Голові спеціалізованої вченої ради
Д 26.861.01 Державного університету телекомунікацій Міністерства освіти і науки України

_____

вул. Солом'янська,7, м. Київ, 03110

ВІДГУК

офіційного опонента доктора технічних наук,
доцента ФРИЗА СЕРГІЯ ПЕТРОВИЧА на дисертацію
КОРСУНА ВОЛОДИМИРА ІВАНОВИЧА на тему: "Методика підвищення точності локації несанкціонованих джерел радіовипромінювання на основі теорії пасивного синтезування апертури", яка подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю
05.12.13 – радіотехнічні пристрої та засоби телекомунікацій

Актуальність теми дисертації

Сьогодні темпи зростання кількості радіоелектронних засобів та певна недосконалість їх передавально-приймальної апаратури призводять до суттєвого ускладнення електромагнітної обстановки з високою динамікою її зміни у просторі і часі.

Тому особливу актуальність набуває ефективне частотно-територіальне планування і привласнення частот, що вводяться до експлуатації радіоелектронним засобам, а також контроль над дотриманням правил використання частотних привласнень і інших технічних характеристик радіовипромінювань. Це означає, що радіочастотний моніторинг є важливим елементом системи управління використанням радіочастотного спектру.

Одним із основних завдань радіомоніторингу є виявлення та визначення місцезнаходження джерел радіовипромінювання, які функціонують із порушенням національних й міжнародних стандартів та регламенту. Ефективність

Вхідний ДУТ № 919
«15» 11 2019 р.

вирішення цього завдання істотно залежить як від точності локації джерел радіовипромінювання, так і від часу, необхідного для її реалізації.

Практичне використання існуючих способів локації несанкціонованих джерел радіовипромінювання призводять до обмеження їх потенційної точності.

Одним із шляхів підвищення точності оцінки координат місцезнаходження несанкціонованих джерел радіовипромінювання є застосування теорії синтезованої апертури, використання якої дозволяє значно підвищити точність пеленгації на визначених інтервалах часу радіомоніторингу.

Зважаючи на вище наведене, актуальним питанням є розробка методики підвищення точності локації несанкціонованих джерел радіовипромінювання на основі теорії пасивного синтезування апертури, що є перспективним і економічно обґрунтованим напрямом розвитку науки і техніки на сучасному етапі.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

Обґрунтованість і достовірність наукових результатів, висновків та рекомендацій, викладених в дисертаційній роботі, досягаються ретельним багатостороннім системним аналізом існуючих процесів у сфері телекомунікацій взагалі та у об'єкті дослідження зокрема.

Достовірність одержаних результатів

Під час проведення досліджень автор спирається на відомі факти та наукові досягнення у обраній сфері. Для вирішення поставлених в роботі наукових завдань автором використовувався сучасний математичний апарат теорії синтезованих апертур; теорії оптимальної фільтрації і статистичного оцінювання; теорії оптимальної класифікації, ідентифікації та розпізнавання; теорії оптимального управління; лінійної алгебри; теорії імовірності й математичної статистики та теорії матриць.

Коректне використання методів досліджень та математичного апарату підтверджується результатами аналітичних доведень через математичні перетворення та імітаційне моделювання, а також практичними результатами, які відображено в актах впровадження.

Наукова новизна та важливість результатів

В дисертаційній роботі шляхом використання теорії синтезованих апертур розроблена нова методика підвищення точності локації несанкціонованих джерел радіовипромінювання, яка може бути застосована на етапах проектування і експлуатації перспективних систем радіомоніторингу із багатопозиційним прийомом і отримано наступні нові наукові результати:

1. Проведено аналіз сучасного стану і тенденцій розвитку методів та засобів радіомоніторингу, результати якого дозволили виявити його недоліки та визначити шляхи подальшого удосконалення в існуючих та перспективних системах радіоспостереження.

2. Удосконалено структурну побудову системи мобільного радіомоніторингу із багатопозиційним прийомом сигналів від несанкціонованих джерел радіовипромінювання, використання якої дозволить забезпечити підвищення точності їх локації при заданому часі спостереження.

3. Вперше отримане вирішальне правило виявлення і розпізнавання несанкціонованих джерел радіовипромінювання системами радіомоніторингу із змінною в часі відносною просторовою структурною побудовою, яка на відміну від відомих, побудована на небайєсовських правилах прийняття рішень.

4. Отримали подальший розвиток модифіковані рівняння згладжування параметрів траєкторії ведених носіїв бортових радіоприймальних пристроїв на інтервалах часу моніторингу за несанкціонованими джерелами радіовипромінювання за рахунок використання інформації про поточні координати ведучого носія.

5. Удосконалено алгоритми радіокорекції траєкторій носіїв бортових локаційних засобів, використання яких дозволяє реалізувати необхідну просторову конфігурацію системи спостереження для підвищення точності локації джерел радіовипромінювань.

6. Вперше розроблена методика підвищення точності локації несанкціонованих джерел радіовипромінювання на основі теорії пасивного синтезування апертури, використання якої, на відміну від відомих, дозволить визначати координати розташування об'єктів спостереження в умовах інформаційної невизначеності за рахунок багатопозиційного прийому.

Проведені наукові дослідження та отримані результати забезпечили вирішення актуальної наукової задачі - підвищення точності визначення координат несанкціонованих джерел радіовипромінювання за рахунок застосування розробленої методики.

Наукова новизна положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертації, підтверджується відсутністю аналогічних підходів у відкритих джерелах.

Аргументування та критичне оцінювання порівняно з відомими рішеннями запропонованих автором рішень

Метою дисертаційної роботи є підвищення точності локації несанкціонованих джерел радіовипромінювання за рахунок розробки нового науково-методичного апарату.

Об'єкт дослідження - процес локації джерел радіовипромінювання мобільними засобами моніторингу в умовах багатопозиційного прийому сигналу.

Предмет дослідження – моделі, методи, методики і алгоритми підвищення точності визначення місцезнаходження джерел радіовипромінювання, які ґрунтуються на теорії пасивного синтезування апертури.

Вирішення поставленої в роботі наукової задачі реалізоване шляхом розв'язання наступних завдань:

1. Проведення аналізу існуючого науково-методичного апарату отримання й обробки інформації про несанкціоновані джерела радіовипромінювання існуючими засобами радіомоніторингу.

2. Визначення раціональної структурної побудови мобільної системи радіомоніторингу із багатопозиційним прийомом просторово-часового сигналу від джерел випромінювання.

3. Розробка методики виявлення і розпізнавання завадового випромінювання системою радіомоніторингу із змінною в часі відносною просторовою структурною конфігурацією рухомих радіолокаційних вимірювачів.

4. Модифікація рівнянь згладжування параметрів траєкторії рухомих радіолокаційних вимірювачів за рахунок додаткової інформації.

5. Удосконалення алгоритмів радіокерування групою носіїв радіолокаційних вимірювачів.

6. Розробка методики підвищення точності локації несанкціонованих джерел радіовипромінювання на основі теорії пасивного синтезування апертури.

Практична значимість та важливість для галузі полягає у тому, що обраний напрям досліджень відповідає тематиці науково-дослідних робіт Державного університету телекомунікацій. Результати дисертаційної роботи знайшли застосування науково-дослідних роботах: «Оптимальне приймання сигналів в телекомунікаційних системах» (держ. реєстр. № 0117U003731) та «Управління системами зі складною (дробовою та дискретно-неперервною) динамікою інфокомунікаціях» (держ. реєстр. № 0115U002977), у науково-технічній діяльності ТОВ «РДЛ» при виборі проектних рішень оновлення засобів моніторингу систем мобільного зв'язку. Впровадження результатів досліджень підтверджуються відповідними актами.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність у цілому, відповідність оформлення дисертації вимогам, затвердженим МОН України

Дисертація складається з чотирьох розділів, в яких логічно та послідовно, з вичерпною повнотою, на прийнятному науково-технічному рівні викладено рішення поставлених задач дослідження.

У *вступі* обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету і задачі дослідження, визначено об'єкт, предмет, методи дослідження, визначено наукову новизну і практичне значення отриманих результатів, представлено загальну характеристику роботи, апробацію, особистий внесок автора, а також публікації за темою дисертації.

У *першому розділі* розглянуто сучасний стан та основні тенденції розвитку методів та засобів радіомоніторингу. Проведений аналіз свідчить про те, що створення сучасної системи радіочастотного моніторингу є складним і тривалим процесом, який включає елементи розробки проекту цієї системи, розробку структури і створення топології системи, закупівлю необхідного обладнання і програмного забезпечення, практичне утворення стаціонарних і мобільних станцій моніторингу, формування структурних підрозділів, підготовку фахівців тощо.

При створенні сучасної системи радіочастотного моніторингу необхідно враховувати загальні тенденції розвитку технологій радіозв'язку, особливості характеристик і застосування сучасних технологій радіозв'язку, зміни у порядку

використання частот, напрямки адаптивного розвитку технологій проведення радіомоніторингу тощо.

Доведено, що одною з основних тенденцій розвитку мобільних станцій радіомоніторингу є покращення точності пеленгування та визначення місцезнаходження несанкціонованих джерел радіовипромінювання за рахунок створення відповідного науково-методичного апарату. В кінці розділу приведено постановку наукової задачі дослідження.

У *другому розділі* автором запропоновано модель системи мобільного радіомоніторингу із багатопозиційним прийомом інформації. Аналіз моделі дозволяє стверджувати про доцільність її використання для успішного вирішення задачі класифікації джерел радіовипромінювання. Обрана в роботі модель просторової побудови системи радіомоніторингу передбачала необхідність реалізації оцінки параметрів руху ведених носіїв локаційних засобів в просторі неповного вектору вимірів їх координат.

Автором отримані модифіковані рівняння згладжування параметрів траєкторії ведених носіїв бортових локаційних засобів за рахунок використання інформації про поточні координати ведучого носія, практичне використання яких дозволяє підвищити точність оцінки координат несанкціонованих джерел випромінювання.

Визначені команди радіокерування рухом носіїв бортових локаційних засобів, застосування яких дозволяє реалізувати необхідну просторову конфігурацію системи спостереження для підвищення точності локації несанкціонованих джерел радіовипромінювань.

У *третьому розділі* автором запропонований науково-методичний апарат класифікації (виявлення, розпізнавання та визначення координат) несанкціонованих джерел радіовипромінювання системою радіомоніторингу із змінною в часі відносною просторовою структурною побудовою.

Отримана методика підвищення точності локації несанкціонованих джерел радіовипромінювання на основі теорії пасивного синтезування апертури.

На підставі отриманої методики наведена оцінка точності визначення координат несанкціонованих джерел радіовипромінювання.

У *четвертому розділі* автором розроблені практичні рекомендації щодо застосування запропонованих методів локації і ідентифікації несанкціонованих джерел радіовипромінювання.

Висновки дисертаційної роботи підкреслюють наукову новизну і практичну цінність розробок для системи радіомоніторингу України.

Список використаних джерел та посилань на них у тексті дисертації свідчить, що під час роботи проаналізовано всі сучасні результати наукових досліджень провідних вчених світу.

Оцінка мови та стилю викладання дисертації і автореферату. Мова та стиль дисертації та автореферату свідчать про вміння автора аргументовано формулювати думки. Всі розділи роботи мають внутрішню єдність та завершеність. Змістовне наповнення підрозділів роботи відповідає змісту визначених розділів.

Отримані підсумкові результати дисертації повністю співпадають із метою і науковими завданнями, сформульованими у вступі. В цілому дисертаційна робота сприймається як закінчена наукова праця, що містить нові наукові результати.

Підтвердження повноти викладу результатів дисертації в наукових фахових виданнях. Наукова новизна безсумнівна та достатня для дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук.

Основні результати дисертаційних досліджень опубліковані у 16 наукових працях. Серед них – 7 статей в науково-технічних журналах, збірниках наукових праць та 9 матеріалів доповідей на науково-технічних конференціях різного рівня.

Відповідність змісту автореферату основним положенням дисертації

Зміст автореферату відповідає основним положенням дисертації і дає повне уявлення про отримані автором основні результати дослідження, їх новизну та практичну значимість.

Недоліки

1. У першому розділі дисертаційної роботи при аналізі тенденцій розвитку сучасних радіотехнологій на стор. 19 – 30 наведено матеріал тільки текстового характеру. Цей аналіз був би зручнішим для сприйняття, якщо б частину вказаного матеріалу навести у вигляді рисунків і таблиць.

2. У першому розділі роботи, на мій погляд, бажано більше уваги приділити обґрунтуванню доцільності застосування апарату багатопозиційної локації для реалізації порівняльного аналізу ефективності існуючих і запропонованої системи радіомоніторингу.

3. У другому розділі дисертації при розробці математичної моделі функціонування мобільної системи радіомоніторингу із багатопозиційним прийомом локаційної інформації бажано більш деталізовано висвітлити обмеження щодо функціонального призначення запропонованої системи радіомоніторингу при обґрунтуванні її структури.

4. У третьому розділі на рис 3.9 представлено алгоритм визначення пеленгів на джерело радіовипромінювання. На мою думку, для кращого сприйняття цього алгоритму було б доцільно об'єднати рис.3.8а та рис. 3.8б в єдину графічну інтерпретацію необхідної просторової конфігурації системи радіомоніторингу на інтервалах часу, визначених тривалістю спостереження за виявленими джерелами випромінювання.

5. На рис 3.11. представлено блок-схему реалізації методики підвищення точності локації несанкціонованих джерел радіовипромінювання на основі теорії пасивного синтезування апертури. На мій погляд, доцільно було б більш детально описати цю блок-схему в частині, що стосується часової синхронізації функціонування наземної та рухомої складових запропонованої автором системи моніторингу.

6. У третьому розділі дисертаційної роботи, на мій погляд, бажано навести більше пояснень до результатів досліджень, отриманих при оцінці точності визначення координат несанкціонованого джерела радіовипромінювання (графіки на рис. 3.12).

7. У четвертому розділі дисертаційної роботи, при описі існуючих і перспективних інструментів аналізу радіовипромінювань для реалізації запропонованої автором методики, було б доцільним провести оцінку можливості додаткового підвищення ефективності застосування цієї методики за умови використання перспективних засобів аналізу радіовипромінювань.

Висновки

1. Дисертаційна робота за змістом є закінченим науковим дослідженням, що містить нові науково-обґрунтовані результати, важливі на сучасному етапі перспективного розвитку національних телекомунікаційних мереж і відповідає вимогам паспорту спеціальності 05.12.13 – радіотехнічні пристрої та засоби телекомунікацій.

2. Автореферат повністю відповідає змісту дисертації.

3. Поставлені в роботі наукові задачі вирішені в повному обсязі, мета дослідження досягнута.

4. За науковим рівнем, практичною цінністю, апробацією та публікаціями дисертаційна робота відповідає п. 9, 10 та 12 вимог «Порядку присудження наукових ступенів», а її автор – Корсун Володимир Іванович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.13 – радіотехнічні пристрої та засоби телекомунікацій.

Офіційний опонент
начальник кафедри телекомунікацій та радіотехніки
Житомирського військового інституту
ім. С. П. Корольова доктор технічних наук,
доцент С. П. ФРИЗ

Підпис Фриза С.П. засвідчую.
ТВО начальника відділу персоналу та стройового
В. Ю. КІСЕЛЬОВ