



УКРАЇНА

(19) UA (11) 50659 (13) A

(51) B G01C21/00, G01S11/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ**ОПИС**  
**ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ**  
**НА ВІНАХІД**Видається під  
відповідальність  
власника  
патенту**(54) СПОСІБ ВИМІРЮВАННЯ ДАЛЬНОСТІ**

1

2

(21) 2002042714

(22) 04 04 2002

(24) 15 10 2002

(46) 15 10 2002, Бюл. № 10, 2002 р.

(72) Сіліч Валерій Прокопович, Полюга Валентин Петрович, Обод Іван Іванович

(73) ПІВДЕННИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ ТА НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ АВІАЦІЙНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

(57) Спосіб вимірювання дальності, який полягає в тому, що бортовим запитувачем випромінюють кодівий сигнал запиту дальності на несучій частоті  $f_1$ , який приймають наземним відповідачем, випромінюють кодівий сигнал відповіді дальності на несучій частоті  $f_2$ , який приймають та декодують

бортовим запитувачем і по часу запізнення між випроміненим та прийнятим кодівими сигналами дальності вимірюють дальність, який відрізняється тим, що наземним відповідачем в відомий момент часу випромінюють беззапитний кодівий сигнал дальності на несучій частоті  $f_2$ , який приймають бортовим запитувачем, декодують, порівнюють результати вимірювання дальності по прийнятим сигналам, за результатом порівняння синхронізують шкалу часу бортового запитувача і по часу запізнення між відомим моментом часу випромінення та прийому беззапитного кодівого сигналу дальності в подальшому випромінюють дальність

Вінахід, що пропонується, відноситься до галузі систем радіонавігації і призначений, зокрема, для вимірювання дальності в системах ближньої навігації

Відомий спосіб вимірювання дальності полягає в тому, що бортовим запитувачем випромінюють сигнал запиту дальності, який приймають та декодують наземним відповідачем, затримують на певний час і випромінюють кодівий сигнал відповіді, який приймають та декодують бортовим запитувачем і по часу запізнення між випроміненим та прийнятим кодівими сигналами вимірюють дальність [1]

Спільними ознаками аналогу і способу, що заявляється, є прийоми та операції бортовим запитувачем випромінюють сигнал запиту дальності, який приймають та декодують наземним відповідачем і випромінюють кодівий сигнал відповіді, який приймають та декодують бортовим запитувачем і по часу запізнення між випроміненим та прийнятим кодівими сигналами вимірюють дальність

Однак практична реалізація відомого способу заснована на випроміненні бортовим запитувачем коду запиту. Цей код приймається наземним відповідачем, декодується і по результату декодування наземний відповідач випромінює кодівий сигнал. Кодівий сигнал наземного відповідача

приймається та декодується бортовим запитувачем. По часу запізнення між випроміненим та прийнятим кодівими сигналами у бортовому запитувачі вимірюють дальність. Таким чином, у відомому способі на кожний сигнал запиту дальності формується сигнал відповіді, що значно знижує як пропускну спроможність, так і завадостійкість даного способу. Справді, у відомому способі до обслуговування приймаються всі сигнали запиту дальності, серед яких можуть бути несанкціоновані запити протилежної сторони, а також сигнали запиту, що утворилися в результаті хибних тривог першого і другого роду. Таким чином можна стверджувати, що технічна реалізація відомого способу вимірювання дальності можлива на принципі запитного методу, у якому радіозаглушення наземного відповідача виключить проведення вимірювання дальності взагалі. Крім того, відсутність сигналу відповіді не дозволяє бортовому вимірювачеві дальності перейти на вимірювання дальності за принципом стеження

Недоліком відомого способу є низька завадостійкість

Найбільш близьким технічним рішенням обраним в якості прототипу, є спосіб вимірювання дальності, у якому бортовим запитувачем випромінюють кодівий сигнал запиту дальності на несучій частоті  $f_1$ , який приймають наземним від-

(13) A

(11) 50659

(19) UA

повідачем, декодують, затримують на певний час і випромінюють кодівий сигнал відповіді дальності на несвівній частоті  $f_2$ , який приймають та декодують бортовим запитувачем і по часу запізнення між випроміненим та прийнятим кодовим сигналами запиту дальності вимірюють дальність [2]

Спільними ознаками прототипу та способу, що заявляється, є прийоми та операції бортовим запитувачем випромінюють сигнал запиту дальності, який приймають та декодують наземним відповідачем і випромінюють кодівий сигнал відповіді дальності, який приймають та декодують бортовим запитувачем і по часу запізнення між випроміненим та прийнятим кодовим сигналами дальності вимірюють дальність

Відомий спосіб вимірювання дальності побудований по принципу відкритої системи масового обслуговування і його практична реалізація заснована на випромінненні бортовим запитувачем кодового сигналу запиту дальності. Цей кодівий сигнал запиту приймається наземним відповідачем, декодується та по результату декодування наземний відповідач випромінює певний кодівий сигнал відповіді. Кодівий сигнал наземного відповідача приймається та декодується бортовим запитувачем. По часу запізнення між кодовими сигналами запиту та відповіді вимірюють дальність. Таким чином, у відомому способі на кожний сигнал запиту дальності формується сигнал відповіді дальності, що значно знижує як пропускну спроможність, так і завадостійкість даного способу. Справді, у відомому способі не виключена можливість несанкціонованого використання наземного відповідача протилежною стороною, що дозволяє повністю паралізувати всю систему вимірювання дальності, а отже, і всю систему ближньої навігації, реалізовану на даному способі. Це викликано відсутністю операцій у відомому способі, які б дозволяли виключити несанкціоноване використання наземного відповідача протилежною стороною, а також істотно зменшити ймовірність утворення сигналів запиту на підставі ймовірності хибних тривог першого та другого роду. Крім того, відсутність сигналу відповіді не дозволяє бортовому вимірювачу дальності перейти на вимірювання дальності за принципом стеження, що характеризує відомий спосіб вимірювання дальності як низько завадостійкий. Низька завадостійкість відомого способу вимірювання дальності обумовлена виконуючими операціями, які характеризують відкриту систему масового обслуговування з відмовами. Дійсно, у відомому способі немає операцій, які дозволили б застосувати запитний принцип побудови

Недоліком способу - прототипу є низька завадостійкість

В основу винаходу поставлено завдання створити спосіб вимірювання дальності, в якому введенням нових операцій випроміннення в відомий момент часу беззапитного кодового сигналу дальності на несвівній частоті  $f_2$ , приймання його, декодування, порівняння результатів вимірювання дальності по прийнятим сигналам, синхронізації шкали часу бортового запитувача і вимірюванні у подальшому дальності по часу запізнення між відомим моментом часу

випроміннення та прийому беззапитного кодо-

вого сигналу з'явилася б можливість переходу від запитного до запитно-беззапитного принципу вимірювання дальності і за рахунок цього підвищувалася б завадостійкість

Поставлене завдання вирішується тим, що в способі вимірювання дальності, який полягає в тому, що бортовим запитувачем випромінюють кодівий сигнал запиту дальності на несвівній частоті  $f_1$ , який приймають наземним відповідачем, випромінюють кодівий сигнал відповіді дальності на несвівній частоті  $f_2$ , який приймають та декодують бортовим запитувачем і по часу запізнення між випроміненим та прийнятим кодовим сигналами дальності вимірюють дальність, також додатково наземним відповідачем в відомий момент часу випромінюють беззапитний кодівий сигнал дальності на несвівній частоті  $f_2$ , який приймають бортовим запитувачем, декодують, порівнюють результати вимірювання дальності по прийнятим сигналам, за результатом порівняння синхронізують шкалу часу бортового запитувача і по часу запізнення між відомим моментом часу випроміннення та прийому беззапитного кодового сигналу дальності в подальшому вимірюють дальність

Суттєвість запропонованого способу полягає в наступному

Бортовим запитувачем у певний час випромінюють кодіві сигнали запиту дальності, які приймають наземним відповідачем. Далі декодують кодіві сигнали запиту дальності та формують кодівий сигнал відповіді дальності. Кодівий сигнал відповіді дальності випромінюють за допомогою наземного відповідача, приймають за допомогою антени та приймача бортового запитувача, декодують і по часу запізнення між кодовими сигналами запиту та відповіді дальності вимірюють дальність, яку у подальшому використовують для синхронізації шкали часу бортового запитувача. Крім того, у певний момент часу, відомий для усіх користувачів, наземним відповідачем випромінюють беззапитний кодівий сигнал, який приймають бортовим запитувачем і по часу запізнення беззапитному кодовому сигналу відносно сигналу запиту синхронізують шкалу часу бортового запитувача. У подальшому вимірюють дальність за допомогою прийому беззапитного кодового сигналу. Отже, вимірювання дальності за допомогою каналу запиту у запропонованому способі використовується тільки для виконання операції синхронізації шкали часу бортового запитувача, яка проводиться через певні проміжки часу, визначені стабільністю еталону часу бортового запитувача. Таким чином, у запропонованому способі, завдяки новим операціям, вдається вимірювати дальність за рахунок використання беззапитного кодового сигналу і, за рахунок цього, перейти від запитного вимірювання дальності, як це здійснюється у прототипі, до запитно-беззапитного вимірювання дальності. Це дозволяє виключити вплив навмисних корельованих завад, а також значно зменшити ймовірність утворення сигналів запиту на підставі хибних тривог першого та другого роду, що призводить до підвищення завадостійкості запропонованого способу

Пропонований спосіб, по виконуваним операціям, може бути реалізований як відкрита система

масового обслуговування з очікуванням, в той час як спосіб-прототип - як відкрита система масового обслуговування з відмовою. Це також істотно впливає на підвищення завадостійкості запропонованого способу в порівнянні з прототипом. Крім того, за здійснюваними операціями запропонований спосіб відноситься до запитно-беззапитних, що дозволяє значно підвищити завадостійкість запропонованого способу за рахунок повної відсутності недоліків запитного способу вимірювання дальності.

Спосіб, що пропонується, може бути реалізований, наприклад, за допомогою системи вимірювання дальності, структурна схема якої наведена на кресленні. Система вимірювання дальності містить бортовий запитувач 1, який містить антену 2, перший дешифратор 3, приймач 4, другий дешифратор 5, елемент "ИЛИ" 6, лічильник 7, формувач шкали часу 8, формувач кодового сигналу запиту 9 та передавач 10, наземний відповідач 11, який містить антену 12, передавач 13, елемент "ИЛИ" 14, приймач 15, формувач кодового сигналу відповіді 16, формувач шкали часу 17 та формувач беззапитного кодового сигналу 18.

При цьому антена 2 бортового запитувача 1 з'єднана з виходом передавача 10 і з входом приймача 4, вихід якого з'єднаний з інформаційним входом першого дешифратора 3 і з інформаційним входом другого дешифратора 5, керуючий вхід якого з'єднаний з другим керуючим виходом формувача шкали часу 8, перший керуючий вхід якого з'єднаний з керуючим входом першого дешифратора 3, вихід якого з'єднаний з першим входом елемента "ИЛИ" 6, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого дешифратора 5, а вихід - з керуючим входом лічильника 7, вихід якого з'єднаний з виходом системи вимірювання дальності і з інформаційним входом формувача шкали часу 8, синхровихід якого з'єднаний з входом обнуління лічильника 7, а інформаційний вихід - з входом формувача кодового сигналу запиту 9, вихід якого з'єднаний з входом передавача 10, а антена 12 наземного відповідача 11 з'єднана з виходом передавача 13 та з входом приймача 15, вихід якого з'єднаний з входом формувача кодового сигналу відповіді 16, вихід якого з'єднаний з першим входом елемента "ИЛИ" 14, вихід якого з'єднаний з входом передавача 13, а другий вхід - з виходом формувача беззапитного кодового сигналу 18, вхід якого з'єднаний з виходом формувача шкали часу 17.

Спосіб, що пропонується, реалізують наступним чином.

На інформаційному виході формувача шкали часу 8 у певний момент часу формують імпульси запуску, котрі поступають на вхід формувача кодового сигналу запиту 9. Одночасно за допомогою формувача шкали часу 8 формують на синхровиході сигнал, який запускає лічильник 7. За допомогою формувача кодового сигналу запиту 9 формують кодовий сигнал запиту дальності, який за допомогою передавача 10 і антени 2 випромінюють у простір. Цей кодовий сигнал запиту дальності приймають антеною 12 наземного відповідача 11. У подальшому цей сигнал обробляють приймачем 15, з виходу якого декодований сигнал

поступає на формувач кодового сигналу відповіді 16. За допомогою формувача кодового сигналу відповіді 16 формують кодовий сигнал відповіді дальності, який в подальшому проходить крізь елемент "ИЛИ" 14 і за допомогою передавача 13 і антени 12 наземного відповідача 11 випромінюють у простір. На бортовому запитувачі 1 цей сигнал за допомогою антени 2 та приймача 4 приймають та обробляють. Сигнал виходу приймача 4 поступає на вхід першого дешифратора 3, у якому його декодують. Вихідний імпульс дешифратора 3 проходить крізь елемент "ИЛИ" 6 і зупиняє лічіння лічильника 7, рахунок якого відповідає вимірній дальності. Таким чином, за допомогою лічильника 7 вимірюють дальність між бортовим запитувачем 1 і наземним відповідачем 11. Виміряна дальність з виходу лічильника 7 поступає на вихід системи вимірювання, а також на інформаційний вхід формувача шкали часу 8. У подальшому в певний проміжок часу формувач шкали часу 17 наземного відповідача 11 формує вихідний імпульс, за допомогою якого формувач беззапитного кодового сигналу 18 формує сигнал, що проходить крізь елемент "ИЛИ" 14 і за допомогою передавача 13 і антени 12 у простір випромінюється кодовий сигнал. Формувач шкали часу 8 бортового запитувача у цей момент часу запускає лічильник 7, за допомогою якого вимірюють дальність. Випромінений беззапитний кодовий сигнал за допомогою антени 2 і приймача 4 приймають і за допомогою другого дешифратора 5 декодують. Імпульс з виходу другого дешифратора 5 через елемент "ИЛИ" 6 зупиняє лічильник 7. Код дальності з виходу лічильника 7 поступає на вхід формувача шкали часу 8 і проводить синхронізацію шкали часу останнього. Цією операцією шкали часу бортових запитувачів приводяться у відповідність зі шкалою часу наземного відповідача. У подальшому вимірювання дальності проводиться по беззапитному кодовому сигналу, який взаємноперпендикулярний кодовому сигналу відповіді, що дозволяє надійно розділяти ці сигнали у бортовому запитувачі. Через певний момент часу знову проводять синхронізацію шкали часу бортового запитувача по розглянутій методиці. Це необхідно в зв'язку з тим, що еталони часу мають кінцеву стабільність.

Технічна реалізація означених на кресленні блоків може бути самою різною і не викликає труднощів для розробників радіоелектронної апаратури. Основні блоки такі ж, як і в існуючих системах ближньої навігації [1]. На кресленні не показані антени перемикачі. Кожний дешифратор включає до себе крім себе і реєстр (на кресленні не показаний). Формувачі кодових сигналів запиту та відповіді 9, 16 та 18 можуть бути реалізовані на пристрої затримки та елементи "ИЛИ". Формувачі шкали часу можуть бути реалізовані на стабільному генераторі та лічильниках.

Спосіб, що пропонується, у порівнянні з прототипом має наступну технічну перевагу завдяки введенню нових операцій, вдається перейти від запитного способу вимірювання дальності до запитно-беззапитного способу вимірювання дальності, у якому запит дальності використовується тільки для синхронізації шкали часу бортового запитувача, а вимірюють дальність з використанням безза-

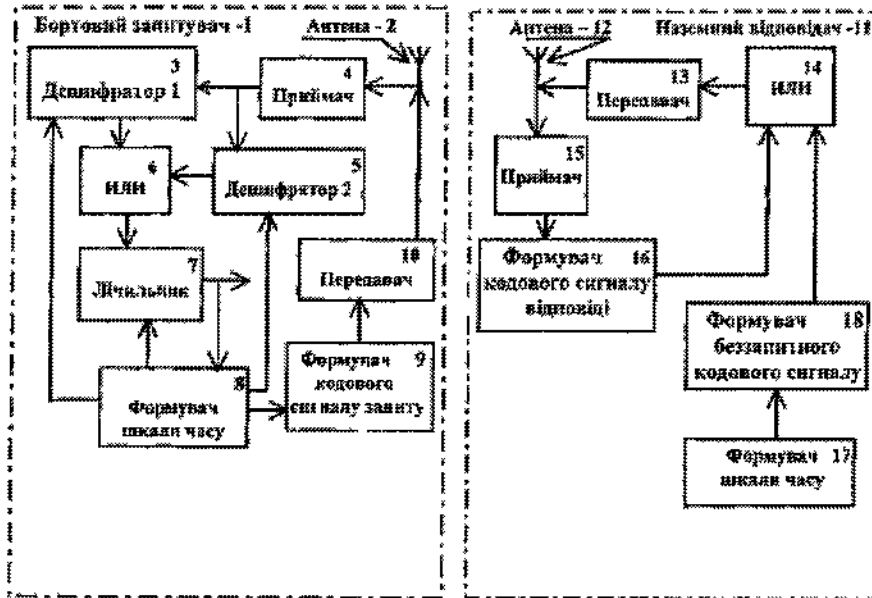
питного методу Це дозволило виключити вплив навмисних корельованих завад, що привело до значного підвищення завадостійкості запропонованого способу

Джерела інформації

1 Белавин О В Основы радионавигации - М Советское радио, 1967, С 211-212

2 Сосновский А А, Хаймович И А Авиационная радионавигация Справочник - М Транспорт, 1980 С 90-91 (прототип)

3 Чердынцев В А Радиотехнические системы - Минск "Вышэйшая школа", 1988, рис 2 19, 2 20, С 57-59



Фіг.

ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)

вул Сим'ї Хохлових, 15, м Київ, 04119, Україна

(044) 456 - 20 - 90

ТОВ «Міжнародний науковий комітет»

вул Артема, 77, м Київ, 04050, Україна

(044) 216 - 32 - 71