

УДК 629.395.6

В.П. Богдан

ТЕХНОЛОГІЇ ПОБУДОВИ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ. СТАНДАРТ DECT

Стаття описує одну з перших систем безпроводового зв'язку і передачі даних.

Ключові слова: передача даних, безпроводовий зв'язок, стільниковий зв'язок, базова станція, несівна частота.

Статья описывает одну из первых систем беспроводной связи и передачи данных.

Ключевые слова: передача данных, беспроводная связь, сотовая связь, базовая станция, несущая частота.

The article describes one of the first systems of wireless communication and data.

Keywords: data transmission, wireless communication, mobile telephony, the base station, load carrying frequency.

Стандарт мікростільникових мереж безпроводового телефонного зв'язку був запропонований у 1992 році Європейським інститутом телекомунікаційних стандартів (ETSI). За задумом розробників стандарт повинен був забезпечити формування цифрових каналів зв'язку, еквівалентних КТЧ (канал тональної частоти 0,3-3,4 кГц). Саме тому не застосовувалися спеціалізовані перетворювачі сигналів (вокодери), а використовувалося універсальне перетворення – адаптивна диференціальна імпульсно-кодова модуляція (АДІКМ) з об'ємом цифрового представлення 32 кбіт/с.

Таке рішення виявилось дуже привабливим для розробників, оскільки дозволяло забезпечувати, крім мобільного телефонного зв'язку, ще й швидку передачу даних. Тому в 1993 р. кілька корпорацій телекомунікаційної індустрії представили перші системи безпроводового зв'язку і передачі даних на основі цього стандарту, який отримав назву Digital European Cordless Telecommunications (DECT).

Незабаром до цієї групи приєдналися провідні європейські виробники телекомунікаційного обладнання (Alcatel, Nokia, Philips), вони презентували свою апаратуру стандарту DECT. У результаті стандарт став використовуватися для передачі даних.

На цей час основними областями застосування стандарту DECT стали системи мікростільникового зв'язку для бізнесу (безпроводові установські АТС для середніх і великих організацій, розподілених виробництв, заводів тощо), пристрої абонентського доступу до телекомунікаційної мережі загального користування як альтернатива стандартному проводовому підключенню (Wireless Local Loop, WLL), одностільникові радіотелефони та радіомікрофони, радіо АТС для будівель і малих офісів.

Стандарт базується на цифровій радіопередачі даних між БС (базова станція) і АТ (абонентський термінал), організований по стільниковому принципу (рис. 1). На рисунку показані три стільники, в кожному працює по одній БС і є ряд АТ, частина з яких фіксованої служби (АТФС), а частина – рухомої (АТРС). БС з'єднані з мережевим контролером, який, у свою чергу, має вихід на магістральну мережу зв'язку.

Стандарт DECT передбачає на фіксованих станціях мереж використання рознесених антен, що і визначає схематичне зображення антен цих станцій на рисунку 1. Окрім перерахованих елементів, в одному стільнику показано репітер, який є ретранслятором радіосигналу та працює без перетворення частоти (вхідні і вихідні частоти збігаються) і має 4 антени: 2 прийомні і 2 передавальні. Репітер використовується для підтримки зв'язку з тією частиною території стільника, яка виявилася “закритою зоною” (далі – ЗЗ), тобто відрізняється з певних причин істотно зниженим рівнем радіосигналів.

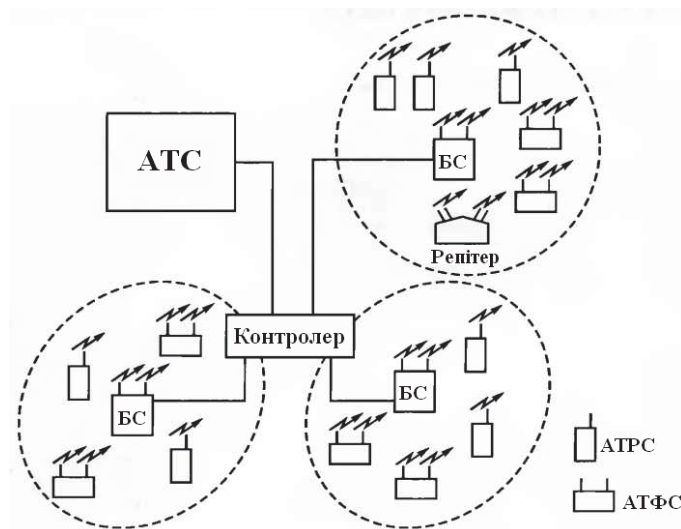


Рис. 1. Структура мережі DECT

Приймальні (передаючі) антени репітера направляються: одна – на ЗЗ, інша – на БС. При цьому сигнал, що приймається від БС, після підсилення репітером подається на антену, яка передає, спрямовану на ЗЗ, і, навпаки, сигнал, що приймається з ЗЗ, передається на БС. Репітер ефективний тільки тоді, коли вдається розташувати його так, щоб напрям з нього на БС і ЗЗ були досить далеко рознесені по куту, і одночасно була б пряма видимість з репітера на БС і на ЗЗ.

Одна з важливих характеристик мереж DECT – розмір стільника. Розрізняють пікостільникові (радіус стільника менше 100 м), мікростільникові (радіус менше 500 м) та розширені (радіус менше 1–1,5 км) варіанти. При цьому стільники, як правило, сегментуються, і зони зазначеного радіусу розбиваються ще на кілька (до шести) стільників.

При організації мереж DECT (як і в мережах GSM) використовується метод множинного доступу, що становить комбінацію частотного і часового

розподілу. Для реалізації DECT-систем дозволений діапазон 1880-1900 МГц. Стандарт передбачає використання смуги 20 МГц, в межах якої створюються 10 розподілених за частотою каналів з смугою пропускання каналу порядку 1,728 МГц.

У кожній такій смузі сигнали різних каналів передаються на одній несучій частоті з часовим ущільненням. Крім того, на кожній станції застосовується часовий дуплекс (ТДП). У результаті на кожній несучій частоті половину часу займає передача від БС, а половину – від АТ. Швидкість передачі інформації в кожному каналі становить 32 кбіт/с, а з урахуванням службової інформації і захисних інтервалів – 48 кбіт/с. Стандарт дозволяє об'єднувати декілька каналів, переданих на спільній несучій частоті, в один, але з відповідно збільшеною швидкістю передачі інформації.

Сегментована конфігурація стільників передбачає розміщення БС в загальній точці всіх сегментів цього стільника (рис. 2). БС має кілька комплектів приймально-передавального обладнання, включаючи антени з діаграмами спрямованості, це забезпечує обслуговування в основному тільки одного із сегментів.

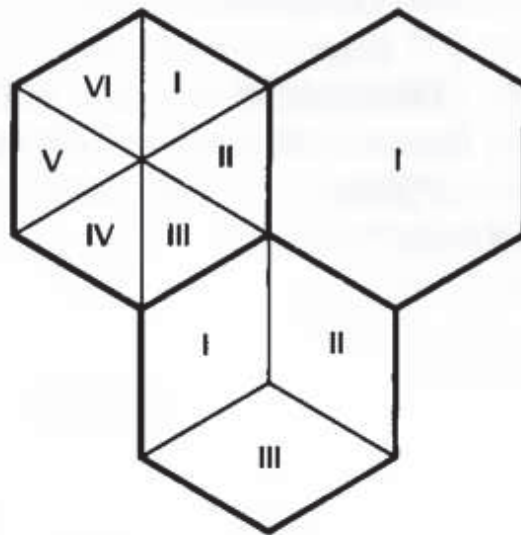


Рис. 2 Сегментована конфігурація стільників

Мережа DECT базується на комутації каналів, проте централізоване надання каналів зв'язку не передбачено. Займання каналу здійснюється АТ автономно, незалежно від того, ініціалізується зв'язок зі сторони АТ чи БС. Також АТ ініціалізує перехід від однієї БС до роботи з іншою (хендовер), який може знадобитися під час сеансу зв'язку з переміщенням АТ або погіршенням умов зв'язку. У цьому випадку вибір іншого каналу для організації дуплексного зв'язку залишається за АТ. У системі не проводиться частотне планування. Кожному АТ доступні всі канали зв'язку системи як на початку сеансу, так і під час його здійснення. Кожен раз АТ вибирає канал з найкращими характеристиками до прийому і передачі. Комплекс процедур, які забезпечують такий вибір каналів, називається динамічним вибором каналу.

Еталонна семирівнева модель взаємодії відкритих DECT-мереж має деякі особливості. Оскільки технологія DECT призначена в основному для організації

абонентського доступу, тобто для створення каналів зв'язку між абонентами, в еталонну модель DECT включено лише невелике число функцій прикладного рівня, в тому числі шифрування. Підрівень MAC відповідає за процедури, повідомлення, протоколи, які забезпечують управління радіоресурсами, тобто за встановлення, підтримку і розрив з'єднань, динамічний вибір каналів, хендовер, контроль якості та ін.

До функцій підрівня LLS входить корекція помилок, які можуть з'явитися на мережевому рівні в каналах передачі даних. Стек протоколів каналного рівня і розташованого над ним мережевого поділяється на дві паралельні площини управління (С-площина) і передачі абонентського трафіку (U-площина). У системі DECT на мережевий рівень покладені всі функції, пов'язані з сигналізацією, управлінням викликами, підтриманням мобільності. Але вони реалізуються лише в С-площині – абонентські дані в U-площині не обробляються, тобто в цій площині мережевий рівень відсутній. Це означає, що DECT-мережі легко інтегруються з іншими системами, а способи їх взаємозв'язку можуть бути різними.

Управління взаємодією трьох нижніх рівнів еталонної моделі DECT покладене на так зване середовище управління нижніми рівнями (Lower Layer Management Entity, LLME). У цьому середовищі реалізуються процедури генерації з'єднання і роз'єднання фізичних каналів, відбору придатних для зв'язку фізичних каналів, а також оцінюється якість прийнятих сигналів.

На фізичному рівні виконуються функції організації зв'язку по радіоканалах, тобто модуляція/демодуляція сигналів, управління зміною несучої частоти, розподіл інтервалів доступу, управління потужністю передавача, встановлення синхронізації. При цьому забезпечується децентралізоване використання доступного загального зв'язкового ресурсу, що дозволяє уникнути конфліктів при захопленні каналу і мінімізувати перешкоди.

Ємність систем DECT (показник, що враховує напруженість абонентського трафіка, ширину використовуваного частотного діапазону і площу покриття – Ерланг/МГц/кв.км) вища ніж у інших цифрових систем мобільного зв'язку та становить $V=500$ Ерланг/МГц/кв.км (для порівняння: для GSM-900 – $V=10$, а для GSM-1800 – $V=100$). Теоретично одна базова станція DECT може одночасно надавати 120 каналів для безпроводових абонентів. Тому обладнання DECT підходить для організації мобільного зв'язку там, де на невеликій площі зосереджено багато абонентів. Підключення абонентів до мереж зв'язку за допомогою обладнання DECT може виявитися принаймні в цих випадках економічно значно ефективніше стандартного стільникового рішення.

Основні сфери застосування стандарту DECT – це системи мікростільникового зв'язку для бізнесу (безпроводові установські АТС для середніх і великих організацій, розподілених виробництв, заводів тощо), пристрої абонентського доступу до телекомунікаційної мережі загального користування як альтернатива стандартному проводовому підключенню (Wireless Local Loop), одностільникові радіо-телефони/радіо АТС для будівель та малих офісів.

При впровадженні систем DECT можна розглядати три основних сценарії:

- “накладання” системи DECT на наявну систему проводового зв'язку;
- повна заміна системи зв'язку на нову, що включає мережу DECT як підсистему;
- послідовна модернізація.

Сценарій “накладання” може виявитися найдешевшим, але при цьому майже завжди стає недоступною функціональність наявної проводової мережі: можливість перегляду будь-якого номера абонента, переадресація на деякі номери абонентів мережі DECT не може бути реалізована. Все залежить від глибини інтеграції системи DECT в наявну мережу зв’язку.

Повна заміна системи зв’язку на нову – відмінний варіант, однак він повинен бути економічно виправданий, особливо при значних розмірах мережі.

Послідовна модернізація наявної системи, можливо, найбільш сприятливий шлях. Встановлюючи нові версії програмного забезпечення, під управлінням якого працюють комутаційні сервери, час від часу проводячи апаратний апгрейд, а також замінюючи елементи мережі зв’язку, можна крок за кроком підвищувати її функціональність.

До очевидних переваг модернізації можна віднести етапи введення системи DECT в експлуатацію, її масштабованість при збереженні наявної інфраструктури зв’язку.

Витрати на навчання обслуговуючого персоналу мінімізуються, так як ядро системи не змінюється. Кінцеві користувачі, тобто абоненти, швидко адаптуються до нової системи.

Таким чином, майбутнє систем DECT для корпоративного користувача – це відкриті конвергентні системи, що дозволяють комбінувати обладнання різних виробників, максимально наближаючи конкретну реалізацію кожного елемента мережі до умов та бізнес-процесів замовника.

Переваги та недоліки.

1. Якість проводової лінії зв’язку – 32 кбіт/с ADPCM.
2. Можливість створення різноманітних систем на основі DECT:
 - домашні безпроводові багатотермінальні системи, які також підходять для малого офісу;
 - мікростільникові безпроводові корпоративні системи (офісні та відомчі АТС з радіодоступом);
 - мікростільникові системи загального користування (СЗК);
 - системи фіксованого радіодоступу (WLL) та ін.
3. Співіснування різних DECT-систем, які не координуються, в загальному частотному діапазоні без необхідності частотного планування.
4. Сумісність обладнання різних виробників (при наявності GAP).
5. Забезпечення переходу з стільника в стільник без розриву з’єднання (хендовер).
6. Можливість обслуговування однієї трубки в різних мережах (приватних та загального користування).
7. Забезпечення великого трафіку – до 10 000 Ерл/км².
8. Сумісність з іншими радіосистемами.
9. Відсутній канал управління – стійкість до радіоперешкод.
10. Низький рівень випромінювання – безпека для здоров’я.
11. Дальність виносу БС від контролера від 1 до 5 км (залежно від типу обладнання) дозволяє створювати мікростільникові мережі масштабу середньо-європейського міста.

До недоліків DECT можна віднести низьку швидкість передачі даних (порівняно з Wi-Fi дуже низьку).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Шахнович И.В.* Современные технологии беспроводной связи / И.В. Шахнович. – М. : Техносфера, 2006. – 288 с.
2. *Денисьева О.М.* Средства связи для “последней мили” / О.М. Денисьева, Д.Г. Мирошников. – М. : Эко-Тренд, 2000.
3. *Немировский М.С.* Беспроводные технологии от последней мили до последнего дюйма : учебное пособие / М.С. Немировский, О.А. Шорин, А.И. Бабин, А.Л. Сартаков ; под ред. М.С. Немировского, О.А. Шорина. – М. : Эко-Трендз, 2010. – 400 с.

Отримано 18.03.2015.

Рецензент Марченко О.С., кандидат технічних наук