

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Сушина Ігоря Олексійовича

на тему «Метод підтримки зв'язності мобільної мережі сенсорів спрямованої дії із використанням телекомунікаційних аероплатформ різнорівневого розташування»,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації
за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка

Актуальність теми дисертації.

Активний сталий розвиток телекомунікаційних технологій, їх доступність, можливість впровадження та поширення є ключовим аспектом успішної діяльності організацій, установ та людства. У сучасному світі швидкими темпами зростають не тільки вимоги користувачів, а й виклики, що їх оточують (війни, природні лиха, аварії). Зазначені вимоги користувачів потребують як високого рівня якості, швидкості і безпеки обміну інформацією, так і можливості переміщення абонентів у просторі. Сенсорні безпроводові мережі із застосуванням телекомунікаційних аероплатформ займають ключову роль не тільки у повсякденному житті, а й в ситуаціях оперативного розгортання, мобільності та адаптивності при організації зв'язку. Однією із ключових задач роботи такого типу мереж є забезпечення надійного та швидкого передавання даних в умовах обмежених ресурсів (енергетичних, апаратних та інших).

У дисертаційній роботі досліджена актуальна задача підвищення ефективності функціонування мобільних сенсорних мереж із телекомунікаційними аероплатформами, які мають неприпустимо великий час затримки для передачі інформації, малу швидкість її передачі від вузла до кінцевого пункту, вимагають використання надзвичайно великої кількості телекомунікаційних аероплатформ для неперервної підтримки зв'язності. Вдосконалення існуючих мобільних сенсорних мереж із телекомунікаційними аероплатформами досягається завдяки застосуванню мобільної мережі сенсорів спрямованої дії з телекомунікаційними аероплатформами різнорівневого розташування.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

- вперше розроблено математичну модель підтримки зв'язності мобільної мережі сенсорів спрямованої дії із застосуванням телекомунікаційних аероплатформ, що розташовується на різних рівнях і на відміну від існуючих

математичних моделей мобільних сенсорних мереж з телекомунікаційними аероплатформами включає у себе як математичні моделі функціонування сенсорів спрямованої дії, так і телекомунікаційні аероплатформи дворівневого розташування із різним енергетичним забезпеченням.

- вперше розроблено метод підтримки зв'язності вузлів мобільної мережі сенсорів спрямованої дії з використанням телекомунікаційних аероплатформ різнорівневого розташування. У порівнянні з існуючими методами, він дозволяє ефективно використовувати антени спрямованої дії, що розміщені як на сенсорах, так і на телекомунікаційних аероплатформах дворівневого просторового розташування різного енергетичного забезпечення. Це забезпечує зменшення часу затримки, збільшення швидкості передачі інформації з кінця в кінець та зменшення кількості безпосередньо задіяних телекомунікаційних аероплатформ порівняно з мобільними сенсорними мережами з телекомунікаційними аероплатформами.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукових досліджень та діяльності.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Сушина І.О. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми Телекомунікації та радіотехніка.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям Інформаційні та комунікаційні технології.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Сушина Ігоря Олексійовича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів.

Дисертаційна робота написана українською мовою. Матеріал викладено у зрозумілій формі, логічній послідовності із дотриманням наукового стилю мовлення та розуміння мети і методів дослідження.

Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 164 сторінки.

У вступі обґрунтовується актуальність теми дослідженого питання вдосконалення ефективності функціонування мобільних сенсорних мереж із застосуванням телекомунікаційних аероплатформ в умовах відсутності телекомунікаційної інфраструктури. Сформульовано мету, визначені завдання дослідження, об'єкт, предмет і методи досліджень, описано наукову новизну, теоретичне і практичне значення отриманих результатів. Наведено відомості про впровадження результатів роботи, апробацію та особистий внесок здобувача.

Перший розділ присвячено основам побудови сенсорних телекомунікаційних систем, огляду стандартів передачі даних та архітектур безпроводових сенсорних мереж. Розглянуто способи обміну та збору інформації з даних мереж (у тому числі із використанням телекомунікаційних аероплатформ). Проведено аналіз принципів функціонування мобільних сенсорних мереж із використанням телекомунікаційних аероплатформ. Визначені їх переваги та недоліки. Ґрунтуючись на проведених дослідженнях, сформульовано цілі і зроблена постановка задач дослідження для покращення ефективності функціонування мереж даного типу.

Другий розділ присвячено огляду особливостей організації польоту та місць обміну інформацією, методів та алгоритмів підтримки зв'язності, що застосовуються у мобільній мережі сенсорів всеспрямованої дії із застосування телекомунікаційних аероплатформ однорівневого розташування із однаковим енергетичним забезпеченням. Визначено необхідність зменшення часу затримки для передачі інформації, збільшення швидкості її передачі від вузла до кінцевого пункту, зменшення кількості телекомунікаційних аероплатформ для неперервної підтримки зв'язності, а також більш раціонального використання наявного енергетичного ресурсу мережевих елементів. Для досягнення перелічених цілей та вирішення багатокритеріальної задачі запропоновано метод підтримки зв'язності мобільної мережі сенсорів спрямованої дії (ММСДД) з використанням телекомунікаційних аероплатформ (ТА) дворівневого розташування із різним енергетичним забезпеченням. При його розробці використано конструктивно-алгоритмічний підхід до вдосконалення розглянутих методів підтримки зв'язності. Також запропонована математична модель підтримки зв'язності мобільної мережі сенсорів спрямованої дії із телекомунікаційними аероплатформами дворівневого розташування, наведено перелік скалярних критеріїв за якими виконане кількісне оцінювання ефективності цієї зв'язності та алгоритмічно задану модель їх обчислення, а також керуючі та незмінні параметри.

Третій розділ присвячено етапу апаратної реалізації запропонованого методу, що полягає у аналізі та виборі апаратних засобів за допомогою яких вирішена поставлена багатокритеріальна задача. Визначено характеристики та

переваги й недоліки спрямованих і всеспрямованих антен, які можливо застосовувати у сенсорах і телекомунікаційних аероплатформах. Проведено розрахунок та порівняння параметрів лінії зв'язку (максимальної довжини лінії зв'язку телекомунікаційна аероплатформа-вузол або між телекомунікаційними аероплатформами двох рівнів, швидкості передачі інформації), а також отримано підтвердження виконаних розрахунків за допомогою моделювання у середовищі Atoll. Отже, запропонований в дисертації прийом апаратного вдосконалення мобільної сенсорної мережі (МСМ), завдяки застосуванню сенсорів спрямованої дії, дозволяє збільшити відстань передачі інформації зі збереженням кількості бітових помилок в одиницю часу або збільшити швидкість передачі інформації порівняно із існуючими МСМ із ТА.

Четвертий розділ присвячено оцінці ефективності методу підтримки зв'язності мобільної мережі сенсорів спрямованої дії із використанням телекомунікаційних аероплатформ різнорівневого розташування. Запропонована методика оцінки ефективності перевірена за допомогою імітаційного моделювання у програмному комплексі Matlab. Було побудовано дві математичні моделі системи МСМ із ТА однорівневого розташування та ММССД із ТА дворівневого розташування. Наведено їх опис і вхідні параметри для проведення порівняння. Результати представлені у вигляді узагальненої таблиці, яка показує перевагу за всіма визначеними критеріями та графіків із їх детальним описом.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.

Наукові результати дисертації висвітлені у 40 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 15 статей у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 4 статті у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у наукометричній базі даних Scopus.

Також результати дисертаційної роботи були апробовані на 14 наукових фахових конференціях та у 7 статтях, що додатково відображають результати проведених досліджень.

Наукові публікації здобувача представлені у всіх розділах дисертації, кожний розділ містить матеріали повної або частини статті із зазначенням особистого внеску. У них вказано чітко постановку задачі, логічно викладені матеріали досліджень та обґрунтовані висновки. Науковий рівень публікацій можна оцінити як достатньо високий, з дотриманням принципів академічної доброчесності, присутніми посиланнями на використані джерела та матеріали власних досліджень.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. У роботі описано особливості побудови телекомунікаційної аероплатформи на базі БПЛА, натомість при виконанні апаратної реалізації не приділено уваги телекомунікаційній складовій вдосконаленої телекомунікаційної аероплатформи з використанням спрямованих антен.

2. В описі математичної моделі вказано 11 критеріїв, які використовувалися для порівняння, але при описі системи прототипу не приділена достатня увага цьому аспекту.

3. У дисертаційній роботі зроблено акцент на більш раціональному використанні енергетичного ресурсу проте у розділі 4 не проведено досліджень енерговитрат мережевих елементів у системах, що порівнюються.

4. У переліку керуючих параметрів вказано потужність, смуга пропускання, робоча частота, проте, під час проведення імітаційного моделювання, не приділено достатньої уваги вибору цих параметрів.

5. За результатами моделювання наведено велику кількість графіків отриманих на основі проведених імітаційних експериментів. Проте через велику кількість вимірювань результати накладаються один на одного. Доцільно було би показати певну частину результатів або додати програмний код у додатки для можливості відтворення цього моделювання.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну й практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу.

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Сушина Ігоря Олексійовича на тему «Метод підтримки зв'язності мобільної мережі сенсорів спрямованої дії із використанням телекомунікаційних аероплатформ різнорівневого розташування» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для електроніки та телекомунікацій. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.6 – 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії»,

затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Здобувач Сушин Ігор Олексійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка.

Офіційний опонент:

Професор кафедри
кібербезпеки та захисту інформації,
факультету інформаційних технологій,
Київського національного університету
імені Тараса Шевченка,
д.т.н., професор



/ _____ / Володимир НАКОНЕЧНИЙ

М.П. «23» квітня 2025 року

Підпис професора Наконечного В.С. завіряю.

Заступник декана
факультету інформаційних технологій
з наукової роботи



Григорій ГНАТІЄНКО