

перетворення Фур'є.

Висновки

Таким чином, розроблений метод дає змогу на базі алгоритму адаптивної фільтрації здійснити ідентифікацію радіолокаційних цілей з використанням швидкого та зручного методу найменших квадратів, який достатньо легко може бути практично реалізованим. Такий же алгоритм може бути використаним при розв'язанні зворотної задачі – відтворення форми зондуємого сигналу після відбиття від об'єктів зі складною геометричною формою поверхні, при здійсненні міжперіодної та міжголядової обробки ехо-сигналів.

Література

1. Уидроу Б. Адаптивная обработка сигналов / Б. Уидроу, С. Сеирнз; [пер. с англ.]. – М.: Радио и связь, 1989. – 440 с.
2. Чесановський І. І. Обробка радіолокаційних сигналів з урахуванням внутрішньоімпульсних фазочастотних нестабільностей / О. М. Шинкарук, І. І. Чесановський // Зб. наук. пр. Військ. ін-ту Київського нац. ун-ту ім. Тараса Шевченка – К.: ВІКНУ, 2009 – Вип. № 17. – С. 89– 92.
3. Чесановський І. І. Трансформування функції невизначеності радіосигналів з урахуванням внутрішньоімпульсної фазочастотної нестабільності / І. І. Чесановський // Зб. наук. пр. Нац. акад. Держ. прикордон. служби України ім. Б. Хмельницького. – Хмельницький: НАДПСУ, 2009. – № 50. – С. 58– 62.
4. Справочник по радиолокации / [под ред. М.Скольника]. – М.: Сов. радио, 1976. – 456 с.

Надійшла 8.9.2010 р.

УДК 631.521

О.В. КОСТРИБА, І.В. ТРОЦИШИН
Хмельницький національний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ КОНВЕРГЕНЦІЇ СУЧАСНИХ ТЕЛЕФОННИХ МЕРЕЖ ТА СИСТЕМ БЕЗДРОТОВОГО ДОСТУПУ

Стаття присвячена детальному розгляду історії та хронології розвитку систем бездротового доступу до телефонних мереж від примітивних аналогових систем до сучасних типу DECT. Детально розглянуто особливості та технічні характеристики цифрових систем на прикладі ринку телефонних послуг у Європі.

Article is devoted to detailed consideration of the history and chronology of the development of systems to wireless telephone systems from primitive to modern analog systems such as DECT considered in detail the features and specifications of digital systems on the example of telephone services market in Europe

Ключові слова: телефонний зв'язок, доступ, цифрові системи, DECT.

Вступ

Одним з напрямків розвитку телекомунікацій могло б стати освоєння нових технологій в області внутрішньо закладного (офісного) зв'язку, що широко застосовуються у світовій практиці. Наприклад, таких як використання зарубіжних розробок провідних фірм-виробників радіотехнічного обладнання (Panasonic, Siemens, Alcatel, Lucent, Samsung та ін) в області бездротового зв'язку на основі стандарту цифрового радіодоступу DECT. Застосування даних технологічних розробок дозволило б середнім і малим підприємствам зміцнити своє становище на ринку і додатково залучити нових клієнтів.

Актуальність представленої роботи визначила наявність у потенційних клієнтів бажання отримати якісний внутрішній зв'язок в орендованих приміщеннях, будинках між керівництвом підприємства і персоналом, можливість оперативного контакту з працівниками, які в силу своїх функціональних обов'язків переміщалися в межах виділеного підприємству приміщення, а також двосторонній зв'язок між співробітниками підприємства з можливістю виходу на міську телефонну лінію.

В якості додаткових умов замовниками висувалися вимоги щодо здійснення телефонізації фірми без трудомісткого і дорогого монтажу (найчастіше неможливого за умовами короткострокової оренди) і можливості оперативного перенесення обладнання на інші площі.

Вищезазначеним вимогам задовольняло обладнання міні-АТС на основі стандарту цифрового радіодоступу DECT [1], що дуже ефективно використовує смугу радіочастот та вирішує завдання щодо забезпечення стійкого високоякісного бездротового зв'язку, захищеного від несанкціонованого доступу зв'язку для дому, офісу та приватних локальних комерційних зон (торгових центрів, банків, бірж та ін.). Стандарт DECT підтримує мовний і факсимільний зв'язок, а також передачу даних. Крім того, він розроблений з урахуванням сучасних телекомунікаційних тенденцій, таких як конвергенція фіксованих і мобільних мереж, інтеграція мовного зв'язку і передачі даних, мультимедійні послуги та одночасний сервіс від декількох операторів. DECT зміцнив свої позиції як глобальний стандарт бездротового доступу – він прийнятий більш ніж в 100 країнах світу.

Разом з тим, маючи значний досвід у наданні послуг з розробки і монтажу аналогових відомчих

АТС керівництву фірми потрібно достатнє економічне обґрунтування економічної доцільності застосування нової технології. Незважаючи на очевидні технологічні переваги існувала думка в економічній непривабливості подібної пропозиції. У зв'язку з досить високою вартістю обладнання стандарту DECT розглядалося припущення про значне перевищення вартості аналогічних за суттю проектів розроблених на базі нової технології над існуючими.

На світовому ринку була достатня кількість пропозицій апаратури, що працює на зазначеному стандарті. Усі найбільш великі закордонні радіотехнічні компанії пропонували значний спектр обладнання, починаючи від кінцевих приймально-передавальних пристроїв (радіотрубок) до великих централізованих АТС, які забезпечують комутацію сотень каналів зв'язку. Вартість запропонованих (найчастіше аналогічних за використання) пристроїв також значно розрізнялася.

Наслідком вищесказаного стала додаткова проблема вибору виробника устаткування, яке найбільш відповідає пропонованим замовниками вимогам і забезпечує прийнятну, конкурентоспроможну ціну.

Враховуючи відсутність вітчизняних аналогів даної продукції потрібно визначити закордонних виробників виходячи з представлених на ринку пропозицій.

Завдання даної роботи:

- розглянути типи бездротових систем зв'язку, що використовуються у світовій практиці;
- визначити переваги стандарту DECT при розробці відомчих систем зв'язку;
- проаналізувати комерційні пропозиції світових виробників бездротових міні-АТС на основі DECT і визначити найбільш ймовірного постачальника зазначеного обладнання;
- на основі аналізу раніше отриманого підприємством прибутку від телефонізації офісу за допомогою аналогової міні-АТС розрахувати очікуваний прибуток аналогічного проекту при використанні обладнання бездротового зв'язку DECT фірми «Eline».

Об'єкт дослідження – технікоеконімічний ефект від діяльності на ринку надання послуг з телефонізації офісів за допомогою установки міні-АТС.

У даній роботі розглянуто основи стандарту DECT, розміщені в мережі ІНТЕРНЕТ пропозиції світових виробників комунікаційного обладнання для побудови мереж зв'язку на основі даного стандарту, проведено вивчення діяльності при наданні послуг з монтажу аналогових АТС.

Значна частина матеріалу отримана за допомогою вивчення ІНТЕРНЕТ-сайтів [1–9], що містять відомості з телекомунікаційного обладнання стандарту DECT, а також відображають комерційні пропозиції провідних світових виробників міні-АТС.

1. Світовий досвід розробки бездротових систем зв'язку

1.1 Типи бездротових систем зв'язку, що використовуються у світовій практиці

З метою докладного розкриття використовуваних в представленій роботі понять і сутності досліджуваних процесів і технологій розглянемо деякі теоретичні аспекти розробки бездротових систем зв'язку, а також ринкові пропозиції провідних світових виробників радіотехнічного обладнання. Більше 125 років пройшло з того моменту, коли Елайша Грей і Олександр Белл незалежно один від одного, але в один і той же день 14 лютого 1876 року, запропонували два різних варіанти пристрою для передачі сигналів людського голосу по проводах, нині відомого нам як телефон [1]. Надана можливість живого спілкування людей на відстані призвела до дуже швидкого визнання корисності цього винаходу, але для широкого розповсюдження такого виду зв'язку був потрібний ще один елемент – телефонний комутатор. Адже саме він забезпечує з'єднання будь-яких двох абонентів телефонної мережі один з одним. І відповідь на цю потребу була блискавичною: всього через півтора року у 1878 р., в Нью-Хейвені (США) вже почала працювати перша телефонна станція. У нашій країні перші міські телефонні станції з'явилися трохи пізніше – в 1882 р., але зате одразу в чотирьох містах: Санкт-Петербурзі, Москві, Одесі і Ризі, і почалася ера телефону.

Повсюдний розвиток телефонного зв'язку дуже швидко виявив доцільність створення та використання як великих (міських) АТС для телефонних мереж загального користування, ємності яких обчислюються тисячами номерів, так і невеликих місцевих (виробничих) телефонних станцій, що обслуговують лише кілька десятків або сотень абонентів.

У нашій країні різні установчі АТС використовувалися теж уже досить давно, проте їх широке розповсюдження у нас почалося тільки близько 10 років тому. А сприяння цьому з'явилося завдяки перебудові величезної кількості невеликих компаній, які стали більше орієнтовані на роботу зі споживачами, ніж вся служба побуту, що колись існувала в СРСР. А «контактувати» з клієнтами без зв'язку – звичайно неможливо.

Дуже до речі опинилися тут і успіхи мікроелектроніки, які дозволили до цього часу суттєво зменшити розміри «малих» АТС і зробити їх здатними тривало і надійно працювати, практично, без будь-якого обслуговування.

Перетворившись на невеликі настінні «скриньки», що живляться від звичайної побутової електромережі і потребують для їх повсякденної експлуатації не більше спеціальних знань, ніж це необхідно для використання телевізора, такі АТС змогли прийти навіть в самі невеликі компанії і допомогти вирішити проблему нестачі телефонних номерів.

Взагалі ж різновидів офісних АТС дуже багато і класифікувати їх можна за різними параметрами. Так, наприклад, залежно від ємності всі станції можна умовно розділити на три класи – малі (зазвичай,

обслуговують до 32 абонентів), середні (до 200 абонентів) та великі, орієнтовані на обслуговування до тисяч абонентів. АТС останнього класу, як правило, відносяться до категорії відомчих (ВАТС). Їх принциповою особливістю є те, що вони з'єднуються з міськими АТС по спеціальних каналах міжстанційного обміну. Станції ж малого і середнього розміру найчастіше використовують для з'єднання з міською мережею звичайні абонентські телефонні лінії і тому відносяться до розряду міні-АТС. Таким чином, УАТС здатні дати кожному абоненту окремих міський номер, а міні-АТС забезпечують спільне використання наявних міських номерів усіма її користувачами.

За типом використовуваної комутації всі існуючі АТС діляться на аналогові, цифрові та гібридні. Аналогові АТС роблять обробку всіх сигналів в аналоговій формі, а цифрові, відповідно, мають справу тільки з цифровими сигналами і, по суті, являють собою спеціалізований комп'ютер.

Гібридні АТС, найбільш поширені зараз на нашому ринку, займають проміжний рівень: комутація сигналів в них проводиться в аналоговій формі, але під управлінням цифрового процесора. Хлинувши до нас на початку 90-х років потік зарубіжних міні-АТС виявився настільки повноводним, що зараз вже дуже складно перерахувати не тільки всі моделі, але навіть і всі фірми-виробники, чия техніка поставлялася в нашу країну. Проте, відкидаючи вироби маловідомих компаній, продукція яких потрапляла до нас епізодично (а нерідко і з різних «сірих» каналів), всіх інших виробників можна розділити на дві групи. У першу – входять компанії з категорії brand-name: «Alcatel», «Ericsson», «Avaya Communications» (колишній «Lucent Technologies»), «NEC Corp.», «Nortel Networks», «Siemens» та ін. Як правило, їхня техніка – це середні і великі АТС високої якості, але й за досить високою ціною.

Другу групу складають компанії, що намагаються випускати продукцію під суперечливим гаслом: «дешево і якісно». Наскільки це їм вдається – судити користувачам, але обсяг пропозицій таких виробів на нашому ринку офісних АТС найбільший. А домінує тут продукція компаній «Panasonic», «LG», «Samsung, Eline».

Стандарти бездротових міні-АТС

На сьогоднішній день бездротові телефони складають близько 40% ринку продажів всіх типів телефонних апаратів. Більшість продажів доводиться на різні моделі «Panasonic» [2]. В Україні дозволені до вільного продажу, без отримання спеціального дозволу Радіочастотнагляду, бездротові телефони трьох частотних діапазонів: 30–39 МГц, 901–914 МГц, 1800 МГц; телефони працюють в інших частотних діапазонах не можуть мати сертифікат Мінзв'язку і заборонені до використання на території країни [1].

Радіотелефони з частотним діапазоном 30–40 МГц

Радіотелефони з частотним діапазоном 30–40 МГц зберігають працездатність в приміщеннях при віддаленні трубки від бази до 50 метрів, до 300 метрів, на відкритій місцевості. Вони дешеві, але в телефонів цього діапазону чимало недоліків. Їм властивий високий рівень перешкод, оскільки у використовуваному ними діапазоні працює вся побутова техніка. А значить, на них легко навести перешкоди, і що важливо - вони самі є їх джерелами. Тому, при купівлі даного типу апаратів слід зупинити свій вибір на сертифікованих моделях. Приклад: модель фірми «Panasonic» KX-TC1070RUB з можливістю підключення декількох трубок (рис. 1).



Рис. 1. Модель KX-TC1070RUB з можливістю підключення декількох трубок

Радіотелефони з частотним діапазоном 900 МГц

Радіотелефони з частотним діапазоном 900 МГц відрізняються від 30–40 МГц апаратів більш широким радіусом дії і кращою перешкодозахищеності. Але, як і всі аналогові бездротові телефони, вони слабо захищені від прослуховувань, несанкціонованих підключень. І якщо проблему незаконних підключень вдалося вирішити впровадженням системи кодів безпеки (*id*-коди ідентифікації), то проблема прослуховування телефону по радіоканалу залишається відкритою. Наприклад, в Інтернеті можна зустріти описи сканерів – широкосмугових приймачів, що дозволяють приймати сигнал в розширеному діапазоні. Належним чином цей захист забезпечують лише цифрові радіотелефони. Поки ж багатьом виробникам середньочастотний діапазон здається вельми перспективним.

Приклад: LG GT9770 (рис. 2).



Рис. 2. Модель LG GT9770

Представлена модель підтримує мультизв'язок до трьох трубок [5]. В частотному діапазоні 900 МГц працюють також системи зв'язку побудовані на стандарті GSM-900.

У відповідності з рекомендацією СЕРТ 1980 р., що стосується використання спектру частот рухомого зв'язку в діапазоні частот 862–960 МГц, стандарт GSM на цифрову загальноєвропейську (глобальну) стільникову систему наземного рухомого зв'язку передбачає роботу передавачів у двох діапазонах частот: 890-915 МГц (для передавачів рухливих станцій – MS), 935–960 МГц (для передавачів базових станцій – BTS). Система зв'язку, що діє в стандарті GSM, розрахована на її використання в різних сферах. Вона надає користувачам широкий діапазон послуг і можливість застосовувати різноманітне обладнання для передачі мовних повідомлень і даних, викличних та аварійних сигналів; підключатися до телефонних мереж загального користування (PSTN), мереж передачі даних (PDN) і цифрових мережах з інтеграцією служб (ISDN). Основні характеристики стандарту GSM наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Основні характеристики стандарту GSM

Частоти передачі рухомої станції прийому базової станції, МГц	890–915
Частоти прийому рухомої станції та передачі базової станції, МГц	935–960
Максимальна кількість каналів зв'язку	124
Максимальна кількість каналів, організованих в базовій станції	16–20
Максимальний радіус стільника, км	до 35

GSM-1800 (DCS-1800)

Модифікація стандарту GSM-900 порівняно молода і ще не набула широкого розвитку в світі. Цифровий стандарт, діапазон частот 1710 – 1880 МГц

Відмінності GSM-1800 від GSM-900. Фактично – тільки робочими частотами. Наданий сервіс залежить більше від оператора, ніж від діапазону. Проте тут є ряд цікавих моментів:

- із-за більш високої частоти зменшується максимально можливий радіус стільника, а точніше – максимальне видалення абонента від базової станції. Для GSM-900 ця відстань дорівнює 35 км. Для GSM-1800 – близько 10 км на частотах 1800-2000 МГц радіохвилі мають дещо інші проникаючі властивості;
- різкий плюс – куди більший частотний ресурс, тому що цей частотний діапазон не встигли свого часу захопити «компетентні» органи. Крім цього в діапазонах 1800 і 1900 частотне планування виконується гнучкіше в силу більшого числа каналів і меншого радіуса сот.

Максимальна випромінювальна потужність мобільних телефонів стандарту GSM-1800 – 1 Вт, для порівняння у GSM-900 – 2 Вт. Більший час безперервної роботи без підзарядки акумулятора і зниження рівня радіовипромінювання. Високий захист від підслуховування і нелегального використання номера.

В якості прикладу розглянемо міні-АТС побудовану на стандарті GSM фірмою «ECOTEL»:

Сфера застосування: малі офіси / домашні офіси;

- Компанії з високими витратами на мобільний зв'язок.
- Аналогова GSM модель призначена для зниження витрат на послуги зв'язку при з'єднанні абонентів фіксованих і мобільних GSM (900/1800) мереж і служить (залежно від моделі) основою для широкого спектру варіантів застосування.

ECOTEL GSM надає різні можливості: від використання без доступу до фіксованої телефонної мережі до сполук через АТС.

У кожному з випадків ECOTEL GSM пропонує найбільш економічне з'єднання телефону або факсу до GSM мережам.

ECOTEL GSM з модулем TC 35 підключається до міні АТС або аналогової телефонної лінії і мобільної мережі GSM 900/1800.

Базова модель цієї серії - ECOTEL GSM3.

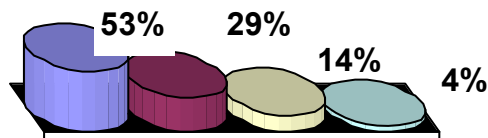
Версії ECOTEL GSM3 L і ECOTEL GSM3 P-моделі без голосових повідомлень і тільки для одного підключення до лінії (L) або до телефону (P).

Системи бездротового зв'язку, що використовують частоту 1800 МГц, представляють собою базовий блок і радіотрубки (1–8 штук). У цьому стандарті реалізована не тільки можливість виходу на міську лінію з кожної трубки та пересилання виклику з трубки на трубку, але і повноцінний телефонний зв'язок між трубками, не займаючи міську лінію. Таким чином, цей стандарт дозволяє організувати ефективні локальні мережі радіозв'язку з радіусом дії 100–200 метрів.

Разом з тим, слід зазначити, що системи внутрішнього зв'язку засновані на стандарті GSM не отримали широкого поширення через високу вартість необхідного для їх розгортання обладнання.

Частка аналогових пристроїв на ринку бездротових міні-АТС також швидко скорочується.

Застарілі аналогові телефони витісняє цифровий стандарт DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunications). В даний час частка DECT-телефонів становить 53% (рис.3) у секторі бездротових телефонів у Європі, а в Німеччині ця цифра вже перевищила 80% [9].



Рынок беспроводных мини-АТС в Европе

- Цифрові апарати DECT
- Аналогові апарати 900 МГц
- Аналогові апарати 1800 МГц
- Інші

Рис. 3. Ринок бездротових телефонів у Європі

1.2 Переваги стандарту DECT при розробці відомчих систем зв'язку

У 1985 році CEPT (Conference of European Posts and Telegraphs) запропонувала перший стандарт СТ1 на систему бездротових телефонів у смузі частот 900 МГц з 40 дуплексними каналами з частотним поділом [2]. Низька якість зв'язку та відсутність секретності передачі мовних повідомлень стали підставою до розробки систем цифрових бездротових телефонів. Новий стандарт, що одержав позначення СТ2, був розроблений у Великобританії, забезпечував конфіденційність переговорів і краще, ніж СТ1, якість прийому мовних повідомлень. У стандарті СТ2 застосовується діапазон частот 864–868 МГц і організація двостороння з тимчасовим поділом каналів. Стандарт СТ2 був прийнятий за основу при створенні систем Telepoint, призначених для загального доступу абонентів через радіопорти, встановлені в місті, до телефонної мережі загального користування. Протокол радіоінтерфейсу СТ2 був прийнятий ETSI (European Telecommunication Standart Institute) і отримав позначення ETS-300 131.

У 1992 році ETSI прийняв стандарт ETS-300 175 на загальноєвропейську систему бездротових телефонів DECT, призначену для передачі мовних повідомлень в діапазоні частот 1880–1900 МГц.

У США компанією «Belco» розроблена система бездротового зв'язку загального доступу PACS для ділянок діапазонів частот, виділених FCC (Federal Communication Commission) для мереж персонального зв'язку: 1850–1910 МГц і 1930–1990 МГц. За своїм функціональним призначенням PACS є близьким аналогом DECT, але орієнтована на використання в рамках прийнятого в США розподілу спектру частот і концепції розвитку персонального зв'язку, що відрізняються від європейських.

Система бездротового зв'язку, заснована на використанні портативних телефонів, що отримала назву PHS, розроблена й успішно впроваджується в Японії. PHS забезпечує двосторонній бездротовий зв'язок в рамках мікросітільникової архітектури мережі. Радіоінтерфейс PHS заснований на часовому поділі каналів і часовому дуплексному поділі режимів прийому та передачі. Робочий діапазон частот 1895–1918 МГц.

Опис стандарту DECT

Стандарт DECT описує технологію радіодоступу для передачі інформації виключно у цифровому вигляді на відстані від 5 м до 10 км. Основна характеристика цієї технології вища, в порівнянні зі звичайними системами стільникового зв'язку, щільність телефонної ємності в радіусі малого радіусу. Це повністю цифровий стандарт, тому він дозволяє надавати всі послуги цифрового зв'язку, включаючи широкосмугові (ISDN). Область застосування DECT – від простого бездротового телефону до системи, що забезпечує різні телефонні послуги в рамках районного телефонного вузла.

Таблиця 2

Технічні характеристики DECT

Робочий спектр	1880–1900 МГц
Кількість частот	10
Рознос частот	1,728 МГц
Метод доступу	TDMA/TDD
Число каналів на одну частоту	12
Тривалість фрейму	10 мс
Метод модуляції	GMSK (BT=0,5)
Стиснення голосу	ADPCM (G.721)
Вихідна потужність	0,01 Вт (середня)

В основі DECT – концепція абсолютної персоналізації зв'язку, яка дозволяє перейти від старого принципу вторинної мережі «телефон кожної сім'ї, квартири, робочого місця» до принципу «телефон кожній людині», що має призвести до корінних змін первинної мережі і, далі, всієї інфраструктури телекомунікацій. DECT, по суті, завершує розвиток систем радіозв'язку другого покоління. У цьому стандарті використовується абсолютна більшість так званих «високих технологій» та аналітичних досягнень телекомунікаційного сервісу, що робить його одним з каменів у фундаменті розвитку систем радіозв'язку третього покоління. Створення систем стільникового рухомого зв'язку (СРЗ) третього покоління здійснюється в рамках міжнародної дослідницької програми RACE. Концепція UMTS (універсальна система рухомого зв'язку) передбачає об'єднання всіх функціональних можливостей існуючих цифрових систем

зв'язку зі стандартизованими послугами рухомого зв'язку (є відомості, що розробка технічних рішень почалася в 1996 р. і мала закінчитися в 1998 р.). Таким чином сформовано мультисистемні телекомунікаційні продукти вторинної мережі.

Під стандартизованими послугами розуміються:

- стільниковий зв'язок в рамках прийнятих стандартів;
- радіодоступ у діапазоні 1800-1900 МГц та його розширення;
- персональний радіовиклик на підставі об'єднаних протоколів;
- міжнародна ССПС (FPLMTS, Future Public Land Mobil Telephone System) з супутниковою підсистемою навігації (введення без супутникової підсистеми в 2000 р., із супутниковою підсистемою – у 2010 р.).

Спочатку виділений під DECT діапазон 1880–1900 МГц забезпечує 10 несучих частот. Друге видання стандарту збільшує смугу до 1937 МГц – під майбутні розширення і для цілей сумісності, коли традиційна область частот недоступна. Розширення до 1910 МГц забезпечить 16, а до 1920 МГц – 22 несучі частоти.

У різних країнах під DECT виділені різні частотні діапазони:

- 1880–1900 МГц – базовий частотний діапазон DECT;
- 1880–1920 МГц – для Європи;
- 1910–1930 МГц – для Латинської Америки;
- 1900–1920 МГц – для основної території Китаю.

Сьогодні, з виробництвом обладнання DECT так чи інакше пов'язані більш 40 фірм. Наприклад, фірма «Kirk» є підрядником «National Semiconductor», а концерн «Debetel» Спеціалізується на OEM-виробництві для «Phillips». На український ринок готові системи поставляють, зокрема, компанії «Ericsson», «Phillips» і «Siemens». Крім того, «Phillips» і «Siemens» активно пропонують електронні компоненти і вузли для складання устаткування, що представляє інтерес для невеликих компаній, що займаються виробництвом подібних систем.

У Європі устаткування DECT в основному використовується в домашніх умовах і в сфері малого бізнесу. DECT продемонстрував свою конкурентоспроможність на ринку недорогих систем і має потенціал для подальшого зменшення вартості. Його основне технічне нововведення – динамічний вибір каналу – виявилось дуже надійним. DECT-системи найбільш ефективні при використанні в офісах і на невеликих промислових підприємствах (з кількістю абонентів до 4–5 тис. на одну установку).

В даний час на етапах розгортання, тестування та комерційної експлуатації знаходиться безліч систем DECT WLL на WRS (Wireless Relay System). Кількість встановлених ліній перевищує 1 млн. (за даними на лютий 2009 р.). Постійно організуються канали зв'язку на відстані, значно перевищують 5 км, при цьому якість зв'язку залишається відмінною. Тенденції зростання ясно вказують на те, що технологія WLL скоро стане, якщо ще не стала, основним додатком DECT.

Використання DECT як системи зв'язку загального користування розвивається не так швидко, тому не є типовим додатком. Однак розгортаються випробувальні системи, а у Фінляндії така мережа діє на комерційній основі. У Європі основний упор робиться на розвиток мереж рухомого зв'язку стандарту GSM (у цю область вкладені значні інвестиції), тому відношення до мереж рухомого зв'язку загального доступу дещо інше, ніж у Японії і Південно-Східної Азії, де активно надається послуга бездротової телефонії для пішого абонента. Однак є відомості про замовлення на розгортання подібних систем, що стимулює швидкий розвиток і швидкий вихід на ринок спеціальних моделей радіотелефонів DECT, орієнтованих на пішого абонента. Роздрібні ціни невеликі (у Німеччині, наприклад, у 2009 р. вартість як базової станції, так і телефонної трубки становила менше 100 дол.).

Переваги обраного стандарту:

- якість дротової лінії зв'язку – 32k ADPCM;
- найвища швидкість передачі даних серед усіх TDMA-стандартів.

Можливість створення різних систем на основі DECT:

- домашні беспровідні багатотрубні системи, які також підходять для малого офісу;
- мікростільникові бездротові корпоративні системи (офісні та установчі АТС з радіодоступом);
- мікростільникової системи загального користування (ВТМ);
- системи фіксованого радіодоступу (WLL) та ін.

Співіснування різних некоординованих DECT-систем в загальному частотному діапазоні без необхідності частотного планування забезпечує обладнання різних виробників (за наявності GAP).

Забезпечення переходу з соти в стільнику без розриву з'єднання (хендовери)

Можливість обслуговування однієї трубки в різних мережах (приватних та загального користування). Забезпечення великого трафіку – до 10,000 Ерл / км.

Сумісність з іншими радіосистемами.

Відсутність каналу управління – стійкість до радіоперешкод.

Низький рівень випромінювання – безпека для здоров'я.

Документально-аналітична база

Під документально-аналітичною базою стандарту розуміється набір розпорядчих, регулюючих та рекомендаційних документів, які, в кінцевому підсумку, і визначають долю стандарту. Документальна база

DECT в якомусь сенсі знаходиться на особливому положенні. DECT представляє собою стандарт, «той, з кінчика пера»; практично всі технічні та аналітичні рішення були втілені «у залізі» вже після його опублікування. Інші стандарти є наборами відпрацьованих в інших системах (як правило, приватних і військових) технічних рішень та аналітичних прийомів, які пройшли влаштовані розробниками стандарту конкурси.

Мета стандартизації DECT визначається загальним спрямуванням стандартизації в рамках міжнародних союзів. Відповідно з цим напрямком «узгоджені стандарти» готуються на загальноєвропейському рівні та їх прийняття супроводжується відмовою від конфліктуючих з ними національних стандартів.

Зокрема, для стандарту DECT отримана юридична та економічна підтримка ЄЕС і СЕРТ (Конференції європейських адміністрацій пошт та електрозв'язку), що полегшує операторам легалізацію прийнятих технічних рішень. Остання організація наказує виділення під DECT смуги частот 1880–1990 МГц відповідно до директиви Ради 91/287/ЄЕС, де визначається, що DECT визнано пріоритетним стандартом і отримує виняткове право користування означеної смугою. Допускається, що в подальшому може виникнути необхідність у виділенні додаткового спектру частот. З цією метою у другому виданні основних DECT-стандартів ETS300 175 і TBR06 визначені частоти для усього діапазону 1880–1937 МГц, які можна буде використовувати в тих країнах, де основні частоти DECT недоступні.

Основні технічні характеристики обладнання повинні відповідати стандарту ETS 300 175, прийнятому Європейським інститутом стандартів зв'язку (ETSI), але з наступними обмеженнями: середня потужність передавачів не повинна перевищувати 10 мВт на канал, коефіцієнт посилення антен повинен бути не більше 3 дБ, радіус зони обслуговування базового блоку не повинен перевищувати 200 м.

Стандартизація DECT також отримала розвиток у ряді технічних звітів, створених виключно для інформаційних цілей. Вони містять короткі огляди та роз'яснення з приводу специфічних програм та послуг DECT. У цих звітах, зокрема, описано багатосистемність і розраховано на роботу з декількома послугами програми DECT, які дають можливість значно підвищувати ефективність сумісного використання діапазону частот різними програмами та операторами. У Технічному звіті ETSI ETR 310 Робочої групи радіозв'язку і передачі мови проекту DECT описані можливості, які надає динамічний вибір каналу одночасно кільком нескординованих користувачам.

Сьогоднішній варіант стандарту повинен забезпечувати (відповідно до рекомендацій Ради 91/288/ЄЕС) зв'язком і радіодоступом передачі даних по локальних мережах домашнього та ділового абонента, а також абонента мережі загального користування. З технічного боку необхідні можливості множинного доступу – поведження з одного терміналу до різних типів систем і послуг (до приватної (PBX), засновницької, однієї або декількох глобальних мереж) – і підтримки внутрішньосистемного роумінгу для телефонних трубок (хендовери). Узагальнено це називається універсальністю доступу та взаємодії і визначено в «Посібнику зі стандартизації DECT ETR 178».

Європейська Комісія розробила проект поправки до директиви 90/388/ЄЕС з питання конкуренції на ринку послуг електрозв'язку. У ньому DECT визначається як серйозна альтернатива провідникового доступу у вторинних мережах PSTN / ISDN за частини уніфікації спектру послуг, пропонувані операторами фіксованих і рухомих мереж; стверджується, що він дозволить перейти на єдину інфраструктуру фіксованих і рухомих послуг зв'язку.

Одна з основних умов розвитку стандартів DECT – гнучкість додавання нових послуг, що розробляються, це, в основному, гарантується високою надмірністю базового програмного забезпечення. Потрібно з мінімальними зусиллями модернізувати DECT до рівня технологій персонального зв'язку третього покоління, наприклад, апаратно реалізувавши подвійний режим роботи. При цьому другий рівень (наприклад, GSM) оптимізовано для дальніх передач або передач на невеликі відстані, але з високою швидкістю.

МДВР в DECT забезпечує взаємодію DECT з системами, що використовують інші технічні прийоми, що повинно допомогти комплексному розвитку електрозв'язку в майбутньому.

Висновки

Важливим напрямом подальшого розвитку є злиття послуг фіксованого та рухомого зв'язку на основі дерегулювання сфери надання послуг. У DECT це забезпечується різноманітністю профілів надання комбінованих послуг зв'язку в загальній інфраструктурі. Потужна і гнучка структура ідентифікаторів допускає одночасне використання різних видів доступу (до приватних мереж та мереж загального користування) у єдиній інфраструктурі, а також дозволяє організувати приватні мережі рухомого зв'язку у вигляді дочірніх структур мереж загального користування.

Рівень організації системи DECT визначається її можливостями забезпечення платформами існуючих і розроблювальних додатків ISDN, Internet і послуг мультимедіа – як для зв'язку з офісами і житловими районами, внутрішньоофісного бездротового зв'язку, так і для надання загальних послуг рухомого зв'язку.

Література

1. Інтернет-сайт «Електросети.ru» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.electroseti.ru>.
2. Інтернет-сайт компанії Панасонік [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.panasonic.ru>.

3. Інтернет-сайт компанії Еріксон [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ericsson.com>.
4. Інтернет-сайт компанії Сіменс [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.siemens-mobile.ru>.
5. Інтернет-сайт компанії Самсунг [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.samsung.ru>.
6. Інтернет-сайт компанії Ел-джи Електронікс [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.lg.ru>.
7. Інтернет-сайт компанії Eline [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.e-line.ru>.
8. Інтернет-сайт московської компанії Елст [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.elst.ru>.
9. Інтернет-сайт «DECT Forum» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.dect.ch>.

Надійшла 17.9.2010 р.

УДК 621.321

Л. В. ТРОЦИШИНА
Хмельницький національний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МЕТОДИЧНИХ ТА ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ ПОХИБОК НА ПРОЦЕС ВИМІРЮВАННЯ ЧАСТОТИ ЦИФРОВИМИ ЧАСТОТОМІРАМИ

Стаття присвячена детальному розгляду механізму утворення методичних та інструментальних похибок вимірювання частоти у цифрових частотомірах. Детально розглянуто отримання виразів для похибок вимірювання частоти. Вказано на методи їх зменшення або усунення.

This article is devoted to detailed consideration of the mechanism of methodological and instrumental errors in measuring the digital frequency. Considered in detail for receiving expressions you often measurement errors. The specified methods for their reduction or elimination.

Ключові слова: Ключові слова: частота, вимірювання, методична похибка, інструментальна похибка.

Вступ

Теоретичні засади задач радіолокації, радіонавігації, радіоастрономії, технологій та засобів телекомунікацій, а також томографії вказують на доцільність вимірювання частоти високочастотних радіоімпульсних сигналів із максимально можливою точністю та швидкодією, а також в умовах невизначеності часу існування такого сигналу. Швидка і якісна ідентифікація об'єкта за значенням частоти відбитого сигналу є однією із задач радіолокації, радіоастрономії, радіонавігації, зокрема систем автопілотування, що дасть можливість вчасно на нього відреагувати і прийняти відповідне рішення, особливо в системах ПРО, де вказані параметри є визначальними.

Проте аналіз вітчизняної та іноземної науково-технічної літератури і патентний пошук показав, що на сьогодні ці задачі вирішуються шляхом модернізації класичних методів цифрового вимірювання частоти, які різними схемотехнічними та математичними методами намагаються зменшити притаманну їм похибку дискретності, яка залежить від часу вимірювання. [1–3, 5, 6, 8].

В той же час існують, інші неklasичні підходи до процедури вимірювання частоти з позицій теорії Фазочастотних вимірювань та перетворень радіосигналів (ФЧВ і ПР), які вказують на принципову можливість значно покращити проблемний параметр: *точність вимірювання × швидкодія вимірювання* саме для частоти радіосигналів [4, 12–14].

Однак, питання інструментальних можливостей роздільної здатності апаратури є тією технічною межею, якої можливо досягнути при реалізації вимірювача частоти за методом коінциденції, потребує більш детального аналізу та дослідження. Незважаючи на величезну кількість методів та способів вимірювання частоти, які здатні забезпечувати як широкий частотний діапазон, так і високу точність вимірювання, питання одночасного підвищення як точності так і швидкодії, для потреб сьогодення не вирішені, навіть такими потужними методами, якими є цифрові [2, 5, 6].

Фактори, що визначають точність часових вимірювань є властивостями та особливостями побудови і роботи електронних схем формування сигналів [3, 8,].

Метою статті є проведення детального дослідження механізмів виникнення та способів усунення методичних та інструментальних похибок притаманних саме класичній цифровій частотометрії.

Об'єкт дослідження є процес цифрового вимірювального перетворення.

Предмет дослідження – аналіз методичних і інструментальних похибок вимірювального перетворення частоти в класичних цифрових частотомірах.

Результати дослідження

Серед цифрових приладів частотно-часової групи електронно-лічильні частотоміри (надалі цифрові частотоміри – ЦЧ) є найбільш поширеними, що пояснюється їх універсальністю, високими метрологічними і експлуатаційними характеристиками.

В основу побудови ЦЧ покладені загальні принципи, що дозволяють реалізувати ряд режимів