



УКРАЇНА

(19) UA (11) 67632 (13) U
(51) МПК
G01S 17/42 (2006.01)
G01S 17/66 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) КАНАЛ ВИМІРЮВАННЯ КУТОВИХ ШВИДКОСТЕЙ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ ЛІВС З РОЗШИРЕНИМ НАБОРОМ ПОЛЯРИЗАЦІЙНИХ ОЗНАК РОЗПІЗНАВАННЯ ЛА

1

2

(21) u201112039

(22) 13.10.2011

(24) 27.02.2012

(46) 27.02.2012, Бюл. № 4, 2012 р.

(72) КОЛОМІЙЦЕВ ОЛЕКСІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ, АЛЬОШИН ГЕННАДІЙ ВАСИЛЬОВИЧ, ВАСИЛЬЄВ ДМИТРО ГЕННАДІЙОВИЧ, ВОРОБІОВ РУСЛАН ВОЛОДИМИРОВИЧ, РУБАН ІГОР ВІКТОРОВИЧ, РЯБУХА ЮРІЙ МИКОЛАЙОВИЧ, САЧУК ІГОР ІВАНОВИЧ, СКОРІН ЮРІЙ ІВАНОВИЧ, ХРАПЧИНСЬКИЙ ВАСИЛЬ ОЛЕГОВИЧ, ХУДАРКОВСЬКИЙ КОСТЯНТИН ІГОРОВИЧ

(73) ХАРКІВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ІМЕНІ ІВАНА КОЖЕДУБА

(57) Канал вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів для ЛІВС з розширеним набором поляризаційних ознак розпізнавання ЛА, який містить керуючий елемент, блок керування дефлек-

торами, лазер з накачкою, селектор подовжніх мод, блок дефлекторів, передавальну оптику, приймальну оптику, фотодетектор, широкосмуговий підсилювач (ШП), резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувачі імпульсів, тригери "1"|"0", схеми І, реверсивні лічильники, схеми порівняння, електронно-цифрову обчислювальну машину та $\Delta v_{\text{мод}}$ - введення опорних сигналів з частотами міжмодових биттів ($\Delta v_{\text{мод}}$, $2\Delta v_{\text{мод}}$, $3\Delta v_{\text{мод}}$, $6\Delta v_{\text{мод}}$) від передавального лазера, який відрізняється тим, що після ШП замість модифікованого інформаційного блока введено інформаційний блок з розширеними можливостями із б-введенням сигналу тангенціальної складової швидкості (кутових швидкостей) літального апарата, що виміряна.

Запропонована корисна модель належить до галузі електров'язку і може бути використана для побудови передаючої частки лазерної інформаційно-вимірювальної системи (ЛЮС) з частотно-часовим методом (ЧЧМ) пошуку, розпізнавання та вимірювання параметрів руху літального апарата (ЛА).

Відомий "Канал вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів для лазерної інформаційно-вимірювальної системи" [1], який містить керуючий елемент (КЕ), блок керування дефлекторами (БКД), лазер з накачкою (ЛН), селектор подовжніх мод (СПМ), блок дефлекторів (БД), передавальну оптику (ПРДО), приймальну оптику (ПРМО), фотодетектор (ФТД), широкосмуговий підсилювач (ІШ), інформаційний блок (ІБ) для інформаційного взаємозв'язку з ЛА, резонансні підсилювачі (РП), настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувачі імпульсів (ФІ), тригери "1"|"0", схеми І, резонансні лічильники (РЛч), схеми порівняння (СП), електронно-цифрову обчислювальну машину (ЕЦОМ), блоки відображення інформації (БВІ)

та $\Delta v_{\text{мод}}$ - введення опорних сигналів з частотами

міжмодових биттів ($\Delta v_{\text{мод}}$, $2\Delta v_{\text{мод}}$, $3\Delta v_{\text{мод}}$, $6\Delta v_{\text{мод}}$) від лазера, що передає.

Недоліками каналу є те, що канал не може формувати та обробляти зображення ЛА.

Найбільш близьким до запропонованого технічним рішенням, обраним як прототип є "Канал вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів для ЛІВС з можливістю формування та обробки зображення ЛА" [2], який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор подовжніх мод, блок дефлекторів, передавальну оптику, приймальну

оптику, фотодетектор, широкосмуговий підсилювач, модифікований інформаційний блок (МІБ) для інформаційного взаємозв'язку з ЛА та, в разі необхідності, формування і обробки його зображення, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувачі імпульсів, тригери "1"|"0", схеми І, реверсивні лічильники, схеми порівняння, електронно-цифрову обчислювальну машину та $\Delta v_{\text{мод}}$ - вве-

(13) U

(11) 67632

(19) UA

дення опорних сигналів з частотами міжмодових биттів ($\Delta v_{\text{мод}}$, $2\Delta v_{\text{мод}}$, $3\Delta v_{\text{мод}}$, $6\Delta v_{\text{мод}}$) від лазера, що передає.

Недоліком каналу-прототипу є те, що він не використовує прямі виміри тангенціальної швидкості (кутових швидкостей) для детального розпізнавання ЛА.

В основу корисної моделі поставлена задача створити канал вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів для ЛІВС з розширеним набором поляризаційних ознак розпізнавання ЛА, який дозволить здійснювати інформаційний взаємозв'язок з ЛА, високоточне вимірювання кутових швидкостей (прискорення α' і β') у широкому діапазоні дальностей, починаючи з початкового моменту його польоту та, завдяки використанню його поляризаційних ознак, що отримуються, детально розпізнавати ЛА за короткий час.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що у канал-прототип, який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор подовжніх мод, блок дефлекторів, передавальну оптику, приймальну оптику, фотодетектор, широкопasmовий підсилювач, модифікований інформаційний блок для інформаційного взаємозв'язку з ЛА та, в разі необхідності, формування і обробки його зображення, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувачі імпульсів, тригери "1"|"0", схеми І, реверсивні лічильники, схеми порівняння, електронно-цифрову обчислювальну машину, блок відображення інформації та

$\Delta v_{\text{мод}}$ - введення опорних сигналів з частотами міжмодових биттів ($\Delta v_{\text{мод}}$, $2\Delta v_{\text{мод}}$, $3\Delta v_{\text{мод}}$, $6\Delta v_{\text{мод}}$) від лазера, що передає, після ШП замість МІБ введено інформаційний блок з розширеними можливостями (ІБРМ) із б - введенням сигналу тангенціальної складової швидкості (кутових швидкостей) ЛА, що виміряна.

Побудова каналу вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів для ШВС з розширеним набором поляризаційних ознак розпізнавання ЛА пов'язана з використанням синхронізованого одномодового багаточастотного випромінювання лазера-передавача та ЧЧМ [3].

Технічний результат, який може бути отриманий при здійсненні корисної моделі полягає в інформаційному взаємозв'язку з ЛА, високоточному вимірюванні кутової складової швидкості (прискорення α' і β') у широкому діапазоні дальностей, починаючи з початкового моменту його польоту та розширенні набору поляризаційних ознак розпізнавання ЛА, що отримуються, підвищенні ефективності і скороченні часу на його розпізнавання.

На фіг. 1 приведена узагальнена структурна схема запропонованого каналу, де: 1 - вимірювальний сигнал; 2 - інформаційний сигнал та сигнал

із просторовою модуляцією поляризації; $\Delta v_{\text{мод}}$ - введення опорних сигналів з частотами міжмодових биттів ($\Delta v_{\text{мод}}$, $2\Delta v_{\text{мод}}$, $3\Delta v_{\text{мод}}$, $6\Delta v_{\text{мод}}$) від лазера, що передає; б - введення сигналу танген-

ціальної складової швидкості (кутових швидкостей) ЛА, що виміряна.

На фіг. 2 приведено створення рівносигнального напрямку (РСН) та сканування 4-мя діаграмами спрямованості (ДС) лазерного випромінювання в ортогональних площинах.

На фіг. 3 приведено створення лазерного сигналу із просторовою модуляцією поляризації.

На фіг. 4 приведені епюри напруг з виходів блоків пропонуємого каналу.

Запропонований канал вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів для ШВС з розширеним набором поляризаційних ознак розпізнавання ЛА містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор подовжніх мод, блок дефлекторів, передавальну оптику, приймальну оптику, фотодетектор, широкопasmовий підсилювач, інформаційний блок з розширеними можливостями із б - введенням сигналу тангенціальної складової швидкості (кутових швидкостей) ЛА, що виміряна, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувачі імпульсів, тригери "1"|"0", схеми І, реверсивні лічильники, схеми порівняння, електронно-цифрову обчислювальну машину та

$\Delta v_{\text{мод}}$ - введення опорних сигналів з частотами міжмодових биттів ($\Delta v_{\text{мод}}$, $2\Delta v_{\text{мод}}$, $3\Delta v_{\text{мод}}$, $6\Delta v_{\text{мод}}$) від лазера, що передає.

Робота запропонованого каналу полягає в наступному. Із синхронізованого одномодового багаточастотного спектра випромінювання лазера (Лн) за допомогою СПМ [4] виділяються необхідні пари частот і окремі частоти для створення:

рівносигнального напрямку на основі формування сумарної ДС лазерного випромінювання, завдяки частково перетинаючихся 4-х парціальних діаграм спрямованості, за умови використання комбінацій подовжніх мод ("підфарбованих" різницею частотами міжмодових биттів)

$$\Delta v_{54} = v_5 - v_4 = \Delta v_m, \quad \Delta v_{97} = v_9 - v_7 = 2\Delta v_m,$$

$$\Delta v_{63} = v_6 - v_3 = 3\Delta v_m, \quad \Delta v_{82} = v_8 - v_2 = 6\Delta v_m;$$

інформаційного каналу зв'язку, за умови використання сигналу на несучій частоті v_1 ;

лазерного сигналу із просторовою модуляцією поляризації, за умови використання сигналу з подовжньої моди (несучої частоти v_{10}).

Сигнал несучої частоти v_i , минаючи БД, потрапляє на ПРДО, де змішується (модулюється) з інформаційним сигналом від ІБРМ та формує інформаційний сигнал, що передається на ЛА (взаємозв'язок) (фіг. 1, 2). Також, за допомогою СПМ та інформаційного блока з розширеними можливостями створюється лазерний сигнал із просторовою модуляцією поляризації шляхом розведення лазерного випромінювання (несучої частоти v_{10}) на два променя ($v_{10(1)}$ та $v_{10(2)}$) з поворотом площини поляризації на кут 90° в одному з них (фіг. 3). При цьому випромінювання апертури першого і другого каналів в апертурній площині

UOV рознесені на відстані ρ . Різність ходу пучків до картинної плоскості ЛА XOY змінюється вдовж осі X від точки до точки.

Обумовлена цім різність фаз між поляризованими компонентами, що ортогональні, поля у картинної плоскості, також змінюється від точки до точки. В залежності від різності фаз у картинній плоскості змінюється вигляд поляризації сумарного поля сигналу, що зондує від лінійної через еліптичну і циркулюючу до лінійної, ортогональної к початкової і т.д. Період зміни вигляду поляризації визначається базою між випромінювачами ρ та відстанню до картинної плоскості R. Розподіл інтенсивності в реєстрованому зображенні ЛА промодульовано по гармонійному закону з коефіцієнтом модуляції, дорівнює значенню ступеня поляризації випромінювання, що відбито, в даній ділянці поверхні ЛА.

Водночас сигнал частот міжмодових биттів $\Delta v_m, 2\Delta v_m, 3\Delta v_m$ та $6\Delta v_m$ потрапляє на БД, який створений з 4-х п'єзоелектричних дефлекторів. Парціальні ДС лазерного випромінювання попарно зустрічно сканують БД у кожній із двох ортогональних площин (фіг. 1, 2). Період сканування задається блоком керування дефлекторів, який разом з Лн живляться від КЕ. Проходячи через передавальну оптику, груповий лазерний імпульсний сигнал пар частот: $v_5, v_4 = \Delta v_m, v_9, v_7 = 2\Delta v_m, v_6, v_3 = 3\Delta v_m$ та $v_8, v_2 = 6\Delta v_m$ фокусується в скануєми точки простору, оскільки здійснюється зустрічне сканування двома парами ДС лазерного випромінювання у кожній із двох ортогональних площин α і β або X і Y. При цьому несуча частота V_i та лазерний сигнал із просторовою модуляцією поляризації ($V_{10(1)}$ та $V_{10(2)}$) проходять вдовж РСН (фіг. 2).

При відбитті лазерного сигналу із просторовою модуляцією поляризації, що зондує, від поверхні ЛА змінюються амплітудні і фазові співвідношення між ортогонально поляризаційними компонентами, параметри їх поляризаційні і, відповідно, комплексні коефіцієнти когерентності відбитого поля. Просторовий розподіл поляризаційних характеристик такого відбитого сигналу по зміні контрасту модуляційної структури зображення несе також інформацію про типи матеріалів у складі поверхні ЛА, їх характеристики і тощо. Тому у ІБРМ здійснюється поляризаційна обробка поля, що приймається.

Прийняті прийомною оптикою від ЛА інформаційні та, відбиті в процесі сканування чотирьох ДС лазерні імпульсні сигнали і огинаючи сигнали ДС лазерного випромінювання за допомогою ФТД перетворюються в електричні імпульсні сигнали на несучій частоті і різницеви частотах міжмодових биттів. Підсилені широкосмуговим підсилювачем, вони розподіляються:

в ІБРМ для обробки інформації, що приймається від ЛА та відбитого лазерного сигналу із просторовою модуляцією поляризації, що зондує, від його поверхні для формування та обробки зображення ЛА;

по РП, які настроєні на відповідні частоти: $\Delta v_m, 2\Delta v_m, 3\Delta v_m$ та $6\Delta v_m$.

При цьому імпульсні сигнали радіочастоти, що надходять з РП1 і РП2 ($^{РП}\Delta v_m$ і $^{РП}2\Delta v_m$) формують сигнал прискорення α' , а РП3 і РП4 ($^{РП}3\Delta v_m$ і $^{РП}6\Delta v_m$) - прискорення β' .

Формування сигналу прискорення α' полягає в наступному. Виділені імпульси ФІ1 першої І лінії

від опорної частоти $\Delta v_{\text{моп}}$ надходять на реверсивний лічильник (РЛч 1) (фіг. 4). У цей же час відбитий від ЛА оптичний сигнал частоти міжмодових биттів, який перетворюється ФТД у радіочастоту

міжмодових биттів $\Delta v_{\text{мвід}}$ змінюється по закону руху ДС лазерного випромінювання, перетворюється у другій лінії ІІ ФІ 2 у точках переходів півперіодів сканування в імпульси (один імпульс за півперіод сканування), надходить на тригер "1" та запускає його першим імпульсом. Надходячий першим, Імпульс від тригера відкриває РЛч для рахування імпульсів від ФІ 1 і схему І та для перезапису на схему порівняння. Другий імпульс від тригера надходить на реверсивний вхід того ж РЛч, який здійснює зворотній рахунок надходячих через його імпульсів. Надходячий на тригер третій імпульс і т.д. здійснюють дію таким же чином, як перший. Другий імпульс не надходить на схему І, а третій імпульс надходить, як і перший на ФІ 3, схему І, пропускає різностне число на схему порівняння і т.д. Таким чином, в РЛч записується число імпульсів, порівняно різності подовженого та покороченого (руху ДС) півперіоду сканування. Півперіод сканування подовжується тоді, коли швидкість руху ЛА співпадає з швидкістю руху ДС лазерного випромінювання, а коли не співпадає - покорочується (фіг. 4).

Формування сигналу прискорення β' відбувається таким же чином, як для прискорення α' . Отримання інформації про кутові швидкості (прискорення α' і β') з її відображенням відбувається в ЕЦОМ.

Вимірювальна інформація про тангенціальну складову швидкості (кутові швидкості) ЛА від каналу кутових швидкостей використовується в ІБРМ, де завдяки додатковій обробці елементів поляризаційної матриці розсіяння ЛА від отриманого поляризаційного поля (суми сигналів різної поляризації) забезпечується точне значення кутових швидкостей ЛА, розширюється набір ознак його розпізнавання, підвищується ефективність та скорочується час на розпізнавання ЛА, що супроводжується.

Формування сумарної ДС лазерного випромінювання, створення РСН, інформаційного каналу і лазерного сигналу із просторовою модуляцією поляризації для каналу, що пропонується, пов'язано із задоволенням жорстких вимог, що пред'являються до спектру випромінювання одномодового багаточастотного лазера-передавача, тобто високоточної синхронізації подовжніх мод і стабілізації частот міжмодових биттів.

Джерела інформації:

1. Патент України на винахід №25804, Україна, МПК G01 S 17/42, G01 S 17/66. Канал вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів для лазерної інформаційно-вимірювальної системи. /О.В. Коломійцев, Г.В. Альошин, В.В. Баранник та ін. - № u200703227; Заяв. 26.03.2007; Опубл. 27.08.2007; Бюл. № 13.-8 с

2. Патент України на винахід №56908, Україна, МПК G01 S 17/42, G01 S 17/66. Канал вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів для ЛІВС з можливістю формування та обробки зображення ЛА. /О.В. Коломійцев, В.В. Белімов, Д.Г. Васильєв ЛА. /О.В. Коломійцев, Г.В. Альошин, В.В. Баранник та ін. - Ка u200700070; заяв. 29.04.2010; опубл. 27.12.2010; Бюл. № 24.-14 с

та ін. - № u201011801; заяв. 05.10.2010; опубл. 25.01.2011; Бюл. № 2.-10 с

3. Патент на корисну модель №55645, Україна, МПК G01 S 17/42, G01 S 17/66. Частотно-часовий метод пошуку, розпізнавання та вимірювання параметрів руху літального апарата. /О.В. Коломійцев - № u201005225; заяв. 29.04.2010; опубл. 27.12.2010; Бюл. № 24.-14 с

4. Патент на корисну модель № 23215, Україна, МПК H04 Q 1/453. Селектор подовжніх мод для лазерної інформаційно-вимірювальної системи. /О.В. Коломійцев, Г.В. Альошин, В.В. Баранник та ін. - Ка u200700070; заяв.

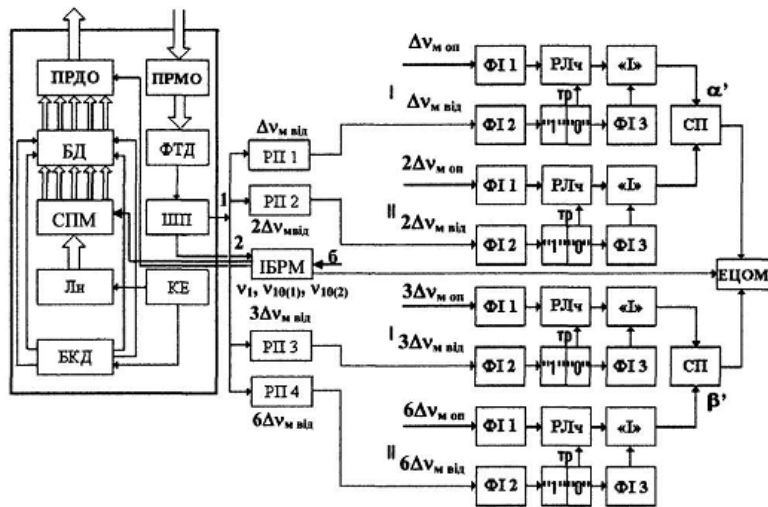


Fig. 1

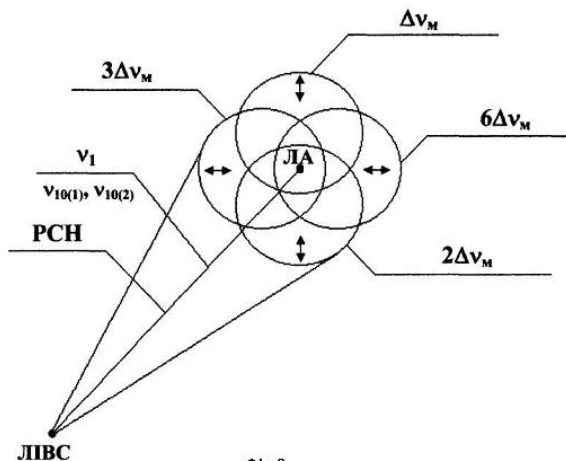
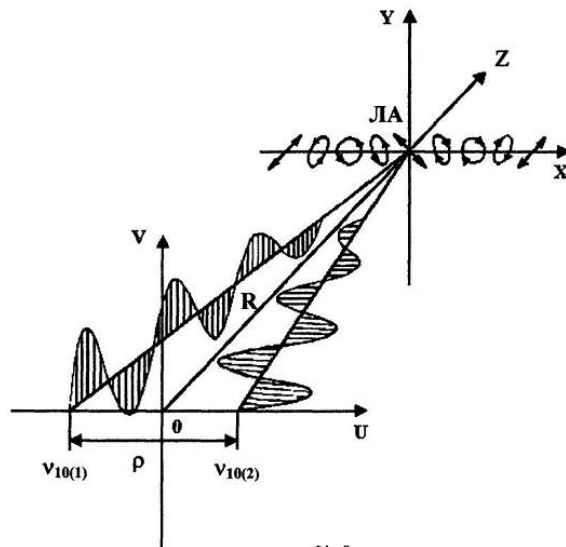
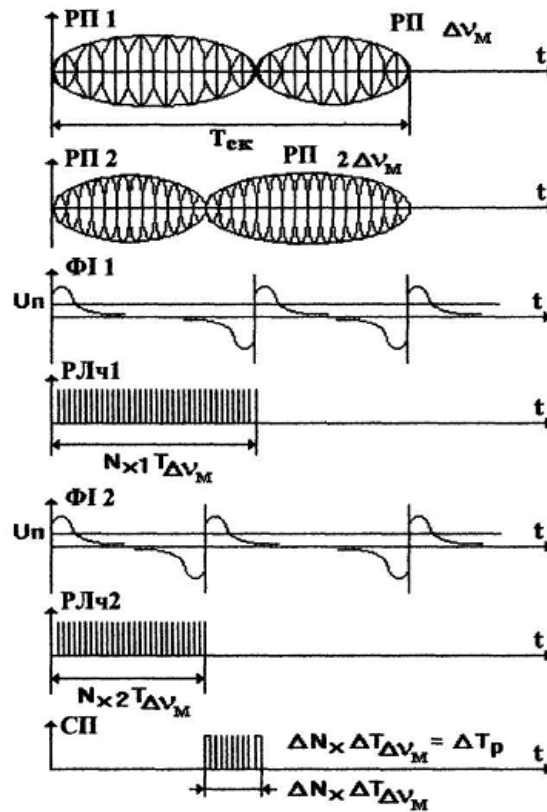


Fig. 2



Фиг. 3



Фиг. 4