

Голові спеціалізованої вченої ради Д 26.255.01
03186, м. Київ, Чоколівський бул., 13,
Інститут телекомунікацій і глобального
інформаційного простору НАН України

ВІДГУК
офіційного опонента

доцента кафедри інформаційної та кібернетичної безпеки
Державного університету телекомунікацій
кандидата технічних наук, Власенка Вадима Олександровича
на дисертаційну роботу Семка Олексія Вікторовича за темою «Інформаційна
технологія інтелектуального управління маршрутизацією в сенсорних мережах
варіативної топології за умов обмежень і невизначеностей», подану на здобуття
наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 –
інформаційні технології

Актуальність теми дисертаційної роботи

Сенсорні мережі (СМ) варіативної топології (ВТ) є самоорганізуючими мережами і складаються з простих автономних мобільних сенсорних вузлів, що містять сенсор, процесор, систему передачі даних, джерело енергії. На даний момент вони успішно застосовуються в різних сферах діяльності. Системи управління (СУ) таких мереж інтенсивно розвиваються в напрямку інтелектуалізації, при цьому істотно змінюється технологія синтезу і вибору оптимальних рішень щодо управління маршрутизацією потоків даних (ПД).

Реалізація всіх етапів управління маршрутизацією в СМ з використанням методів, моделей і алгоритмів інтелектуального управління вузловими та мережевими ресурсами, а також відповідних програмних та апаратних засобів, дозволяє:

- забезпечити збір і обробку необхідних обсягів службової інформації про стан елементів мережі;
- ідентифікувати стан вузлів СМ та здійснювати його прогнозування з урахуванням високої динаміки зміни топології мережі та інших параметрів її функціонування;
- визначити вузлові та мережеві цільові функції управління щодо оптимізації процесу обслуговування трафіка;
- визначити стратегії та способи досягнення цільових функцій маршрутизації; координувати процеси синтезу і вибору оптимального маршруту від вузла-відправника до вузла отримувача ПД розподіленою децентралізованою системою інтелектуального управління (СІУ) мережі, що складається з СІУ вузлів.
- підтримувати в актуальному стані інформацію вузлових СІУ про параметри функціонування каналів зв'язку з сусідніми вузлами мережі;
- отримувати відомості про завантаженість сусідніх вузлів мережі.

Дисертаційна робота присвячена дослідженню і вирішенню актуальної наукової задачі оптимального управління маршрутизацією ПД в СМ варіативної топології, які побудовані на основі сервіс-орієнтованої архітектури і функціонують під управлінням розподіленої децентралізованої СІУ маршрутизацією. Для рішення зазначеної задачі запропоновано метод інтелектуального управління мережею, що базується на математичній моделі вирішення задачі конфлікту, як задачі дискретної динамічної дискретної оптимізації, що забезпечує децентралізоване управління маршрутизацією в реальному часі за відсутності опорних вузлів сенсорної мережі.

Саме тому дослідження процесів, моделей, алгоритмів і інформаційних технологій функціонування СІУ маршрутизацією в СМ ВТ за умов обмежень, невизначеностей та забезпечення гарантоздатності є *актуальною науковою задачею*.

Загальна оцінка змісту, наукової новизни та практичної значимості, оцінка достовірності та обґрунтованості результатів

Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, чотирьох додатків та списку використаних джерел, що містить 151 найменування. Загальний обсяг дисертації становить 176 аркушів, з яких основний зміст роботи розкрито на 141 аркуші.

Зміст роботи відповідає поставленому науковому завданню та сформульованим задачам. Їх рішення є суттю та змістом виконаних досліджень, які відповідають п.п. 1, 2, 5, 6, 11 та 14 паспорту спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології й направлені на дослідження сутності процесів управління маршрутизацією ПД в сервіс-орієнтованих СМ ВТ за умов обмежень та невизначеностей, а також розробку науково-методичних основ, технологій та інструментальних засобів аналізу, синтезу й прийняття оптимальних рішень шляхом синтезу і вибору оптимальних маршрутів інформаційної взаємодії вузлів мережі за умов забезпечення гарантоздатності та функціональної надійності.

У вступі обґрунтовано актуальність досліджуваної наукової задачі, розглянуто її поточний стан, сформульовано мету, яка відповідає темі дисертаційної роботи і деталізується в завданнях, визначено об'єкт і предмет дослідження.

Перший розділ присвячений аналізу сучасного стану проблеми управління маршрутизацією в СМ, проаналізовано основні протоколи і алгоритми маршрутизації, сформульовано основні напрямки проведення дослідження.

За результатами проведеного аналізу запропоновано:

- структуру СІУ об'єктом-процесом, яким є маршрутизація потоків даних, що пов'язана з побудовою моделі мережі, в якій визначені традиційні елементи розподіленої СУ і СІУ вузлами мережі, через які проходить маршрут ПД;
- структурну схему СІУ маршрутизацією ПД та сформульовано наукову задачу, що підлягає вирішенню;
- загальну концепцію дисертаційного дослідження.

Другий розділ присвячений визначенню і дослідженню шляхів удосконалення процесів створення СІУ маршрутизацією ПД в конфліктуючих гарантоздатних сервіс-орієнтованих СМ ВТ за умов обмежень і невизначеностей за рахунок розроблення:

- методу формального уявлення СМ ВТ у вигляді математичної моделі і нотації (мови) із застосуванням теоретико-множинної моделі (ТММ) опису процесів функціонування мережі;
- математичної моделі синтезу та вибору рішень щодо стратегій управління маршрутизацією ПД в конфліктуючих СМ;
- новітньої технології визначення та обґрунтування сукупності показників гарантоздатності та безпеки функціонування конфліктуючих СМ.

Метод формального уявлення СМ ВТ у вигляді математичної моделі і нотації передбачає:

- взаємодію СІУ вузлів мережі з навколишнім середовищем;
- наявність мотивації;
- можливість використання знань для синтезу мети;
- оцінку, синтез і вибір стратегії управління маршрутизацією;
- контроль і аналіз управляючих впливів на стан об'єкту управління.

Як результат, практична цінність методу формального уявлення СМ ВТ, розробленого в ході дисертаційного дослідження для забезпечення гарантоздатності в умовах обмежень і невизначеностей, полягає, на відміну від відомих, у розробці:

- математичної моделі синтезу та вибору рішень щодо стратегій управління маршрутизацією в конфліктуючих мережах та обумовлюється розробкою моделі опису їх топології у вигляді граф-моделі;
- математичної моделі і нотації (мови) із застосуванням ТММ опису процесів взаємодії вузлів мережі;
- логіко-семантичної моделі синтезу оптимального маршруту ПД;
- математичної моделі синтезу і вибору рішень щодо стратегій управління маршрутизацією в конфліктуючих СМ;
- визначення та обґрунтування сукупності показників гарантоздатності та безпеки функціонування мережі.

Третій розділ присвячено розробці методу синтезу та вибору стратегій оптимального управління маршрутами ПД в СМ ВТ.

Складовими елементами цього методу є:

- визначення і обґрунтування вибору параметрів управління маршрутизацією в СМ;
- математична модель і нотації опису процесів функціонування мережі;
- метод інтелектуального управління маршрутизацією в конфліктуючих СМ;
- метод формування функціонального віртуального простору параметрів сенсорної мережі;
- метод синтезу та вибору оптимального маршруту ПД.

Четвертий розділ присвячений дослідженню властивостей інформаційної технології моделювання компонент СІУ маршрутизацією ПД в конфліктуючих СМ ВТ за умов обмежень і невизначеностей, а саме:

- імітаційних моделей розрахунку параметрів гарантоздатності;
- імітаційної моделі синтезу і вибору рішень щодо управління маршрутизацією в конфліктуючій СМ за умов забезпечення гарантоздатності;
- характеристик функціонування СІУ маршрутизацією в конфліктуючих гарантоздатних СМ;
- характеристик стійкості функціонування інтелектуальних перетворювачів динамічної розподіленої СІУ маршрутизацією ПД.

Обґрунтованість висновків і одержаних результатів дисертаційної роботи базується на використанні сучасних методів аналізу і синтезу СІУ, методів математичного та імітаційного моделювання, системного аналізу та апробації результатів при прикладному застосуванні розроблених методів та моделей.

Отримані автором наукові результати відповідають поставленим задачам досліджень, не суперечать фундаментальним фізичним і математичним закономірностям та підтверджуються достатньою апробацією на науково-технічних конференціях та семінарах.

Достовірність результатів дисертаційної роботи підтверджується коректністю застосування математичного апарату, математичному та імітаційному моделюванні процесів синтезу і вибору рішень щодо управління маршрутизацією ПД в СМ ВТ за умов обмежень та невизначеностей, їх експериментальною перевіркою, що підтверджується відповідними актами впровадження та свідоцтвами про авторське право на твір.

До нових наукових результатів, які в дисертаційній роботі:

1) отримані вперше, слід віднести:

- метод формального уявлення СМ ВТ у вигляді математичної моделі і нотації (мови) опису процесів функціонування мережі, впровадження якого за рахунок застосування теоретико-множинної моделі процесів взаємодії вузлів сенсорної мережі варіативної топології, логіко-семантичної моделі управління маршрутизацією, математичної моделі синтезу та прийняття рішень щодо стратегій управління маршрутизацією потоків даних в конфліктуючих сенсорних мережах, а також технології визначення та обґрунтування сукупності показників гарантоздатності та безпеки функціонування конфліктуючих сенсорних мереж дозволило: визначити властивості методу синтезу і вибору гарантованого управління оптимальними маршрутами передачі даних за умови врахування множини параметрів, які визначають властивості гарантоздатного функціонування мережі; визначити оптимальні маршрути передачі даних згідно критерію гарантоздатності за умови обмежень та невизначеностей; розробити алгоритм синтезу і вибору гарантованого управління оптимальними маршрутами передачі даних за умови врахування множини параметрів, які визначають властивості гарантоздатного функціонування мережі в умовах конфлікту, як задачі динамічної дискретної оптимізації;

- метод синтезу та вибору стратегій гарантованого управління оптимальними маршрутами передачі даних в сенсорних мережах варіативної топологіїТ, впровадження якого за рахунок математичної моделі і нотації (мови) опису процесів функціонування мережі, методу інтелектуального управління маршрутизацією в конфліктуючих сенсорних мережах, методу формування функціонального віртуального простору параметрів сенсорної мережі, методу синтезу та вибору маршруту передачі даних, дозволило: визначити чисельне подання моделі синтезу та вибору стратегій гарантованого управління оптимальними маршрутами ПД в конфліктуючій мережі; визначити оптимальний маршрут ПД в мережі за умов синтезу та вибору оптимального рішення СІУ; визначити формалізовану структуру алгоритму, що спрощує процес синтезу та вибору стратегій гарантованого управління оптимальними маршрутами ПД в мережі; розробити інформаційну технологію рішення задачі синтезу і вибору оптимального маршруту ПД в розподіленій СІУ СМ; визначити показники стійкості ІП вузла мережі;

2) удосконалені, слід віднести:

метод формування функціонального віртуального простору параметрів СМ ВТ, впровадження якого за рахунок формування віртуального простору параметрів, а також технології визначення та обґрунтування параметрів управління маршрутизацією в сенсорних гарантоздатних мережах дозволило: врахувати невизначеності при переміщенні об'єктів мережі; визначити множини гарантованого управління маршрутизацією потоків даних в мережі; визначити інтегральне формальне множинне уявлення простору параметрів функціонування відповідно до запропонованої теоретико-множинної моделі мережі.

Теоретичне, наукове і практичне значення результатів полягає в подальшому розвитку методів прийняття рішень з використанням методів дискретної динамічної оптимізації математичної моделі в теоретико-множинному підході, що дозволяє отримати більш прості процедури синтезу і вибору рішень щодо управління маршрутизацією ПД в СМ ВТ за умов обмежень і невизначеностей.

Дослідження, результати якого викладено в дисертаційній роботі, виконувалося відповідно до державних програм та планів науково-дослідних та дослідно-

конструкторських робіт (НДДКР) Європейської комісії і Державного агентства з питань електронного урядування України.

Рекомендації щодо використання наукових результатів

Теоретичні положення, що отримані в дисертаційній роботі, можуть бути розповсюджені на інформаційно-комунікаційні системи, що функціонують в умовах обмежень та невизначеностей.

Додаткового дослідження вимагають задачі щодо визначення параметрів та характеристик функціонування СІУ маршрутизацією ПД в гетерогенних сенсорних мережах за умов конфлікту, властивостей та формалізації характеристик функціонування мереж, зовнішніх і внутрішніх впливів та невизначеностей кібернетичного простору, формалізації опису алгоритмів функціонування СІУ вузлів гетерогенних мереж.

Завершеність, стиль викладання, публікації

Дисертація та автореферат написані грамотно, а стиль викладення в них матеріалів досліджень, наукових положень, висновків і рекомендацій відповідає вимогам стандарту ДСТУ 3008-95 «Документація. Звіти у сфері науки і техніки» й у цілому забезпечує доступність їх сприйняття.

Зміст автореферату відображає основні результати роботи, які приведені в дисертації. Дисертація по тематиці і результатам відповідає паспорту спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології. Основні положення та висновки дисертаційної роботи опубліковано в 22-х наукових роботах, з яких, 6 наукових статей в наукових спеціалізованих фахових виданнях, затверджених МОН (5 надруковані у виданнях України, що входять до міжнародних наукометричних баз даних). Отримано 2 свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір. Додатково основні наукові результати відображені у 14 тезах доповідей на науково-технічних конференціях.

Зазначені публікації повною мірою висвітлюють основні наукові положення дисертації. Стиль викладення автореферату в цілому забезпечує його доступність та сприйняття. В ньому чітко і лаконічно викладені наукові завдання дослідження та шляхи їх вирішення. З тексту зрозуміла наукова і практична значущість роботи, особистий внесок здобувача.

Недоліки та зауваження

1) В першому розділі не в повній мірі проведено порівняльний аналіз методів і алгоритмів маршрутизації в контексті напрямку дисертаційного дослідження.

2) З метою цілісного сприйняття роботи в четвертому розділі необхідно було б більш детально розглянути структуру і взаємодію компонент інформаційної технології синтезу та вибору стратегій оптимального управління маршрутизацією потоків даних в сенсорних мережах варіативної топології за умов обмежень та невизначеностей;

3) В четвертому розділі дисертації (стор. 122-125) наведено евристичний алгоритм синтезу і вибору маршруту ПД на мові функціонального і логічного програмування *Prolog*. Таке подання алгоритму є складним для сприйняття.

4) В розділі 4 (стор. 117) наведено співвідношення (4.3), що визначає ідентифікаційну модель процесу і вигляді степеневі функції. Для спрощення аналітичного дослідження точки біфуркації при сумісному розгляді процесів (стор. 117 рис. 4.5) доцільно ідентифікаційну модель (4.3) представити в поліноміальній формі.

5) В дисертації не наведені описи інструментальних середовищ і програмних засобів інформаційних технологій проведення імітаційних експериментів. Є лише посилання на свідоцтва на авторське право на твір.

Відзначені зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку та не зменшують наукову цінність і практичну значимість дисертаційної роботи в цілому.

Висновки

1. Дисертаційна робота Семка О.В. «Інформаційна технологія інтелектуального управління маршрутизацією в сенсорних мережах варіативної топології за умов обмежень і невизначеностей» є закінченим науковим дослідженням і в цілому відповідає вимогам паспорту спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології.

2. Сукупність наукових положень, які сформульовані та обґрунтовані в дисертаційній роботі, має практичну цінність, що підтверджується актами про впровадження результатів.

3. Дисертаційна робота виконана на високому науковому рівні, відповідає вимогам п.п. 9, 11, 12, «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України №567 від 24 липня 2013 р. (зі змінами), а її автор - Семко Олександр Вікторович заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 051.13.06 – інформаційні технології.

Офіційний опонент
кандидат технічних наук,
доцент кафедри інформаційної
та кібернетичної безпеки
Державного університету телекомунікацій



В.О. Власенко

Підпис к.т.н., Власенка В.О. засвідчую

Начальник відділу кадрів
Державного університету телекомунікацій

