

## МОДЕЛЮВАННЯ ПОШИРЕННЯ РАДІОХВИЛЬ У БАГАТОКВАРТИРНОМУ БУДИНКУ

Антіпов І. Є., Харченко С. О.

e-mail: serhii.kharchenko@nure.ua

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ІРТЗІ, м.  
Харків, Україна

This work is about conditions of the radio waves propagation within an apartment building. This could be relevant for the construction of a "smart entrance" by connecting existing "smart apartments." Such integration opens up new possibilities for comfort and security. Some radio technologies available for civilian use are considered, and their advantages and disadvantages for indoor communication are demonstrated. Significant signal attenuation and other difficulties are noted. It is argued that the problem can be solved through a complex and unconventional approach.

Одним із можливих напрямків розвитку концепції «розумний дім» може стати об'єднання кількох вже існуючих «розумних квартир» у «розумний під'їзд» / «розумний багатоквартирний будинок». Об'єднання наявних ресурсів (аварійної сигналізації, відеоспостереження, оповіщення) підвищить безпеку та комфорт для кожного. Але при цьому виникають організаційні та технічні питання, у тому числі питання організації зв'язку в межах цілого будинку. Цьому питанню присвячена представлена робота.

У ході роботи було розглянуто загальні характеристики будинків, типові матеріали стін та перекриттів, особливості планування квартир з погляду їх впливу на поширення радіохвиль. Розглянуто радіотехнології, доступні для вільного використання. Їхня порівняльна характеристика наведена в таблиці.

**Таблиця – Порівняльна характеристика різних радіотехнологій**

| Радіотехнологія | Частота | Проникливість                                                                      | Недоліки / особливості                                                                                                                  |
|-----------------|---------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Wi-Fi           | 2,4 ГГц | До 2...3 квартир, 2-4 поверхів                                                     | "Завантаженість" діапазону, взаємні перешкоди / висока швидкість передачі                                                               |
|                 | 5,1 ГГц | 1-2 кімнати в межах однієї квартири без несучих стін                               | Сильно послаблюється в несучих стінах та перекриттях / дуже висока швидкість передачі, мала завантаженість                              |
| LoRa            | 868 МГц | В межах кількох квартир/поверхів                                                   | Низька швидкість передачі, придатна лише для телеметрії (датчиків)                                                                      |
| ZigBee          | 2,4 ГГц | Без ретрансляції – 1..2 квартири/поверху. За рахунок mesh-топології - весь будинок | Передавачі малої потужності / розроблена спеціально для «розумного будинку», ефективна за наявності достатньої кількості вузлів мережі. |
| Bluetooth       | 2,4 ГГц | В межах квартири                                                                   | Зв'язок між двома пристроями, мережеві можливості обмежені                                                                              |

Було розроблено модель радіоканалу в багатоквартирному будинку, що враховує кількість стін та перекриттів на шляху радіосигналу. Результати розрахунків із використанням моделі представлені нижче. На рис. 1 показано результати розрахунку втрат радіосигналу при горизонтальному та вертикальному поширенні в багатоквартирному будинку для різних частот. На рис. 1, а наведено залежність рівня сигналу від відстані в межах одного поверху – зі зростанням частоти загасання збільшується. На рис. 1, б показано вплив кількості стін: кожна додаткова перешкода суттєво підвищує втрати. На рис. 1, в представлено вертикальне поширення сигналу між поверхами, де найбільший вплив мають залізобетонні перекриття.

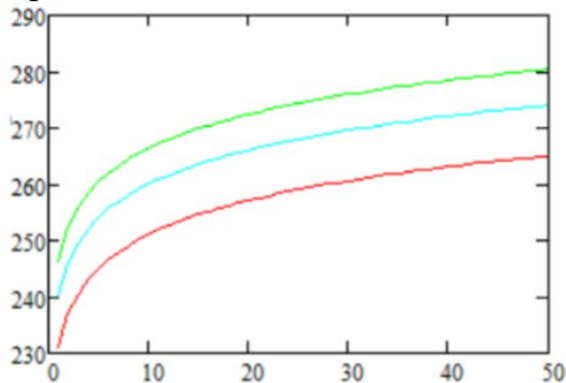


Рис. 1, а

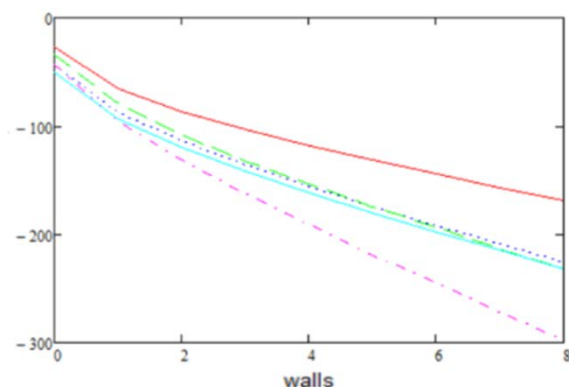


Рис. 1, б

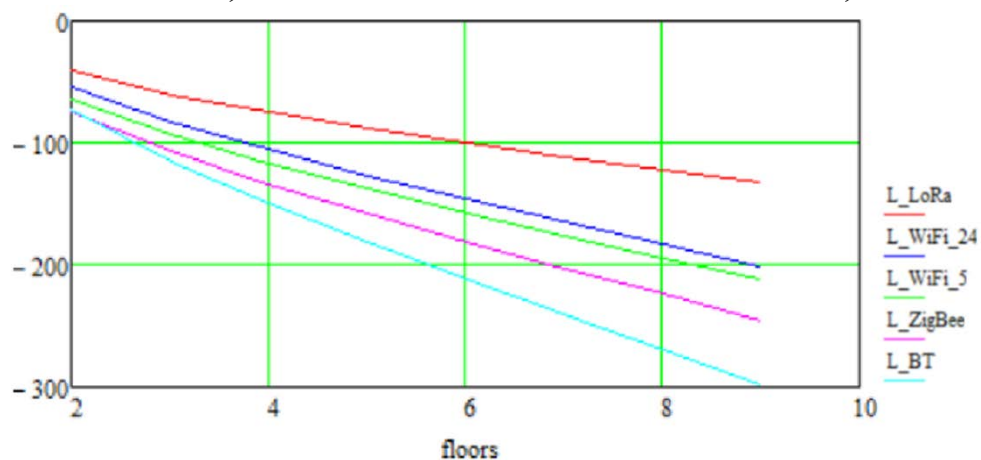


Рис. 1, в

Результати розрахунків, хоч і носять оціночний характер, свідчать про те, що умови поширення радіохвиль в багатоквартирному будинку досить складні і загасання значні. Тому при практичній реалізації «розумного під'їзду» доцільно застосовувати комбінований підхід: поєднувати різні радіотехнології та альтернативні канали зв'язку (електромережу, домофонну або радіотрансляційну мережу, винесення антен за межі будівлі). Це дозволить підвищити надійність і стабільність системи.