

Голові спеціалізованої вченої ради Д
26.062.19.
Національного авіаційного університету
д.т.н., проф. Козловському В.В.
03058, м. Київ,
проспект Любомира Гузара, 1.

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Туровського Олександра Леонідовича

«Моделі та методи підвищення точності роботи систем фазової синхронізації супутникових телекомунікацій в режимі стеження за несучою частотою»,
представлену на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.12.13 – «Радіотехнічні пристрої та засоби телекомунікацій»

Ступінь актуальності обраної теми дослідження. Робота сучасних систем супутникового зв'язку вимагає обробки вхідних сигналів, що приймаються демодуляторами вхідних пристроїв як в безперервному так і в пакетному режимі передачі даних. При цьому, під час прийому сигналу в різних режимах в демодуляторах застосовується фазова модуляція вхідних сигналів. Використанні такого виду модуляції в супутникових каналах зв'язку породжує проблему частотної невизначеності вхідного сигналу, яка може істотно погіршитись під впливом «сусідніх» каналів прийому вхідних даних на фоні низької енергетики сигналу. Існуючі особливості прийому вхідного сигналу потребують їх врахування в момент оцінки несучої частоти, яка передуює обробці сигналу системою фазової синхронізації когерентного демодулятора. Функціонування систем фазової синхронізації когерентних демодуляторів характеризується значним впливом ряду збурень та шумів на якість роботи та вимагає забезпечення високої точності роботи системи під їх впливом в сталому і перехідному режимах роботи. Існуючі системи фазової синхронізації через ряд притаманних їм недоліків вичерпали свої можливості по підвищенню ефективності, що породжує проблему пошуку нових шляхів та методів створення перспективних схем синхронізації при умові підвищення точності та швидкодії їх роботи.

Дисертаційна робота Туровського О.Л. спрямована на вирішенню актуальної наукової проблеми по підвищенню точності роботи систем фазової синхронізації когерентних демодуляторів супутникових телекомунікацій в режимі стеження за несучою частотою. Загальним напрямком рішення визначеної науково-практичної проблеми в поданій роботі є синтез комбінованої системи синхронізації з розімкнутим зв'язком при умові підвищення порядку астатизму та розробка методу оцінки несучої частоти вказаною системою з врахуванням особливостей прийому сигналу супутникової телекомунікацією.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації. Дане дисертаційне дослідження є достатньою мірою обґрунтованим та логічно структурованим, оскільки Туровський О.Л. у своїй роботі використовує напрацювання закордонних та вітчизняних науковців у сфері розробки систем фазової синхронізації, оцінки несучої частоти та демодуляції вхідного сигналу.

Відповідно до мети дослідження автором: проаналізовано та визначено можливі шляхи підвищення точності роботи системи фазової синхронізації когерентних демодуляторів супутникових телекомунікацій в режимі стеження за несучою частотою; розроблено моделі та методи синтезу системи фазової синхронізації когерентних демодуляторів; розроблено методи побудови системи фазової синхронізації при умові підвищення точності оцінки несучої частоти при кутовій демодуляції сигналу в сталих та перехідних режимах роботи; удосконалено методологію оцінки несучої частоти для когерентних демодуляторів супутникових телекомунікацій з врахуванням особливостей передачі даних; розроблено метод розрахунку нижнього критерію дисперсії оцінки несучої частоти та запропоновано його застосування для оцінки частоти в когерентних демодуляторах супутникових телекомунікацій; розроблено методики оцінки несучої частоти для когерентних демодуляторів в безперервному та пакетному режимах прийому сигналу супутниковими телекомунікаціями; проведено аналіз ефективності розроблених методик для оцінок несучої частоти когерентними демодуляторами супутникових телекомунікацій.

Достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій ґрунтується на коректному використанні теорії математичного аналізу й синтезу складних технічних систем.

Достовірність підтверджується:

- коректною постановкою задачі, використанням вихідних даних, наближених до реальних;
- значною кількістю експериментальних даних, отриманих шляхом комп'ютерного моделювання та порівняльним аналізом отриманих результатів з результатами експериментальних досліджень;
- впровадженням результатів, про що свідчать акти впровадження, наведені в дисертаційній роботі.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у наступному:

- набув подальшого розвитку метод оцінки можливості систем фазової синхронізації супутникових телекомунікацій до підвищення якості функціонування в сталих та перехідних режимах стеження за несучою частотою, який, на відміну від відомих, забезпечує більш стійке функціонування систем фазової синхронізації;
- вперше розроблено модель синтезу комбінованої системи фазової синхронізації супутникової телекомунікації, яка, на відміну від існуючих, забезпечує підвищення порядку астатизму та мінімізацію дисперсії фазової помилки системи синхронізації в ході стеження за несучою частотою;

– вперше розроблено метод побудови комбінованої схеми системи фазової синхронізації супутникової телекомунікації, який, на відміну від існуючих, дозволяє розробити комбіновану схему системи фазової синхронізації при умові мінімізації дисперсії фазової помилки з врахуванням зовнішніх та внутрішніх чинників впливу на ефективність системи в сталих режимах роботи;

– вперше розроблено метод підвищення ефективності роботи комбінованої схеми системи фазової синхронізації супутникової телекомунікації в перехідних режимах роботи, який, на відміну від існуючих дозволяє зменшити перехідну складову фазової помилки та час перехідного процесу в комбінованій системі синхронізації в ході стеження за несучою частотою;

– удосконалено метод підвищення ефективності оцінки несучої частоти в супутникових телекомунікаціях, який на відміну від існуючих забезпечує дисперсію оцінки, близьку до теоретичних границь та враховує особливості прийому та обробки сигналу системами синхронізації когерентних демодуляторів супутникових телекомунікацій;

– удосконалено метод розрахунку нижньої границі дисперсії оцінки несучої частоти, який, на відміну від відомих, забезпечує отримання критерію, призначеного для порівняльної оцінки теоретичної границі та отриманого значення дисперсії оцінки несучої частоти когерентним демодулятором супутникової телекомунікації;

– вперше розроблено методи оцінки несучої частоти для когерентних демодуляторів супутникових телекомунікацій, які, в відмінності від існуючих, дозволяють отримати значення мінімально граничних дисперсій оцінки, близьких до теоретичних границь для безперервного та пакетного режимів прийому сигналу супутниковими телекомунікаціями.

Повнота викладу основних положень дисертації в опублікованих працях. Основні наукові положення та здобутки дисертаційного дослідження викладено в 35 наукових працях. У томи числі: в 3 наукових статтях у періодичних наукових виданнях іноземних держав, які індексуються наукометричною базою Scopus; в 1 науковій статті у періодичному науковому виданні держави, яка входить до Організації економічного співробітництва та розвитку та/або Європейського Союзу; в 20 наукових статтях у періодичних виданнях України включених до “Переліку наукових фахових видань України”, з них 10 опубліковані одноосібно; в 11 тезах доповідей та матеріалах конференцій, з них 3 індексуються міжнародною наукометричною базою Scopus.

Практичне значення результатів дослідження полягає у наступному:

– розроблено модель синтезу комбінованої системи фазової синхронізації когерентних демодуляторів, яка дозволяє синтезувати комбіновані системи синхронізації з підвищенням до другого та вище порядком астатизму;

– побудовано схему системи синхронізації когерентного демодулятора супутникової телекомунікації, яка, при зменшенні до 80% значення дисперсії фазової помилки несучої частоти дозволяє до 2.5 і більше раз збільшити

швидкодію системи в сталому режимі роботи, до 2-3 раз зменшити час перехідного процесу та до 18-20% знизити перехідну складову фазової помилки в порівнянні з існуючими системами синхронізації замкнутого типу.

– уточнено метод визначення теоретично можливої нижньої границі дисперсії оцінки несучої частоти для когерентних демодуляторів супутникових телекомунікацій який надає змогу встановити кількісні характеристики мінімальної дисперсії оцінки при наявності інформації про всі параметри сигналу;

– розроблено метод двоетапної оцінки несучої частоти когерентними демодуляторами в безперервному режимі прийому сигналу супутниковими телекомунікаціями, який враховує вплив «сусідніх» каналів прийому вхідних сигналів та забезпечує оцінку несучої частоти з дисперсіями, що на один – три порядки менше значення дисперсій, отриманих за допомогою існуючих алгоритмів оцінки в інтервалі відношення сигнал/шум від 1 до 6 дБ;

– розроблено метод двоетапної оцінки несучої частоти для когерентних демодуляторів в пакетному режимі прийому сигналу супутниковими телекомунікаціями, який має просту процедуру обрахунку та забезпечує дисперсію оцінки несучої частоти сигналу, максимально наближену до теоретично можливої нижньої границі дисперсії оцінки.

Робота виконувалась згідно напрямків наукових досліджень кафедри засобів захисту інформації Національного авіаційного університету в межах однієї науково дослідної роботи та реалізована в навчальному процесі Національного авіаційного університету. Результати роботи також впроваджені в діяльність АТ «Мотор Січ» та Центрального НДІ озброєння і військової техніки ЗСУ, а також реалізовані при виконанні трьох науково-дослідних робіт та впроваджені в навчальний процес Державного університету телекомунікацій. Всі впровадження та реалізації отриманих в роботі результатів підтверджуються відповідними актами.

Оцінка змісту дисертації, її завершеності та відповідності встановленим вимогам. Дисертаційне дослідження автора є самостійним, оригінальним, завершеним науковим дослідженням, у якому вирішено актуальне наукове завдання.

Дисертаційна робота складається з анотації, змісту, переліку умовних скорочень вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків і має 291 сторінку основного тексту, 56 рисунків та таблиць, 10 сторінок додатків. Список використаних джерел містить 191 найменування і займає 20 сторінок. Загальний обсяг дисертаційної роботи – 321 сторінка.

Робота достатньо проілюстрована графіками й рисунками, а стиль викладу матеріалів досліджень, наукових положень, висновків забезпечує доступність їх сприйняття.

Автореферат та основні положення дисертації за змістом є ідентичними.

Дисертація є завершеною науковою працею.

Зауваження та дискусійні положення щодо змісту дисертації.

1. У дисертаційній роботі автором на основі існуючих схем синхронізації побудована достатньо узагальнена структурна схема замкнутої системи синхронізації, відносно якої проведені дослідження та встановлені невідповідності щодо їх можливостей до підвищення точності та швидкодії. Однак доцільно було б в роботі подати більш конкретизовані результати аналізу існуючих типів схем синхронізації що до можливості підвищення порядку астатизму та забезпечення інваріантності.

2. При розробці методики оцінки впливу обмежень, що формуються впливом випадкового вхідного сигналу на процес мінімізації фазової помилки не розглянуто питання зриву синхронізму. Хоча відомо, що зрив синхронізму пов'язаний саме з інерційністю системи синхронізації, яка формує прийняті в роботі обмеження.

3. При розробці часткової методики мінімізації впливу фазової нестабільності генераторів в частині обґрунтування необхідної ширини смуги пропускання вхідного сигналу не опрацьовані питання завадостійкого кодування та демодуляції сигналу та їх зв'язок з шириною смуги пропускання. Хоча відомо, що вибір коду і алгоритму його декодування, що забезпечують заданий енергетичний вииграш, при невеликому розширенні смуги частот і допустимій складності, є одним з найважливіших завдань удосконалення методів і систем прийому і обробки інформації.

4. В рефераті присутні певні технічні помилки, а саме, відсутній номер виразу для визначення часового параметра ланки складного розімкнутого зв'язку, хоча на його номер в тексті реферату є посилання.

Зазначені зауваження мають в основному рекомендаційний характер і не знижують загальної високої оцінки наукового дослідження, яке в межах визначених автором мети та завдань є цілісним, ґрунтовним, завершеним дослідженням актуальної тематики в сфері телекомунікацій та може бути темою для подальшого дослідження процесів підвищення точності роботи систем синхронізації супутникових телекомунікацій в режимі стеження за несучою частотою.

ВИСНОВОК

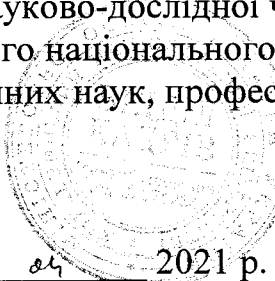
В дисертаційній роботі Туровського Олександра Леонідовича отримані нові науково обґрунтовані результати в галузі телекомунікацій, що забезпечують розв'язання важливої наукової проблеми по підвищенню точності роботи систем фазової синхронізації когерентних демодуляторів супутникових телекомунікацій в режимі стеження за несучою частотою. Дисертаційна робота є завершеною науковою працею на актуальну тему, містить науково обґрунтовані теоретичні результати і положення, що свідчить про особистий внесок здобувача в науку.

Дисертаційна робота Туровського О.Л. відповідає паспорту спеціальності 05.12.13 – «Радіотехнічні пристрої та засоби телекомунікацій»,

вимогам пункту 9, 10 «Про затвердження порядку присудження наукових ступенів», які висуваються до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора наук, а її автор, Туровський Олександр Леонідович заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за науковою спеціальністю 05.12.13 – «радіотехнічні пристрої та засоби телекомунікацій».

Офіційний опонент

Начальник науково-дослідної частини
Хмельницького національного університету
доктор технічних наук, професор



Підпис дійсний _____
Завідуюча _____
Начальник відділу кадрів _____
I.C.Мартинюк

Юлій БОЙКО

“ 20 ” _____ 2021 р.