

ТЕХНОЛОГІЇ СИСТЕМ АБОНЕНТСЬКОГО РАДІОДОСТУПУ

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

Виконано аналіз особливостей побудови сучасних систем абонентського радіодоступу, розглянуто актуальні питання безпеки та захищеності безпроводових систем передачі інформації.

Ключові слова: радіодоступ, передача даних, частотний розподіл, безпроводні мережі, абонентський доступ, WLL системи, САДР, топологія мережі, база сигналу.

Abstract

The analysis of features of construction of modern systems of subscriber radio access is executed, actual questions of safety and protection of wireless systems of information transmission are considered.

Keywords: radio access, data transmission, frequency distribution, wireless networks, subscriber access, WLL systems, SADR, network topology, processing gain.

Вступ

Швидке зростання кількості мереж передачі даних різного типу супроводжується використанням в них досконаліших методів передачі (протоколів, методів кодування і так далі), зміною архітектури мереж і, зрештою, вищим рівнем обслуговування абонентів. Особливо великі можливості відкриваються у разі застосування безпроводних мереж, які активно розвиваються. На їх стороні економічність і простота установки.

Сучасне людство будує глобальне інформаційне співтовариство, матеріальним носієм якого є інформаційно-комунікаційні технології і системи, включаючи безпроводні системи зв'язку, що дозволяють значно збільшити об'єм переданої інформації. У зв'язку з цим, питання безпеки каналів зв'язку в цих системах є актуальними і виходять на перший план при подальшому розвитку безпроводних технологій. Для безпроводних цифрових систем передачі інформації, основними проблемами безпеки є: порушення цілісності і конфіденційності переданої інформації, моніторинг і перехоплення трафіку, атаки типу «відмова в обслуговуванні», підключення до мережі неавторизованих клієнтів. Важко обмежити фізичний доступ зловмисників до системи через те, що неможливо ефективно екранувати усі приміщення, в яких встановлені точки доступу, тому частково мережі діють і зовні. Усі ці негативні сторони безпечного використання безпроводних технологій ставлять під загрозу безпеку безпроводних мереж [1].

Безпроводні мережі володіють, в порівнянні з традиційними проводовими мережами, чималими перевагами, головною з яких, звичайно ж, являється простота розгортання і гнучкість архітектури мережі.

Останніми роками різко зросла кількість систем, що використовують безпроводний зв'язок всередині приміщень. При цьому виникає ряд проблем, пов'язаних з багатопроблемним поширенням сигналів усередині приміщень.

При обмеженнях ширини спектру і рівня випромінюваної потужності традиційні побудови безпроводних систем мають обмеження. Можливим проривом є заміна одиничних антен в приймальних (передавальних) вузлах на багатоелементні антенні системи і використання багатопроблемного підходу. Це так звані МІМО системи (Multiple Input Multiple Output, багато входів - багато виходів).

Використання технології МІМО є одним з найбільш важливих шляхів розвитку широкопasmових безпроводних систем. При цьому висока пропускна здатність, яку повинні забезпечувати ці системи, залежить від ефективності використання каналів зв'язку. Найбільшою перешкодою при цьому є

множинні канали із завмираннями, особливо у разі відсутності прямої видимості, характерної для мобільного Wi-Fi [2].

Середовищем передачі для систем передачі інформації є в основному радіолінії за відсутності прямої видимості, де електромагнітні хвилі приходять в точку прийому в результаті багатопроменевого поширення, що викликає флуктуації амплітуди, фази, часової затримки, кута прибуття прийнятого сигналу і як наслідок - його завмирання. Прийнятий сигнал є сумою окремих каналів, що отримуються в результаті великого числа віддзеркалень від досить великого числа відбивачів і розсіювачів, розташованих випадковим чином навколо мобільного терміналу. Нестационарна поведінка просторових багатопроменевих каналів внаслідок завмирань є головною проблемою безпроводних телекомунікацій для забезпечення необхідних високих характеристик, таких як пропускна здатність і вірогідність бітової помилки [3].

Метою роботи є підвищення захищеності передачі інформації по системах абонентського радіодоступу, побудованих на основі різних технологій.

Результати дослідження

Технології безпроводного абонентського доступу мають безперечну перевагу над проводовими рішеннями [4]: застосування в місцях відсутності кабельної інфраструктури, а також у важкодоступних і малонаселених районах; швидке розгортання і введення в експлуатацію; організація доступу у будь-якому місці (в межах зон покриття); підтримка зв'язку рухомих абонентів.

Головні недоліки WLL - обмежена пропускна здатність і відносно висока вартість з розрахунку на одного абонента, а також традиційні для радіозв'язку проблеми «відкритості» до зовнішніх дій.

Типова архітектура системи абонентського радіодоступу (САРД) представлена на рис. 1. Вона включає в себе наступні основні компоненти: контролер базових станцій, базові станції (БС), абонентські термінали і термінал технічного обслуговування та експлуатації - комп'ютер зі спеціальним керуючим застосуванням. БС пов'язані з контролером проводовими або безпроводними мікрохвильовими лініями зв'язку.

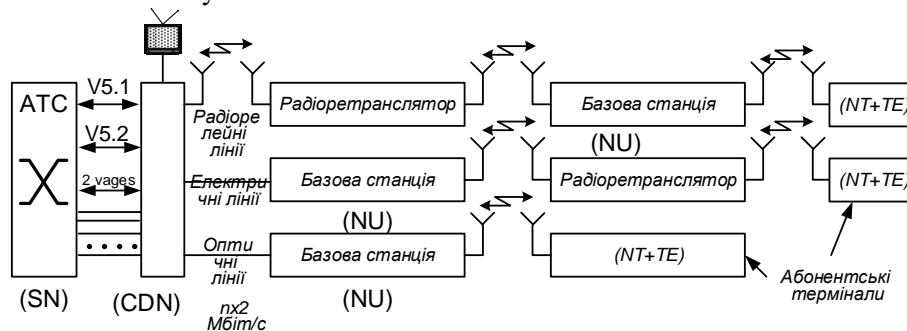


Рис. 1. Архітектура САРД

Сучасні технічні розробки дозволяють вирішувати широкий спектр питань, пов'язаних із створенням мереж абонентського радіодоступу, забезпеченням високоякісними послугами зв'язку абонентів різних категорій.

При виборі САРД зазвичай виходять з декількох типових завдань, які вирішуються за допомогою таких систем: надання послуг зв'язку або доступу в Інтернет; побудова територіально-розподілених корпоративних безпроводних мереж; організація магістральних каналів для передачі даних і телефонії.

На споживчому рівні сучасні системи абонентського радіодоступу повинні характеризуватися наступними особливостями: надання послуг з якістю, порівнянною з проводовим підключенням, включаючи можливість використання модему і факсу; можливість надання послуг в районах, що не мають лінійно-кабельної мережі, а також в регіонах, де виконання земляних робіт ускладнене і економічно не виправдане; можливість швидкого розгортання і нарощування системи; можливість підключення абонента по цифровому інтерфейсу; можливість централізованого управління системою.

Системи САРД класифікують за різними ознаками.

По методу обробки сигналу - аналогові і цифрові WLL системи.

По топології мережі WLL системи розділяють на: системи, створені по топології "точка - точка";

зазвичай використовуються для прямого підключення великих (комерційних) абонентів до комутованої мережі і призначені для розподілу N-потоків 2 Мбіт/с і зазвичай застосовуються в міських або приміських районах; системи, створені по топології "точка - багато точок"; призначені для забезпечення телефонним зв'язком великих малонаселених територій (приміські райони і сільська місцевість); мають малу системну ємність і конфігуровані для забезпечення великого числа багатолінійних відгалужень, переважно для індивідуальних абонентських будівель.

Відповідно до займаної ширини смуги частот розрізняють вузькосмугові і широкосмугові системи WLL.

По задіяних технологіях і стандартах WLL системи можна розділити на три категорії: системи, реалізовані відповідно до стандартів мікrostільникових систем безпроводної телефонії (DECT, CT2, PHS та ін.); системи, реалізовані на базі стандартів стільникових систем; спеціалізовані системи, на основі власних стандартів.

Для радіодоступу визначені частоти: 307,5 - 308 і 343,5 - 344 МГц. Діапазон 1427 - 1525 МГц. Цей діапазон в основному призначений для зв'язку «Земля - Космос», проте в ньому виділені ділянки спектру для радіодоступу (Multi Gain Wireless, IRT 2000 - Франція, A 9800 Alcatel).

Діапазон 1880-1900 МГц визначений для розгортання систем абонентського доступу технології DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunication).

Діапазон 2,1 - 2,7 ГГц відведений для радіолокації, космічних досліджень і має категорію урядового призначення. Проте нині ділянка спектру частот 2,1 - 2,3 ГГц використовується для радіо доступу (Alcatel A 9800). Діапазон 2,3065 - 2,4815 ГГц відведений для систем радіодоступу.

Діапазон 3,4 - 3,8 ГГц може бути використаний за індивідуальним погодженням.

Діапазон 10 - 10,7 ГГц має ділянки, які в перспективі визначені для високошвидкісного радіодоступу (10,15 - 10,3 і 10,5 - 10,65 ГГц).

Діапазон 24,5 - 25,25 ГГц має ділянки спектру (24,549 - 25,053 і 25,557 - 26,061 ГГц) рекомендовані до розгортання мереж доступу з високою швидкістю передачі даних. Ділянка спектру радіочастот 27,5 - 29,5 ГГц виділений цільовим чином для стільникового телебачення.

Діапазон 40,5 - 42,5 ГГц вільний. Для його використання рекомендовано розгорнути системи телемовлення (стільникове телебачення високої чіткості).

Є багато різних САРД, які принципово відрізняються один від одного архітектурою, технічними параметрами і типами вирішуваних завдань. Загальноприйнятої класифікації систем АРД не існує.

Застосування САРД для обслуговування стаціонарних абонентів, не підключених до телефонної мережі загального користування (PSTN), дозволяє операторам розширити їх потенційні можливості і поліпшити якість послуг мереж доступу і способів їх надання.

До безперечних переваг цих систем відносяться: короткі терміни розгортання - установка і введення в експлуатацію здійснюються за декілька днів; рентабельність - вартість каналу зв'язку з розрахунку на одного абонента значно нижче за вартість каналу провідних систем; малий об'єм інвестицій на початковому етапі будівництва мережі, що зводить до мінімуму фінансовий ризик оператора і дозволяє проводити поетапне інвестування відповідно до потреб і отриманих прибутків; можливість повторної установки і переустановлення, які обумовлені гнучкою модульною конфігурацією системи.

Якщо реальні потреби міняються або стають нижче за прогнозовані, систему можна демонтувати і встановити у іншому місці, уникнувши при цьому грошових втрат (терміни окупності систем WLL коротші по порівнянню с провідними системами); ефективне використання комутаційних і інших ресурсів мережі завдяки застосуванню багатократного доступу, що концентрує навантаження на стику радіопортів і абонентських терміналів; зниження експлуатаційних витрат, обумовлене високою надійністю і відмовостійкістю системи.

Сучасні системи абонентського радіодоступу забезпечують реалізацію різних пакетів послуг: від послуг традиційної телефонії до повного набору послуг мультисервісних мереж зв'язку по одній лінії зв'язку.

У системах радіодоступу широко використовуються самі різні технології організації множинного доступу, зокрема [4]:

– FDMA (Frequency Division Multiple Access) - множинний доступ з частотним розподілом, при цьому виділений для певної системи спектр ділиться на смуги частот, в яких здійснюється передача каналної інформації від різних абонентів;

– TDMA (Time Division Multiple Access) - множинний доступ з тимчасовим розподілом, при цьому

виділена смуга частот надається для передачі каналної інформації на певний короткий проміжок часу, в наступний проміжок часу здійснюється передача інформації від іншого абонента на цій же частоті;

– CDMA (Code Division Multiple Access) - множинний доступ з кодовим розподілом, повідомлення від абонентів шифруються і передаються одночасно, цей спосіб має певні переваги (наприклад, скритність інформації), але при цьому для передачі потрібно досить широку смугу частот, що може бути недоліком при обмеженості частотного ресурсу, однак в цій смузі можна надати зв'язок набагато більшому числу абонентів і легше будувати мережу.

Системи, що використовують технологію CDMA, мають ряд переваг: висока завадостійка до вузькосмугових завад; ефективна робота приймальних пристроїв в умовах багатопроменевого поширення сигналу; процедура м'якого перемикавання каналів під час переходу абонента з одного стільника в інший; ефективне використання частотного ресурсу; архітектура дозволяє гнучко і ефективно управляти радіоресурсами; досить висока конфіденційність і захищеність від несанкціонованого доступу.

Деякі недоліки: складність устаткування; вузький перелік виробників апаратури; при зростанні числа активних абонентів виникають взаємні завади, погіршуючі умови прийому; необхідність виділення операторам широких ділянок спектру.

У багатьох сучасних системах WLL системах мають місце комбіновані методи доступу, що є поєднанням CDMA з різними методами розширення спектру сигналу або з іншими методами множинного доступу до мережі [5].

Одне з важливих понять, що визначають завадостійкість і ефективність системи CDMA - «база сигналу» (термін processing gain) - це показник, який характеризує вигоду у відношенні «сигнал/шум» при обробці сигналів з розширеним спектром. Для систем DS-CDMA, в яких передача інформації здійснюється з використанням псевдовипадкових кодових послідовностей з чіповою швидкістю R_c , база сигналу обчислюється у вигляді $B = R_c/R$, де R - швидкість передачі інформації. Частіше величина бази сигналу (B) обчислюється як добуток ширини спектру (F) на тривалість елементарного символу T . Для широкосмугових сигналів база значно перевищує 1 ($B \gg 1$). Очевидно, що чим ширша смуга частот в ефірі і нижче швидкість вхідного сигналу, тим більша база сигналу і вище завадостійкість.

Висновки

Розглянуті принципи і особливості побудови САРД, сформульовані їх переваги і недоліки, проведені класифікація, аналіз їх складу і основних характеристик. Відзначається, що в системах радіодоступу широко використовуються різні технології організації множинного доступу, зокрема, FDMA, TDMA, CDMA.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Janevski, T. QoS for Fixed and Mobile Ultra-Broadband / T. Janevski. - John Wiley & Sons Ltd, 2019. - 326 p.
2. Шувалов, В. П. Обеспечение показателей надежности телекоммуникационных систем и сетей / В. П. Шувалов, М. М. Егунов, Е. А. Минина. - М. : Горячая линия -Телеком, 2015. - 168 с.
3. Нетес, В. А. Основы теории надежности : учебное пособие для вузов / В. А. Нетес. - М. : Горячая Линия - Телеком, 2019. - 102 с.
4. Бабкин, В. А. Методы оценки качества передачи данных в пакетных сетях связи / В. А. Бабкин, Е. П. Строганова // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. - 2019. - №11. - С. 25-31.
5. Олифер, В. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: учебник для вузов / В. Олифер, Н. Олифер. - 5-е изд. - СПб. : Питер, 2016. - 992 с.

Стальченко Олександр Володимирович — доцент кафедри ТКСТБ, Вінницький національний технічний університет

Варгатюк Ганна Леонідівна — аспірант групи АС-20, кафедра ТКСТБ, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: annaantonuik@gmail.com

Мирончак Вадим Михайлович — студент групи ТКС – 20 м, кафедра ТКСТБ, Вінницький національний технічний університет

Stalchenko Oleksandr V. - Associate Professor of TCSTB, Vinnytsia National Technical University e-mail: magicphenix@gmail.com

Varhatiuk Hanna L. — Department of Telecommunication systems and television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : annaantonuik@gmail.com

Mironchak Vadim M. - student of TKS group - 20 m, Vinnytsia National Technical University