокартону та скла отримано графік (рис. 1).

Згідно з протоколом 802.11ad в залежності від виду використовуваної модуляції сигнал може бути відтворено при його потужності -69.. -47 дБм, а передавачі мають потужність 2..24 дБм [1]. Тобто для захисту сигналу мережі необхідно забезпечити таке згасання рівня його потужності (P), та такий рівень потужності передавача, щоб у всіх напрямках розповсюдження сигналу виконувалась наступна нерівність:

$$P + 69(dBm) - P \leq 0 \quad (2)$$

де P_{prd} – це потужність передавача, яку можна регулювати при побудові мережі, P – рівень згасання.

Отриманий графік загальної характеристики згасання сигналу та передбачені протоколом 802.11ad

^aoleh.s.pavl@gmail.com

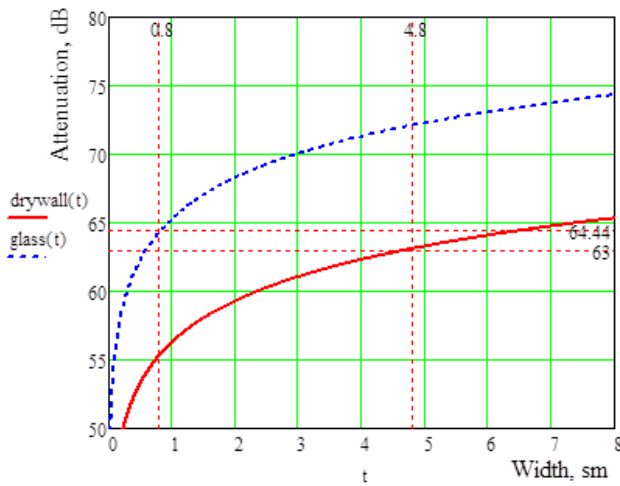


Рис. 1. Залежність згасання сигналу від товщини перешкоди з гіпсокартону (суцільна лінія) та зі скла (пунктирна лінія)

характеристики приладів, дають змогу прогнозувати чи є можливим перехоплення сигналу мережі за межами приміщення, де вона функціонує. Наприклад, для внутрішньої стіни, що містить чотири листа гіпсокартону, при загальній товщині матеріалу 4,8 см (1,2 × 4) поглинання складатиме 63 дБ. Згідно нерівності (2), щоб забезпечити захищеність сигналу при використанні будь-якої передбаченої протоколом модуляції, необхідно, щоб потужність передавача не перевищувала -6 дБм ($63 - 69 = -6$). Оскільки протоколом передбачається потужність передавача не менша ніж 2 дБм, поглинання радіосигналу на такій стінці не забезпечує захищеності для сигналу протоколу 802.11ad. Для вікна с подвійним склом товщиною по 0,4 см поглинання сигналу на склі складатиме 64,44 дБ. При такому поглинанні нерівність (1) не виконується ($P_{prd} = 64.44 - 69 = (-4, 56)$ дБм), а отже таке скло не здатне забезпечити захищеність мережі для будь-якої модуляції, передбаченою протоколом 802.11ad [1].

Висновки

Показано, як при використанні протоколу 802.11ad використовується нерівність (2) для перевірки захищеності локальної мережі від перехоплення

сигналу зовні контрольованої зони за рахунок поглинання сигналу будівельними матеріалами.

Умова забезпечення захищеності мережі, що використовує протокол 802.11ad, полягає у тому, що потужність сигналу передавача повинна бути меншою за різницю згасання сигналу, забезпечуваного будівельними конструкціями та мінімальної чутливості приймача, яка складає для зазначеного протоколу 69 дБ.

Так показано, що сигнал локальної обчислювальної мережі, що функціонує згідно протоколу 802.11ad, можливо перехопити після проходження ним твердої перешкоди у вигляді гіпсокартону товщиною 4,8 см у складі стіни. Оскільки для виконання нерівності (2) потужність передавача повинна скласти (-6) дБм, а передбачена протоколом мінімальна потужність складає 2 дБм. Гіпсокартон, розглянутий як окремий матеріал, не задовольняє висунутим вимогам. Це обґрунтовує необхідність розглядати гіпсокартон не як окремий матеріал, а як частину конструкції стіни, із розгляданням наповнюючого матеріалу та всієї конструкції як резонатора для хвилі протоколу 802.11ad. Скло також не задовольняє висунутим вимогам, а тому, через таке скло може бути створено канал витoku інформації. Тому скло необхідно розглядати як частину конструкції вікна.

Результати дослідження не спростовують наявності необхідності у проведенні подібного дослідження для матеріалів несучих стін: бетон, кераміка (цегла).

В напрямку розвитку даної теми буде корисним дослідження відбиття радіохвиль від будівельних перешкод.

Перелік використаних джерел

1. WLAN at 60 GHz A Technology Introduction White Paper — 2013. — 28 p.
2. Рутледж Д. Энциклопедия практической электроники. — М. : ДМК пресс, 2002. — 528 с.
3. Вишнеvский В. Электроника: Наука, Технология, Бизнес. — 2010. — № 3. — с. 70–79.
4. Christopher R. A., Theodore S. R. IEEE transactions on wireless communications. — 2004. — Vol 3. — pp. 922–927.