

УДК 629.39

В.О. ТАЛАЛАЄВ

Полтавський військовий інститут зв'язку, Україна

МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ ЄДИНИХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ПРОСТОРІВ МОБІЛЬНИМИ ЗАСОБАМИ БЕЗДРОТОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Запропонований підхід, який дозволяє сформувати методологічні основи розв'язання задач аналізу і синтезу мобільних телекомунікаційних мереж критичного застосування при використанні ідеології універсальної радіо платформи та єдиного телекомунікаційного простору.

мобільна телекомунікаційна мережа, телекомунікаційне покриття, бездротові технології

Вступ

Специфічною областю застосування телекомунікаційних мереж є використання їх в якості транспортного середовища для забезпечення інформаційного обміну між просторово розосередженими рухомими об'єктами системи управління, яка розгортається у визначеному географічному районі з метою управління фізичними об'єктами спеціального призначення. Такі мережі отримали назву "мобільні телекомунікаційні мережі критичного застосування" (МТКМ КЗ) в силу наступних характеристичних ознак [1]:

- просторова розосередженість елементів мережі;
- мобільність як елементів мережі так і об'єктів, які вона обслуговує (абонентів);
- агресивний вплив середовища функціонування мережі;
- значний рівень людино-машинних взаємодій;
- повторюваність і стадійність життєвого циклу;
- критичність застосування.

Телекомунікаційні засоби, побудовані з використанням бездротових технологій, з точки зору виконання вимог щодо забезпечення стійкого обміну інформацією в МТКМ КЗ в силу їх високої мобільності і оперативності є одними із найбільш ефектив-

них. Єдиними перешкодами, які стримували широке впровадження цих систем в якості базових засобів для побудови МТКМ КЗ, були "класичні" вади всіх систем радіозв'язку, такі як:

- вузькосмуговість і невисока пропускна здатність;
- відносно невисока якість передачі інформації;
- уразливість щодо впливу завад, у тому числі і навмисних;
- наявність демаскуючих ознак, з точки зору конфіденційності зв'язку, обумовлених відкритим способом розповсюдження радіохвиль.

За останні роки завдяки появі нових розробок ефективних методів і засобів широкосмугового радіозв'язку дія вищезгаданих вад була значно послаблена, що дало змогу створити нове покоління радіосистем, які уже в найближчі роки можуть стати основним базовим засобом побудови МТКМ КЗ. Аналіз вітчизняних і зарубіжних досягнень області побудови ефективних цифрових інтелектуальних антенних систем, методів цифрової обробки сигналів, програмного управління реконфігурацією засобів телекомунікацій показує, що цілком досяжною є мета створення універсальних засобів бездротового зв'язку, здатних формувати високоефективні телекомунікаційні покриття у довільно визначеному районі дій МТКМ КЗ. Очевидно, що такі засоби без-

дротового зв'язку мають мати всі характерні ознаки засобів нового покоління, головними із яких є:

1. Універсальність застосування, яка реалізується програмною реконфігурацією базових протоколів і апаратних засобів, що дає змогу змінювати видоутворюючі властивості радіосистеми (радіозв'язок, радіорелейний зв'язок, радіонавігація і т.п.).

2. Висока якість передачі інформації, пов'язана із застосуванням високоефективних методів цифрової обробки і передачі сигналів.

3. Висока швидкість обміну в області високих частот з використанням широкосмугових сигналів.

4. Високий рівень інтелектуальності при управлінні властивостями радіосистеми, можливості її адаптації до умов використання в єдиному телекомунікаційному просторі, який визначається районом дії МТКМ КЗ.

В подальшому викладі базові засоби бездротового зв'язку, які мають модульну структуру і характеризуються зазначеними вище властивостями, будемо позначати терміном "універсальна радіоплатформа (УРП)".

Функціональний ряд уніфікованих модулів, створених за ідеологією УРП, створює підґрунтя для реалізації провідної тенденції в галузі мобільних телекомунікаційних мереж – створення єдиного телекомунікаційного простору в межах дії МТКМ КЗ. З другого боку – методологія створення і використання єдиних телекомунікаційних просторів виступає в якості вихідної основи для визначення структурно-функціональних параметрів побудови УРП.

На сьогодні, на жаль, не існує єдиної методологічної бази, яка б забезпечила розв'язання задач аналізу і синтезу при створенні і використанні МТКМ КЗ, побудованих на ідеології єдиного телекомунікаційного простору, в тому числі і створених за допомогою УРП. Нижче наведені основні ідеї реалізації такої методології, що базується на теоретичних засадах побудови і застосування єдиних телекомунікаційних покриттів.

Результати досліджень

Головним базовим елементом нової концептуальної моделі виступає поняття телекомунікаційного покриття (ТП). У підході, що пропонується, поняття покриття поширюється на сферу застосування не тільки систем стільникового зв'язку, а й інших телекомунікаційних засобів. Саме тому видоутворюючою ознакою ТП в широкому його розумінні є умова для абонентських терміналів "бути у межах досяжності засобів доступу до телекомунікаційних ресурсів мережі". Як видно із наведеного визначення, в понятті "телекомунікаційне покриття" увага акцентується не на фізичній природі засобів досяжності абонента, а на їх можливості забезпечити його доступ до телекомунікаційних ресурсів мережі. Таким чином, належність до технічних засобів ТП може бути поширеною також на всі традиційні і відомі засоби зв'язку (проводові, радіо, радіорелейні, супутникові і т. ін.).

В залежності від конфігурації району, в межах якого забезпечується досяжність абонентів, будемо розрізняти наступні різновидності ТП (рис. 1):

- а) суцільне (рис. 1, а);
- б) фрагментарне (рис. 1, б);
- в) зв'язане (рис. 1, в).

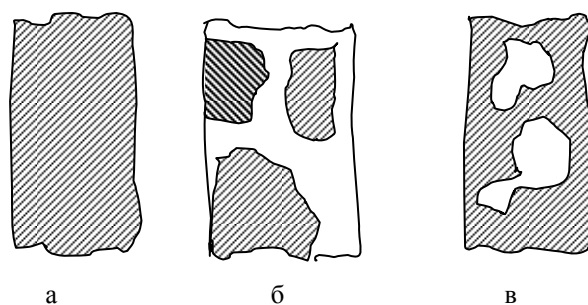


Рис. 1. Різновидності ТП

При суцільному ТП доступ до ресурсів мережі забезпечується з будь-якої точки району дії покриття, при фрагментарному – доступ можливий лише в окремих ділянках району, при зв'язаному – в районі дії покриття існують окремі зони недосяжності абонентів.

Під дією різноманітних факторів природного і штучного походження (в т.ч. і під дією умисного впливу) структура покриття (межі районів досяжності) може змінюватися. За цією ознакою будемо розрізняти ТП: динамічні, сталі і квазісталі.

У ТП з суцільною зоною, а також в зонах досяжності ТП зв'язаного і фрагментарного типу доцільно розрізняти зони з надлишковою досяжністю і зони мінімальної досяжності (рис. 2). У зонах з надлишковою досяжністю існує принаймні дві і більше різних точок доступу до телекомунікаційних ресурсів мережі (рис. 2, б, в). В зонах мінімальної досяжності (рис. 2, а) доступ до мережевих ресурсів можливий лише через одну точку доступу.

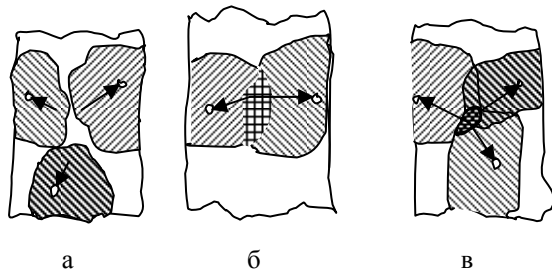


Рис. 2. Варіанти доступу об'єктів до ресурсів ТП

Поняття телекомунікаційного покриття є також вихідним для задачі побудови і застосування МТКМ КЗ. Її суть з урахуванням наведених вище визначень може бути в узагальненому вигляді сформульована наступним чином:

"Для визначеного географічного району застосування МТКМ КЗ, з урахуванням руйнівного впливу зовнішнього середовища і існуючої в районі конфігурації зон ТП, а також виходячи із можливостей мобільних телекомунікаційних модулів розгорнути мобільну компоненту мережі, яка забезпечить формування в зоні дій МТКМ КЗ телекомунікаційного покриття оптимальної конфігурації та необхідної якості."

Зрозуміло, що наведене вище визначення задачі побудови і застосування МТКМ КЗ може бути конструктивним з точки зору її декомпозиції на часткові

задачі лише у випадку чіткої дефініції двох зазначених в ньому понять: "оптимальна конфігурація ТП" і "якість ТП".

Словосполучення "оптимальна конфігурація ТП", як і будь-яке інше поняття, що використовує термін "оптимальний", пов'язане, перш за все, з критеріальними правилами, які дають змогу відповідати на запитання: "Яка з альтернативних конфігурацій ТП є кращою?"

При визначенні критеріальних правил оптимальності конфігурації ТП будемо виходити із головної мети створення і застосування МТКМ КЗ. Як відомо, ця мета зводиться до забезпечення інформаційного обміну між об'єктами системи управління спеціального призначення, яка розгортається у межах району застосування МТКМ КЗ. Як відомо, традиційні підходи до побудови системи інформаційного обміну у більшості випадків зводилися до жорсткої прив'язки структури створюваної телекомунікаційної мережі до структури системи управління. Лише для систем управління вищих ланок в силу значного зростання затратності на реалізацію такого принципу застосовувався метод опорних мереж. Цей метод має схожі ознаки з принципом єдиного телекомунікаційного покриття, проте в силу відсутності на той час необхідної технологічної бази він мав невисоку ефективність.

Ситуація суттєво змінилася у зв'язку з розробкою і впровадженням технологій бездротових мереж. З урахуванням якісних змін в ефективності застосування таких технологій та з використанням сучасних методів цифрової обробки сигналів межі застосування принципу стільникових мереж (опорних мереж) значно розширилися. На сьогодні можна говорити про поширення даного методу практично на всі рівні системи управління, що створює сприятливі передумови для реалізації ідей єдиного телекомунікаційного простору.

У випадку використання детермінованих показників ефективності критеріальні правила оптималь-

ності конфігурації ТП можуть бути побудовані на застосуванні показників щільності точок доступу для зон розташування об'єктів системи управління. Для цього випадку правило оптимальності ТП може бути сформульоване наступним чином:

"Конфігурація ТП є оптимальною, якщо з усіх можливих варіантів її побудови вона забезпечує максимальну кількість точок доступу до ресурсів МТКМ КЗ для всіх визначених зон розташування об'єктів системи управління."

Звичайно, наведене визначення не дає вичерпної відповіді щодо повного критеріального правила оптимальності, оскільки в реальних умовах повинні бути враховані наступні фактори:

- нерівнозначність об'єктів системи управління з точки зору їх впливу на ефективність управління;
- відсутність чіткої детермінованої залежності між кількістю точок доступу та якістю процесів управління;
- векторний характер критеріальних правил, пов'язаних з доступністю до ресурсів МТКМ КЗ об'єктів системи управління.

Більш складною методологічною задачею є змістовна інтерпретація поняття "якість ТП". За своєю суттю воно являє собою достатню умову виконання МТКМ КЗ свого цільового призначення. Саме тому необхідна якість ТП асоціюється, перш за все, з якістю ресурсів мережі, які забезпечує та чи інша точка доступу.

Враховуючи просторову структуру процесу інформаційного обміну, доцільно якість ТП задавати двома групами показників, які умовно будемо позначати як показники прозорості ТП і показники транспортної потужності ТП.

Незвична, з точки зору загальноприйнятих класичних визначень, назва інтегральних показників інформаційного обміну пояснюється намаганнями на системному рівні знайти адекватне відображення явищу міжсистемної інтеграції різновидових інформаційних потоків, яка обумовлена єдиною цифро-

вою формою подання інформації різних джерел, а також використанням єдиних процедур та технологій транспортування інформації в МТКМ КЗ. Такий підхід неминуче веде до необхідності поділу умов успішності транзакцій в мережі на дві непересічні умови: потенційної досяжності елементів мережі із точок доступу і адекватності якості доступних ресурсів мережі вимогам щодо забезпечення необхідних параметрів передачі інформації. Саме тому перша група показників асоціюється з показниками прозорості ТП, так як передбачає оцінку властивостей потенційної досяжності необхідних елементів мережі із заданих точок доступу. В свою чергу, оцінку процесу забезпечення необхідних параметрів передачі і відтворення інформації в точках прийому доцільно здійснювати показниками ефективності процесу транспортування інформації в МТКМ КЗ, тобто показниками транспортної потужності ТП.

Показники прозорості ТП за змістом мають достатню потужну множину своїх попередників, відомих із класичної теорії мереж зв'язку як показники зв'язності. У запропонованому варіанті показники прозорості ТП можуть бути інтерпретовані як розширена трактовка показників зв'язності. Як відомо, класичне визначення зв'язності у переважній більшості випадків в якості видоутворюючої ознаки умови зв'язності визначає необхідність існування шляху передачі інформації, утвореного ланцюгом послідовно сполучених засобів передачі і комутації, які входять до складу мережі. На відміну від такого визначення в понятті прозорості ТП досяжність об'єктів мережі пов'язується з більш широким колом умов. Зокрема передбачається включення до загально мережевих ресурсів телекомунікаційних засобів абонентської бази, які мають більше ніж одну точку доступу і тим самим можуть забезпечити створення додаткових альтернативних шляхів передачі інформації. Додаткові можливості розширення доступності елементів мережі надає використання мобільних телекомунікаційних модулів, які дозво-

ляють динамічно нарощувати ресурси мережі за певними детермінованими або стохастичними алгоритмами. Крім того, в понятті прозорості в якості обов'язкової розглядається умова протокольної сумісності телекомунікаційних засобів, які входять до шляхів обміну інформації та інші функціональні обмеження можливості використання шляхів передачі інформації.

Показники транспортної потужності ТП, як було зазначено вище, визначають достатні умови забезпечення інформаційного обміну між довільними точками доступу в МТКМ КЗ. Цілком зрозуміло, що в цьому контексті показники транспортної потужності безпосередньо визначають можливості ТП забезпечувати інформаційний обмін із необхідною якістю, у визначених обсягах при дотриманні заданих часових показників. Саме тому показники транспортної потужності ТП є комплексними показниками, які повинні оцінювати наступні властивості процесів інформаційного обміну:

- якість передачі інформації;
- обсяги переданої інформації за одиницю часу;
- затримки інформації в процесі її передачі.

В більшості із класичних визначень якості передачі інформації ця властивість пов'язується, як правило, із властивостями відтворення без спотворень переданої інформації на приймальній стороні та її захищеності від несанкціонованого доступу до неї в процесі транспортування інформації в мережі.

Показники обсягів переданої інформації за одиницю часу характеризують здатність ТП пропускати через транспортні канали мережі задані вхідні потоки інформації.

Саме потокові параметри інформації, що передається в мережі, визначають її "виробничу потужність" – пропускну здатність ТП.

Тому в більшості класичних визначень ця група показників частіше всього асоціюється з показниками пропускну здатності мережі.

Часові затримки інформації, яка передається в мережі, обумовлюються як природними факторами, пов'язаними з обмеженою швидкістю розповсюдження сигналів, так і технологічними затримками, пов'язаними з процесами обробки інформації в процесі її передачі в мережі.

Висновок

Узагальнення зазначених властивостей дає визначення "ідеального" ТП :

"Ідеальне ТП – це покриття в межах визначеного району дії МТКМ КЗ, при якому будь-який об'єкт, що має специфіковані засоби доступу, може бути підключений до ресурсів мережі через одну і більше точок доступу, через які забезпечується досяжність будь-якої іншої точки доступу мережі, а інформація може бути передана до відповідної кінцевої точки без затримок і спотворень її змісту, у визначених обсягах і з виключенням можливостей несанкціонованого доступу до неї".

Література

1. Талалаєв В.О., Грицький Р.В., Кучер С.В. Мобільні телекомунікаційні мережі критичного застосування: інформаційно-понятійна модель предметної області // Радіoeлектронні і комп'ютерні системи. – 2006. – № 5 (17). – С. 185-193.

Надійшла до редакції 5.03.2007

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.С. Харченко, Національний аерокосмічний університет ім. М.С. Жуковського "ХАІ", Харків.