

## КООРДИНАЦІЯ ВЗАЄМОДІЇ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ВУЗЛІВ РАДІОМЕРЕЖ КЛАСУ MANET

Романюк В.А., Сова О.Я., Стемпковська Я.А., Симоненко О.А.

Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації ДУТ

E-mail: rom-v-a@yandex.ru, soy135@ukr.net,  
stempkowskaya.jana@yandex.ua, lokalyt@gmail.com

### Interaction coordination in MANET intellectual nodal control systems

The problems of interaction coordination in MANET intellectual control systems are considered. The method of coordination and features of their application are analyzed. An overview of coordination methods and procedures is provided.

Особливості функціонування радіомереж класу MANET (*Mobile Ad-Hoc Networks*), а також складність технологій їх побудови, потребують застосування нових підходів до вирішення задач управління вузловими (ємність батарей, об'єми пам'яті, потужність процесора та ін.) та мережевими ресурсами (ширина смуги пропускання радіоканалу, множина активних маршрутів між вузлами та ін.). Одним з таких підходів є введення системи управління до складу кожного мобільного вузла, а також інтелектуалізація процесів управління мережами MANET [1].

Головною архітектурною особливістю інтелектуальних систем управління (ІСУ) вузлами радіомереж MANET є наявність бази знань, що дозволить ІСУ приймати рішення з управління вузлом в умовах невизначеності (неповноти інформації про ситуацію, яка склалася в радіомережі) при випадковому характері зовнішніх впливів. В [1] запропонована структура ІСУ вузлом, яка складається з двох рівнів – вузлового та мережевого (рис. 1).



Рис. 1. Координація мережеских та вузлових ресурсів

Вузловий рівень ІСУ складається з множини підсистем, які запропоновано реалізувати за допомогою технології інтелектуальних агентів (ІА), для виконання різних функцій управління, відповідно до рівнів еталонної моделі OSI (управління радіоресурсом, маршрутизація, управління потоками даних та ін.).

Відмінності в параметрах та функціональному призначенні підсистем вузлових ІСУ, а також нерівномірність використання ними вузлових та мережевих ресурсів призводять до появи нової задачі, яка полягає в координації цільових функцій зазначених підсистем.

*Координація* в ІСУ вузлами радіомереж MANET – це процес узгодження користувальницьких та мережевих цілей усіх підсистем вузлової системи управління під час розподілу вузлових та мережевих ресурсів для забезпечення інформаційного обміну із заданою якістю в радіомережі або її зоні. На вузловому рівні здійснення функцій координації покладається на метаагента (координатора), який безпосередньо визначає оптимальний набір управляючих впливів і послідовність їх виконання всіма підсистемами вузлової ІСУ.

Головним завданням координації є досягнення злагодженості в роботі всіх підсистем ІСУ шляхом встановлення раціональних зв'язків (взаємодій) між ними, використовуючи при цьому єдині для всіх вузлових ІСУ принципи та методи координації.

Основними *принципами координації* в ІСУ вузлом радіомережі MANET є: принцип взаємозв'язку і одночасності; принцип ієрархічної підпорядкованості; принцип узгодженості; принцип збалансованості та рівноваги; принцип резервування; принцип загальної цілі.

*Методи координації* – це способи досягнення її цілей в процесі розподілу вузлових та мережевих ресурсів. Безумовно, вибір методу координації залежить від параметрів вузлів та умов функціонування радіомережі MANET, від обраної стратегії управління та структури системи управління. На рис. 2 наведена класифікація методів координації, які можливо використовувати у вузловій ІСУ. У загальному, за способом оптимізації, всі методи координації можна поділити на ітеративні та безітеративні.

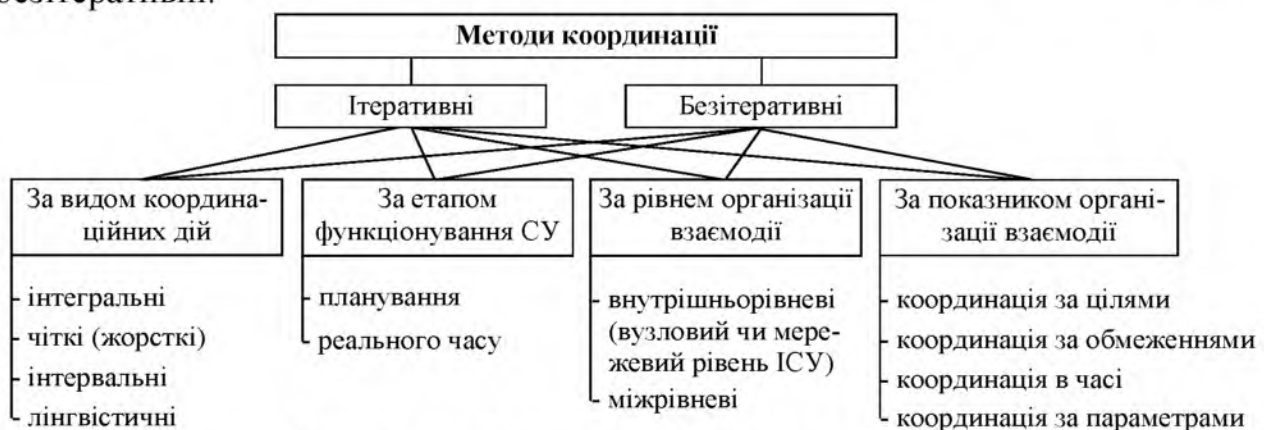


Рис. 2. Класифікація методів координації, які можливо використовувати у вузловій ІСУ

У наявних сьогодні ітеративних методах (алгоритм Данцига-Вульфа; алгоритм Корнаї-Ліптака; методи, що ґрунтуються на введенні функції Лагранжа або її різних модифікацій; алгоритми оптимізації; узагальнена схема ітеративних алгоритмів Алієва та Ліберзона) оптимальне рішення визначається в процесі ітеративного обміну інформацією між центром і елементами. На кожному кроці ітеративного процесу розв'язуються локально-оптимальні задачі елементів і координуюча задача центру. Недоліком ітеративних методів координації, при застосуванні в MANET, є значні затрати мережевих та вузлових ресурсів для збору інформації про стан підсистем ІСУ.

Безітеративні методи передбачають здійснення координації шляхом одноразового обміну інформацією між підсистемами вузлової ІСУ та координатором. Переважно безітеративні алгоритми ґрунтуються на нечіткій логіці та композиційному правилі Заде [2]. Перевагами безітеративних методів у разі застосування в ІСУ вузлами радіомереж MANET є мінімальні затрати мережевих і вузлових ресурсів та можливість прийняття рішень в умовах невизначеності. Недоліком всіх безітеративних методів є необхідність зберігання детальних моделей підсистем та їхніх цільових функцій, що призведе до значного ускладнення структури координатора та процесу координації.

В MANET великої розмірності (сотні чи тисячі радіовузлів) або з високою динамікою зміни топології радіомережі пропонується координувати роботу ІСУ вузлів, які приймають участь в інформаційному обміні. В такому випадку множина метаагентів кожного вузла радіомережі утворить мережевий рівень ІСУ, координацію на якому проводитиме один з інтелектуальних вузлів, виділений з-поміж інших за певною ознакою: апаратні характеристики, місце розташування в топології радіомережі, кількість сусідів, тощо.

Таким чином, вибір методу координації залежить від рівня системи управління, на якому здійснюється координаційна діяльність. У дворівневій ІСУ вузлом радіомережі MANET на мережевому рівні доцільно використовувати безітеративні методи координації, що дозволить мінімізувати затрати мережевих та вузлових ресурсів, кількість яких обмежена. Використання ітеративних методів координації на вузловому рівні дозволить спростити структуру вузлових систем управління, підвищити швидкодію та точність прийнятих ними рішень.

#### Література

1. Романюк В.А. Концепция иерархического построения интеллектуальных систем управления тактическими радиосетями класса MANET: сборник тезисов докладов и выступлений участников XXII Международной Крымской конференции ["СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии"], (КрыМиКо). / Романюк В.А., Сова О.Я., Жук П.В., Романюк А.В. – Севастополь, 2012. – С. 265;
2. Алиев Р.А. Безитеративные алгоритмы координации в двухуровневых системах / Р.А. Алиев, М.И. Либерзон // Изв. АН СССР. Техническая кибернетика, 1986. – № 3. – С.163–166.