

В.М. Пахомова, Т.І. Скабалланович, К.О. Алексеев

МОЖЛИВІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ БЕЗПРОВІДНИХ ЛОКАЛЬНИХ МЕРЕЖ В ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Анотація. Встановлені переваги та недоліки безпроводних локальних мереж (WLAN), які базуються на стандарті IEEE 802.11, визначені його основні параметри. Виконано зіставлення технологій Wi-Fi і Bluetooth. Подані рекомендації по вибору топології WLAN та методології їх подальшого розгортання в умовах існуючих інформаційних систем залізничного транспорту. Розроблена формальна модель процесу доступу станції WLAN до середовища в режимі розподіленої функції координації DCF.

Ключові слова: мережа ESS, методологія розгортання WLAN, режим DCF.

Постановка проблеми

На сьогоднішній день безпроводні мережі стрімко розвиваються і витісняють на другий план дротяні мережі. Продовжують впроваджуватися безпроводні мережі і на залізничному транспорті України. Безпроводні мережі мають переваги: низька вартість і гнучкість застосування устаткування; забезпечення мобільності користувачам; зняття обмеження на максимальну протяжність мережі, що накладаються мідними і оптоволоконними кабелями; висока швидкість передачі даних; можливість підключення безпроводної локальної мережі до дротяної; доступ до необхідних ресурсів і даних в реальному масштабі часу; зменшення часу реакції на запити і зміни зовнішнього середовища; кількість користувачів необмежена.

Проте за ці переваги безпроводні мережі розплачуються переліком проблем, які несе з собою нестійке і непередбачуване безпроводне середовище: перешкоди від різноманітних побутових приладів і інших телекомунікаційних систем; атмосферні завади і віддзеркалення сигналу створюють серйозні труднощі для надійного прийому інформації; сильне поглинання радіохвиль залізобетоном і деякими іншими матеріалами призводить до послаблення сигналу. У таких несприятливих умовах швидкість з'єднання плаває і з'єднання часто

рветься. Крім того, необхідно відзначити низький рівень інформаційної безпеки. З урахуванням достоїнств і недоліків доцільно проаналізувати існуючі на сьогодні технології безпроводних мереж з метою їх подальшого впровадження на залізничному транспорті України.

Аналіз публікацій по темі дослідження

Класифікувати безпроводні мережі прийнято по радіусу дії [1]: персональні безпроводні мережі (WPAN – Wireless Personal Area Network), локальні безпроводні мережі (WLAN – Wireless Local Area Network), регіональні безпроводні мережі (WMAN – Wireless Metropolitan Area Network), глобальні безпроводні мережі (WWAN – Wireless Wide Area Network).

Найбільш поширеною технологією локальних мереж є Wi-Fi, єдиною альтернативою якої виступає Bluetooth, у зв'язку з чим виконано зіставлення цих технологій [1-6].

1) *Сфера застосування.* Wi-Fi – стандарт, основним призначенням якого є позбавлення від зайвих дротів. Використання Wi-Fi допомагає швидко створити ефективну мережу, скоротити витрати на її побудову за рахунок економії на прокладенні дротів. Bluetooth створювався як стандарт безпроводної передачі даних між двома пристроями – мобільними телефонами, КПК або комп'ютерами.

2) *Ефективний радіус дії.* Радіус дії точки доступу Wi-Fi на відкритому повітрі складає 300 м, радіус дії у пристроїв стандарту Bluetooth – 30 м.

3) *Установка і налаштування.* Пристрої Bluetooth не вимагають ніякої конфігурації після установки, оскільки робота пристроїв цього стандарту проста. Wi-Fi же вимагає налаштування параметрів безпроводної мережі.

4) *Тип мережі.* Wi-Fi використовується для створення WLAN, в якій може бути велика кількість різних пристроїв. У випадку ж з Bluetooth – можна створити лише персональну мережу, обмежену двома пристроями.

Для порівняння технології Wi-Fi вибрані чотири стандарти 802.11 (a, b, g, n), для Bluetooth – остання на даний момент версія 4.0, підсумок зіставлення представлений табл. 1 [1].

Зіставлення технологій Wi-Fi і Bluetooth

Стандарт IEEE	Рік затвердження	Діапазон частот, ГГц	Швидкість, Мбіт/с	Мобільність	Ефективний радіус дії, м
802.11a	1999	5.15-5.35; 5.725- 5.825	До 54	Так	90
802.11b	1999	2.4-2.4835	До 11	Так	270
802.11g	2003	2.4-2.4835	До 54	Так	140
802.11n	2009	2.4;5	До 480	Так	300
802.15.1 (v.4.0)	2010	2,4	1	Так	100

Як видно з табл. 1, "синій зуб" програє Wi-Fi за усіма пунктами, з цього слідує що на залізничному транспорті використовувати локальні мережі на основі Bluetooth не доцільно.

Формулювання цілей статті

Виконати аналіз існуючих топологій безпроводних локальних мереж, методологій їх подальшого розгортання та дати відповідні рекомендації до можливого використання в інформаційних системах на залізничному транспорті. Вивчити режими доступу до середовища, які підтримує рівень MAC за стандартом IEEE 802.11 та розробити відповідну формальну модель станції WLAN в режимі розподіленої функції координації.

Основна частина

1. Аналіз топологій WLAN. Існує три топології безпроводних локальних мереж: незалежні базові зони обслуговування (Independent Basic Service Sets, IBSS), базові зони обслуговування (Basic Service Sets, BSS), розширені зони обслуговування (Extended Service Sets, ESS) [4-6].

Мережа IBSS – це група станцій, що працюють відповідно до стандарту IEEE 802.11, які зв'язуються безпосередньо одна з іншою. На рис. 1 показано, як дві станції, обладнані безпроводними мережевими інтерфейсними картами (network interface card, NIC) стандарту IEEE 802.11, можуть формувати IBSS і безпосередньо зв'язуватися одна з іншою. При створенні таких мереж не розробляють які-небудь карти місця їх розгортання і попередні плани, тому вони зазвичай

невеликі і мають обмежену протяжність, достатню для передачі спільно використовуваних даних при виникненні такої необхідності. Не існує яких-небудь обумовлених стандартом обмежень на кількість пристроїв, які можуть входити в одну незалежну базову зону обслуговування. Але, оскільки кожен пристрій є клієнтом, часто певне число членів IBSS не може зв'язуватися один з іншим внаслідок проблеми прихованого вузла (hidden node issue).



Рисунок 1 - Мережа IBSS

Мережа BSS - це група станцій, що працюють за стандартом IEEE 802.11, які зв'язуються одна з іншою за допомогою особливої станції, яка називається точка доступу (access point), це центральний пункт зв'язку для усіх станцій BSS. Як правило точка доступу є стаціонарною і діє на фіксованому каналі. Клієнтські станції не зв'язуються безпосередньо одна з іншою. Замість цього вони зв'язуються з точкою доступу, а вже вона направляє фрейми станції-адресатові. Точка доступу може мати порт висхідного каналу (uplink port), через який BSS підключається до дротяної мережі (наприклад, висхідний канал Ethernet), тому BSS іноді називають інфраструктурою BSS, яка представлена на рис. 2.

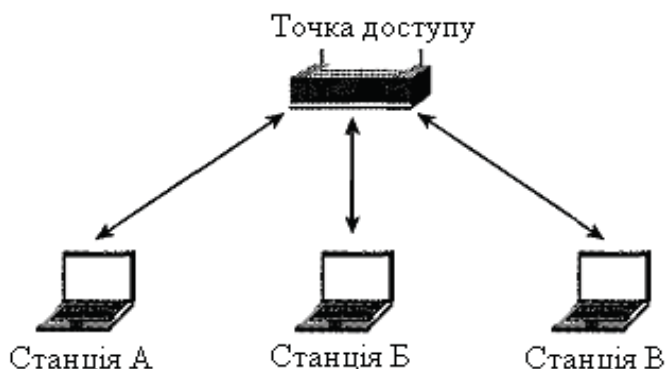


Рисунок 2 - Інфраструктура BSS

Мережа ESS. Декілька інфраструктур BSS можуть бути сполучені через їх інтерфейси висхідного каналу. Там, де діє стандарт IEEE 802.11, інтерфейс висхідного каналу сполучає BSS з розподільною системою (Distribution System, DS). Декілька BSS, сполучених між собою через розподільну систему, утворюють розширену зону обслуговування. Висхідний канал до розподільної системи не обов'язково по-

винний використовувати дротяне з'єднання. На рис. 3 представлений приклад практичного втілення ESS.

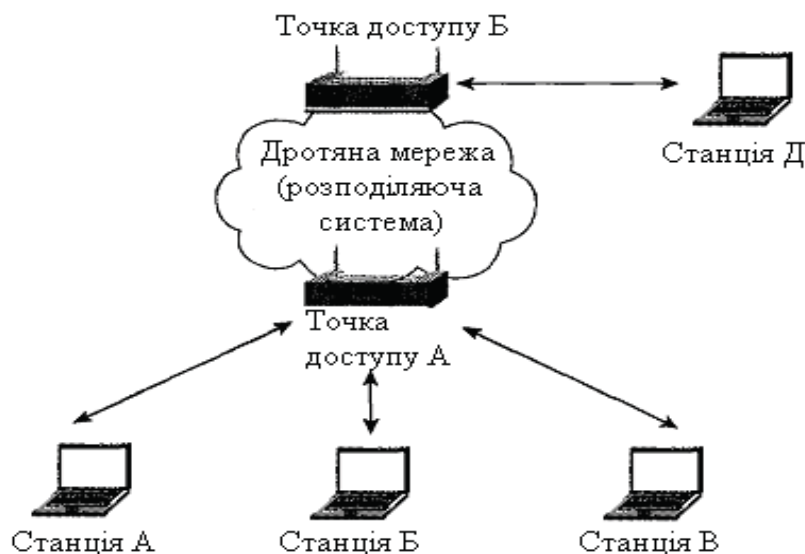


Рисунок 3 – Розширена зона ESS

Специфікація стандарту IEEE 802.11 залишає можливість реалізації цього каналу у вигляді безпроводного, але частіше висхідними каналами до розподільної системи є канали дротяної Ethernet [2-4], це підтверджує доцільність застосування розширених зон обслуговування ESS на залізничному транспорті. Окрім того, можливо використання пропонуванних технологій безпроводних мереж (це підтверджується ефективним радіусом дії) для реалізації мобільного зв'язку на станціях залізничного транспорту.

2. Аналіз методологій розгортання WLAN. Існують дві основні методології розгортання WLAN: орієнтована на максимальну зону обслуговування й орієнтована на максимальну пропускну спроможність.

WLAN, орієнтовані на зону обслуговування розробляються з упором на забезпечення максимального покриття при мінімально можливій кількості точок доступу. У типовій орієнтованій на зону обслуговування мережі забезпечується співвідношення кількості користувачів до точок доступу 25:1 [4-6]. На залізничному транспорті перша методологія розгортання WLAN припустима в тих інформаційних системах, які застосовують додатки пульсуючого типу з низькою швидкістю передачі пакетів і додатки, що формують запити до баз даних, а також потребують низькі вимоги до смуги пропускання, завдяки чому швидкість передачі даних може бути зменшена до най-

менших значень, таких як 1 і 2 Мбіт/с, та легкість супроводу, оскільки персонал обслуговування WLAN невеликий або відсутній зовсім.

WLAN, орієнтовані на високу пропускну спроможність повинні забезпечувати максимальну продуктивність і швидкість передачі пакетів для кожного клієнта ESS. Розміри сот орієнтованих на пропускну спроможність WLAN менше, ніж такі для WLAN, призначення якої забезпечити максимальну зону обслуговування, відповідно щільність розміщення точок доступу вища (звичайна кількість точок в два рази більше ніж в мережах орієнтованих на максимальну зону обслуговування) [4-6]. Таким чином, на залізничному транспорті друга методологія розгортання WLAN потрібна у випадках, коли використовуються додатки, що вимагають високої швидкості передачі пакетів або чутливі до затримок, коли розгортаються підмережі менших масштабів або спостерігається висока щільність розміщення клієнтів.

3. Розробка формальної моделі станції WLAN в режимі DCF. Стандарт IEEE 802.11 описує рівень MAC, який підтримує два режими доступу до розподіленого середовища: режим розподіленої функції координації DCF (Distributed Coordination Function) і режим точкової функції координації PCF (Point Coordination Function) [3]. Підтримка режиму DCF обов'язкова і заснована на протоколі, що забезпечує множинний доступ з контролем несучої і запобіганням колізії (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance, CSMA/CA), тому розроблена діаграма станів станції мережі саме в режимі DCF, яка представлена на рис. 4.

В режимі DCF станції вступають в конкуренцію за право доступу до середовища і намагаються передати фрейми, якщо в цей час ніяка інша станція не здійснює передачу. Якщо якась станція передає фрейм, інші чекають звільнення каналу. Як умова доступу до середовища рівень MAC перевіряє значення свого вектора розподілу мережі (Network Allocation Vector, NAV), який є розміщеним на кожній станції лічильником, значення якого відповідає часу, необхідному для передачі попереднього фрейма. Значення NAV має дорівнювати нулю, щоб станція могла спробувати відправити фрейм. Перш ніж послати фрейм, станція обчислює необхідний для його передачі час, який знаходиться в полі тривалості заголовка фрейма. Коли ста-

нція отримує фрейм, вона перевіряє значення в його полі тривалості і використовує його як основу для установки своїх NAV [4].



Рисунок 4 - Діаграма станів станції WLAN в режимі DCF

Важливим аспектом режиму DCF є таймер випадкової затримки, який станція використовує, коли середовище передачі виявляється зайнятим. При використанні випадкового алгоритму затримки вибирається значення в діапазоні від 0 до значення, відповідного ширині вікна конкуренції. Випадкове значення є кількість каналних інтервалів за стандартом IEEE 802.11, протягом яких станція, вже після звільнення середовища у вікні конкуренції, повинна утримуватися від передачі. Канальний інтервал (slot time) – це значення часу, визначуване параметрами фізичного рівня, заснованими на характеристиках радіочастотного каналу BSS. Із-за випадкової затримки різні станції чекають права на передачу протягом різних періодів часу, тому не перевіряють середовище на зайнятість в один і той же момент часу і, виявивши, що канал вільний, не починають передачу, створюючи тим самим колізію. Таймер випадкової затримки істотно знижує число колізій і, відповідно, повторних передач, особливо коли кількість активних користувачів велика [2-6].

Висновки й перспективи подальших досліджень

Безпроводні локальні мережі, як альтернатива дротяних мереж, впроваджуються в існуючі інформаційні системи на залізничному транспорті. Використання технологій WLAN можливо для реалізації мобільного зв'язку на станціях залізничного транспорту. Із топологій WLAN рекомендовані розширені зони обслуговування, для їх розгортання доречне використання як методології, яка орієнтована на максимальну зону обслуговування, так і методології що орієнтована на максимальну пропускну спроможність, наведені до цього відповідні умови. Технологія WLAN відповідає стандарту 802.11, рівень MAC якого підтримує два режими доступу до розподіленого середовища. Оскільки режим розподіленої функції координації DCF обов'язковий розроблена діаграма станів станції WLAN в цьому режимі, яка надалі буде покладена в основу імітаційної моделі для визначення відповідних характеристик мереж на етапі інформатизації систем на залізничному транспорті України.

ЛІТЕРАТУРА

1. Холоша С. - <http://www.friendlypc.ru/wi-fi-i-bluetooth-v-chem-razlichie>.
2. Таненбаум, Е. Комп'ютерні мережі [Текст] / Е.Таненбаум. – СПб: Пітер, 2003. – 992 с.
3. Гейер, Джим. Безпроводні мережі. Перший крок: пер. з англ. [Текст] / Д. Гейер. – М.: Видавничий дім "Вільямс", 2005. – 192 с.
4. Олифер, В. Г. Комп'ютерні мережі. Принципи, технології, протоколи: підручник для вnz. [Текст] / В. Г. Олифер, Н.А. Олифер. – СПб: Пітер, 2010. – 944 с.
5. Вишнівський, В. М. Широкопasmові безпроводні мережі передачі інформації [Текст] / В. М. Вишнівський, А.І. Ляхів, С. Л. Кравець, І.В. Шахнович. – М.: Техносфера, 2005. – 592 с.
6. Прохоров, О. Ринок безпроводних мереж в цифрах і фактах / О. Прохоров. – Комп'ютерПресс.