



УКРАЇНА

(19) UA (11) 62833 (13) U

(51) МПК

G01S 17/42 (2006.01)

G01S 17/66 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИОПИС  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) ЛАЗЕРНА ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА З ДОДАТКОВИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ

1

2

(21) u201106814

(22) 30.05.2011

(24) 12.09.2011

(46) 12.09.2011, Бюл.№ 17, 2011 р.

(72) КОЛОМІЙЦЕВ ОЛЕКСІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ, АЛЬОШИН ГЕННАДІЙ ВАСИЛЬОВИЧ, ВАСИЛЬЄВ ДМИТРО ГЕННАДІЙОВИЧ, ДЗІГОРА ОЛЕКСАНДР МИХАЙЛОВИЧ, КРАСНОШАПКА ІГОР ВАЛЕРІЙОВИЧ, ЛУКОВСЬКИЙ ОЛЕГ ЯРОСЛАВОВИЧ, ОСІЄВСЬКИЙ СЕРГІЙ ВАЛЕРІЙОВИЧ, РУБАН ІГОР ВІКТОРОВИЧ, САЧУК ІГОР ІВАНОВИЧ, ХУДАРКОВСЬКИЙ КОСТЯНТИН ІГОРОВИЧ

(73) ХАРКІВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ІМЕНІ ІВАНА КОЖЕДУБА

(57) Лазерна інформаційно-вимірювальна система з додатковими можливостями, яка містить приймач-передавач (ПРМ-ПРД), вимірювальний блок, який складається з пристрою формування каналів, пристрою формування сигналів, пристроїв формування сигналів похибки, виконавчих механізмів по кутах азимута і місця та вимірювальних каналів похилої дальності R, радіальної швидкості R', кутів азимута  $\alpha$  і місця  $\beta$  та кутових швидкостей  $\alpha'$  і  $\beta'$ , яка **відрізняється** тим, що після ПРМ-ПРД додатково замість багатofункціонального інформаційного блока для інформаційного взаємозв'язку з літальним апаратом та його розпізнавання введено інформаційний блок з розширеними можливостями.

Запропонована корисна модель належить до галузі електровз'язку і може бути використана для синтезу лазерної інформаційно-вимірювальної системи (ЛІВС) з частотно-часовим методом (ЧЧМ) пошуку, розпізнавання та вимірювання параметрів руху літального апарату (ЛА).

Відомо «Лазерна інформаційно-вимірювальна система» [1], яка містить приймач-передавач (ПРМ-ПРД), вимірювальний блок (ВБ), який складається з пристрою формування каналів (ПФК), пристрою формування сигналів (ПФС), пристроїв формування сигналів похибки (ПФСП), виконавчих механізмів (ВМ) по кутах азимута і місця та вимірювальних каналів похилої дальності R, радіальної швидкості R', кутів азимута  $\alpha$  і місця  $\beta$  та кутових швидкостей  $\alpha'$  і  $\beta'$ , а також інформаційний блок (ІБ).

Недоліком відомої системи є те, що вона не здійснює розпізнавання ЛА.

Найбільш близьким до запропонованого технічним рішенням, обраним як прототип є «Лазерна інформаційно-вимірювальна система з можливістю розпізнавання ЛА» [2], яка містить приймач-передавач, багатofункціональний інформаційний блок (БІБ) для інформаційного взаємозв'язку з ЛА та його розпізнавання, вимірювальний блок, який складається з пристрою формування каналів, при-

строю формування сигналів, пристроїв формування сигналів похибки, виконавчих механізмів по кутах азимута і місця та вимірювальних каналів похилої дальності R, радіальної швидкості R', кутів азимута  $\alpha$  і місця  $\beta$ , кутових швидкостей  $\alpha'$  і  $\beta'$ .

Недоліком системи-прототипу є те, що вона не використовує лазерний сигнал із просторовою

модуляцією поляризації на несучих частотах  $\nu_{n1}$  і  $\nu_{n2}$  для детального розпізнавання ЛА.

В основу корисної моделі поставлена задача створити лазерну інформаційно-вимірювальну систему з додатковими можливостями, яка дозволить здійснювати інформаційну взаємодію з ЛА та, при його стійкому кутовому автосупроводженні, одночасно вимірювати похилу дальність R, радіальну швидкість R', кути азимута  $\alpha$  і місця  $\beta$  і кутові швидкості  $\alpha'$ ,  $\beta'$  у широкому діапазоні дальностей, починаючи з початкового моменту його польоту та, в разі необхідності, завдяки використанню його поляризаційних ознак, що отримуються, детально розпізнавати ЛА за короткий час.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що в систему-прототип, яка містить приймач-передавач, багатofункціональний інформаційний блок для інформаційного взаємозв'язку з ЛА та його розпізнавання, вимірювальний блок, який

(13) U

(11) 62833

(19) UA

складається з пристрою формування каналів, пристрою формування сигналів, пристроїв формування сигналів похибки, виконавчих механізмів по кутах азимута і місця та вимірювальних каналів похилої дальності  $R$ , радіальної швидкості  $R'$ , кутів азимута  $\alpha$  і місця  $\beta$ , кутових швидкостей  $\alpha'$  і  $\beta'$  додатково після ПРМ-ПРД замість БІБ введено інформаційний блок з розширеними можливостями (ІБРМ).

Побудова лазерної інформаційно-вимірювальної системи з додатковими можливостями пов'язана з використанням синхронізованого одномодового багаточастотного випромінювання єдиного лазера-передавача та ЧЧМ пошуку, розпізнавання та вимірювання параметрів руху літального апарату [3].

Технічний результат, який може бути отриманий при здійсненні корисної моделі полягає в високоточному вимірюванні похилої дальності  $R$ , радіальної швидкості  $R'$ , кутів азимута  $\alpha$  і місця  $\beta$  та кутових швидкостей  $\alpha'$  і  $\beta'$  ЛА у широкому діапазоні дальностей, починаючи з початкового моменту його польоту, стійкому багатоканальному (N) інформаційному взаємозв'язку з ЛА на несучих частотах та розширенні набору поляризаційних ознак розпізнавання ЛА, що отримуються, підвищенні ефективності і скороченні часу на його розпізнавання.

На фіг. 1 приведена узагальнена структурна схема запропонованої лазерної інформаційно-вимірювальної системи.

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

На фіг. 3 приведено зустрічне сканування пар парціальних ДС лазерного випромінювання у кожній із двох ортогональних площин.

На фіг. 4 приведено створення лазерного сигналу із просторовою модуляцією поляризації.

Запропонована лазерна інформаційно-вимірювальна система з додатковими можливостями містить приймач-передавач, інформаційний блок з розширеними можливостями, вимірювальний блок, який складається з пристрою формування каналів, пристрою формування сигналів, пристроїв формування сигналів похибки, виконавчих механізмів по кутах азимута і місця, вимірювальних каналів похилої дальності  $R$ , радіальної швидкості  $R'$ , кутів азимута  $\alpha$  і місця  $\beta$  та кутових швидкостей  $\alpha'$  і  $\beta'$ .

Робота лазерної інформаційно-вимірювальної системи з додатковими можливостями полягає в наступному.

Із синхронізованого одномодового багаточастотного спектра випромінювання лазера-передавача за допомогою модифікованого селектору подовжніх мод (МСПМ) [4] виділяються необхідні несучі частоти (моди) та пари частот (комбінації мод) для створення:

рівносигнального напрямку на основі формування сумарної ДС лазерного випромінювання завдяки 4-х парціальних ДС, які частково перетинаються, за умови використання різницевої частот міжмодових биттів (фіг. 2)

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

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

- багатоканального (N) інформаційного зв'язку, за умови використання сигналу подовжніх мод (на несучих частотах  $v_n$ ) (фіг. 2);

- лазерного сигналу із просторовою модуляцією поляризації, за умови використання сигналу з двох подовжніх мод (несучих частот  $v_{n1}, v_{n2}$ ).

За допомогою МСПМ та ІБРМ створюється лазерний сигнал із просторовою модуляцією поляризації шляхом створення лазерного випромінювання із двох несучих частот ( $v_{n1}$  та  $v_{n2}$ ) у вигляді двох променів з вертикальною ( $v_{n1}$ ) та горизонтальною ( $v_{n2}$ ) поляризацією (фіг. 4).

При цьому випромінювання апертури першого і другого поляризаційних каналів в апертурній

площині  $VOU$  рознесені на відомій відстані  $\Delta v_q$ . Різниця ходу пучків до картинної площини ЛА  $XOY$  змінюється вдовж осі  $X$  від точки до точки. Обумовлена цією різницею фаз (амплітуд) між поляризованими компонентами, що ортогональні, поля у картинній площині також змінюється від точки до точки.

В залежності від різниці фаз (амплітуд) у картинній площині 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  $\Delta v_q$  та відстанню до картинної площини  $R$ .

Розподіл інтенсивності в реєстрованому зображенні ЛА промодульовано по гармонійному закону з коефіцієнтом модуляції та дорівнює значенню ступеня поляризації випромінювання, що відбито в даній ділянці поверхні ЛА.

Створення РСН, яке проходить через ЛА, дозволяє сформувати багатоканальний (N) інформаційний зв'язок між ПРМ-ПРД ЛІВС та ПРМ-ПРД ЛА.

Сигнали зв'язку на несучих частотах ( $Nv_n$ ) та лазерний сигнал із просторовою модуляцією поляризації ( $v_{n1}, v_{n2}$ ) від ІБРМ через ПРМ-ПРД ЛІВС проходять по вздовж РСН та приймаються ПРМ-ПРД ЛА і у зворотному чині, чим забезпечують його детальне розпізнавання та інформаційну взаємодію між ЛІВС і ЛА.

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.

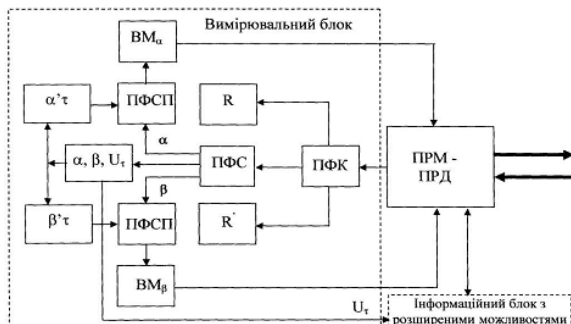
Просторовий розподіл поляризаційних характеристик такого відбитого сигналу по зміні контрасту модуляційної структури зображення несе також інформацію про типи матеріалів у складі поверхні ЛА, їх характеристики і тощо, що відображається у ЕЦОМ.

Тому у ІБРМ також здійснюється поляризаційна обробка поля, що приймається.

Зустрічне сканування пар парціальних ДС лазерного випромінювання у кожній із двох ортогональних площин (фіг. 2, 3), приводить до зрушення огинаючих періодів пачок імпульсів частот міжмодових биттів за один повний прохід ДС у прямому і зворотному напрямку сканування (похибки по кутам), а також до зміни тривалостей огинаючих пачок імпульсів частот міжмодових биттів за неповний прохід ДС лазерного випромінювання у прямому або зворотному напрямку сканування відбитого сигналу від ЛА (похибки по кутовим швидкостям), який приймається ПРМ-ПРД. Пристрій для формування каналів розподіляє сигнали похибок по вимірювальним каналам.

Зустрічне сканування пар парціальних ДС лазерного випромінювання у кожній із двох ортогональних площин (фіг. 3) дозволяє вимірювати як похилу дальність до ЛА по запізнюванню частот міжмодових биттів каналом R, так і його радіальну швидкість доплерівським методом каналом R', оскільки найкращий режим сканування - при напівперекритті ДС (фіг. 2).

У ПФС сигнали, які отримані від зустрічного сканування пар парціальних ДС лазерного випромінювання у кожній із двох ортогональних площин, перетворюються завдяки зрушенням огинаючих періодів пачок імпульсів частот міжмодових биттів у сигнали кутів азимута  $\alpha$  і місця  $\beta$  та перетворюються, завдяки зрушенням напівперіодів (тривалостей) огинаючих пачок імпульсів частот міжмодових биттів за один прохід ДС в одному напрямку сканування (прямому або зворотному) у сигнали кутової (тангенціальної) складової швидкості ЛА у каналі кутових швидкостей. За зрушеннями огинаючих періодів пачок імпульсів частот міжмодових биттів у ПФСП (по кутах азимута  $\alpha$  і місця  $\beta$ ) формуються сигнали похибки по кутових координатах, що корегуються прогнозованими динамічними похибками, які через ВМ (по кутах азимута  $\alpha$  і місця  $\beta$ ) розвертають ПРМ-ПРД таким чином, щоб РСН постійно проходив через ЛА.



Фіг. 1

Надійний інформаційний взаємозв'язок між ЛІВС і ЛА забезпечується завдяки стійкому кутовому автосупроводженні ЛА.

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.

Кількість інформаційних каналів (N) залежить від кількості мод ( $v_n$ ), які мають необхідні вихідні характеристики для використання.

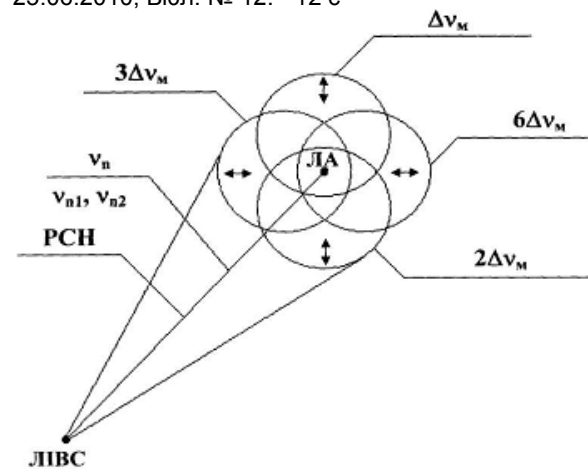
Джерела інформації:

1. Патент на корисну модель № 23214, Україна, МПК G01 S 17/42, G01 S 17/66. Лазерна інформаційно-вимірювальна система. /О. В. Коломійцев - № u200700043; заяв. 02.01.2007; опубл. 10.05.2007; Бюл. № 6 - 6 с

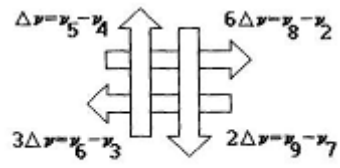
2. Патент на корисну модель № 55506, Україна, МПК G01 S 17/42, G01 S 17/66. Лазерна інформаційно-вимірювальна система з можливістю розпізнавання ЛА. /О. В. Коломійцев, Балабуха О. С., Васильєв Д. Г. та ін. - № u201008918; заяв. 16.07.2010; опубл. 10.12.2010; Бюл. № 23. - 10 с

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 апарату. /О. В. Коломійцев - № u201005225; заяв. 29.04.2010; опубл. 27.12.2010; Бюл. № 24. - 14 с

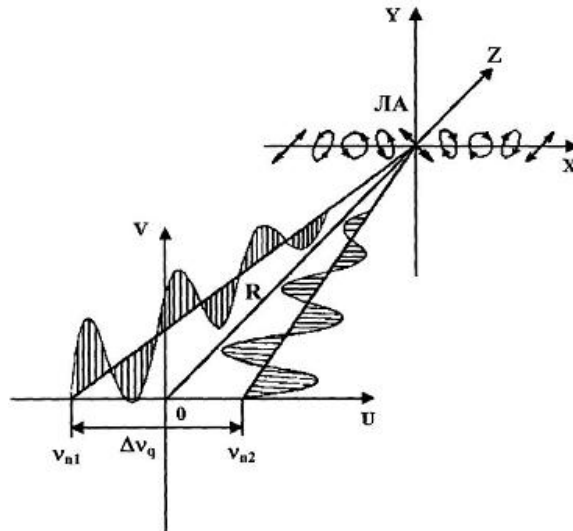
4. Патент на корисну модель № 51062, Україна, МПК G01 S 17/42, G01 S 17/66. Канал автоматичного супроводження літальних апаратів за напрямком з можливістю розпізнавання ЛА. /О. В. Коломійцев, Васильєв Д. Г., Висоцький О. В. та ін. - № u201001577; заяв. 15.02.2010; опубл. 25.06.2010; Бюл. № 12. - 12 с



Фіг. 2



Фіг. 3



Фіг. 4