



УКРАЇНА

(19) UA (11) 62832 (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) ЛАЗЕРНА ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА З РОЗШИРЕНИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ

1

2

(21) u201106755

(22) 30.05.2011

(24) 12.09.2011

(46) 12.09.2011, Бюл.№ 17, 2011 р.

(72) КОЛОМІЙЦЕВ ОЛЕКСІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ, АЛЬОШИН ГЕННАДІЙ ВАСИЛЬОВИЧ, БОРИСЕНКО ОЛЕКСАНДР ВАСИЛЬОВИЧ, ВАСИЛЬЄВ ДМИТРО ГЕННАДІЙОВИЧ, МАКСЮТА ДМИТРО ВІКТОРОВИЧ, ОСІЄВСЬКИЙ СЕРГІЙ ВАЛЕРІЙОВИЧ, ОЧКУРЕНКО ОЛЕКСАНДР ВІКТОРОВИЧ, РУБАН ІГОР ВІКТОРОВИЧ, САЧУК ІГОР ІВАНОВИЧ, ХУДАРКОВСЬКИЙ КОСТЯНТИН ІГОРОВИЧ

(73) ХАРКІВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ІМЕНІ ІВАНА КОЖЕДУБА

(57) Лазерна інформаційно-вимірвальна система з розширеними можливостями, яка містить приймально-передавальну апаратуру (ПРМ-ПРД А), вимірвальний блок, який складається з пристрою формування каналів, пристрою формування сигналів, пристроїв формування сигналів похибки, виконавчих механізмів по кутах азимута і місця, вимірвальних каналів похилої дальності R, радіальної швидкості R', кутів азимута  $\alpha$  і місця  $\beta$ , кутів швидкостей  $\alpha'$  і  $\beta'$ , яка **відрізняється** тим, що після ПРМ-ПРД А замість багатофункціонального інформаційного блока введено інформаційний блок з розширеними можливостями.

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

Відома «Лазерна інформаційно-вимірвальна система з додатковим скануванням» [1], яка містить приймально-передавальну апаратуру (ПРМ-ПРД А), вимірвальний 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 вимірвальних каналів похилої дальності R, радіальної швидкості R', кутів азимута  $\alpha$  і місця  $\beta$ , кутів швидкостей  $\alpha'$  і  $\beta'$  та 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-вимірвальна система з можливістю розпізнавання ЛА» [2], яка містить приймально-передавальну апаратуру, вимірвальний блок, який складається з пристрою формування каналів, пристрою формування сигналів, пристроїв формування сигналів похибки, виконавчих механізмів по кутах азимута і місця та вимірвальних каналів похилої дальності R, радіальної швидкості R', кутів

азимута  $\alpha$  і місця  $\beta$ , кутів швидкостей  $\alpha'$  і  $\beta'$  та багатофункціональний інформаційний блок (БІБ).

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-вимірвальну систему з розширеними можливостями, яка дозволить здійснювати виявлення ЛА, інформаційну взаємодію та, при його стійкому кутовому автосупроводженні, одночасно вимірювати похилу дальність R, радіальну швидкість R', кути азимута  $\alpha$  і місця  $\beta$ , та кутові швидкості  $\alpha'$ ,  $\beta'$  у широкому діапазоні дальностей, починаючи з початкового моменту 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 приймально-передавальну апаратуру, вимірвальний блок, який складається з пристрою формування каналів, пристрою формування сигналів, пристроїв формування сигналів похибки, виконавчих механізмів по кутах азимута і місця та вимірвальних каналів похилої дальності R, радіальної швидкості R', кутів азимута  $\alpha$  і місця  $\beta$  та кутів швидкостей  $\alpha'$  і  $\beta'$  а також інформаційний блок, додатково після ПРМ-

(19) UA (11) 62832 (13) U

ПРД А замість БІБ введено інформаційний блок з розширеними можливостями (ІБРМ).

Побудова ЛІВС з розширеними можливостями пов'язана з використанням синхронізованого одномодового багаточастотного випромінювання єдиного лазера-передавача та ЧЧМ [3].

Технічний результат, який може бути отриманий при здійсненні корисної моделі полягає в виявленні ЛА, високоточному вимірюванні похилої дальності R, радіальної швидкості R', кутів азимута  $\alpha$  і місця  $\beta$  та кутових швидкостей  $\alpha'$  і  $\beta'$  у широкому діапазоні дальностей, починаючи з початкового моменту його польоту, стійкому багатоканальному (N) інформаційному взаємозв'язку з ним 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 сумарною діаграмою спрямованості (ДС) лазерного випромінювання у невеликому куті і окремо 4-ма ДС в ортогональних площинах.

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

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

Запропонована лазерна інформаційно-вимірювальна система з розширеними можливостями містить приймально-передавальну апаратуру, 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 та вимірювальних каналів похилої дальності R, радіальної швидкості R', кутів азимута  $\alpha$  і місця  $\beta$ , кутових швидкостей  $\alpha'$  і  $\beta'$ .

Робота лазерної інформаційно-вимірювальної системи з розширеними можливостями полягає в наступному. Із синхронізованого одномодового багаточастотного спектра випромінювання лазера-передавача, за допомогою модифікованого селектору подовжніх мод (МСПМ) [4], виділяються необхідні моди та їх комбінації 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)

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

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

- 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 випромінюван-

ня 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 А ЛІВС та ПРМ-ПРД А ЛА. Сигнали зв'язку на несучих частотах ( $v_n$ ) та лазерний сигнал із просторовою модуляцією поляризації ( $v_{n1}$ ,  $v_{n2}$ ) від ІБРМ через ПРМ-ПРД А ЛІВС проходять по вздовж РСН (фіг. 2) та приймаються ПРМ-ПРД А 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. 3), призводить до зрушення огиначаючих 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 огиначаючих пачок імпульсів частот міжмодових биттів за неповний прохід ДС у прямому або зворотному напрямку сканування відбитого сигналу від ЛА (похибки по кутовим швидкостям), який приймається ПРМ-ПРД А. ПФК 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 напів-

перекритті 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 пристроях формування сигналів похибки (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 А таким чином, щоб РСН проходив через 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 комбінацій парних мод (несучих частот  $\nu_n$ ), які мають необхідні вихідні характеристики для використання.

Надійний інформаційний зв'язок між ШВС і ЛА забезпечується завдяки стійкому кутовому автосупроводженню ЛА.

В разі необхідності виявлення ЛА у заданій точці простору, складений із частот міжмодових биттів груповий сигнал сканується у вигляді сумарної ДС лазерного випромінювання за допомогою модифікованого блока дефлекторів (ПРМ-ПРД А), де кут та напрямок відхилення сумарної ДС задається блоком керування дефлекторів.

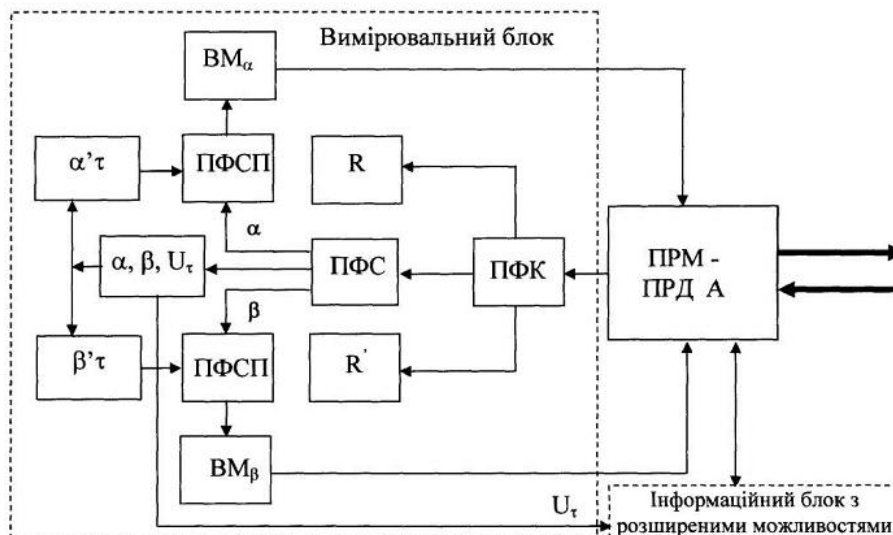
Джерела інформації:

1. Патент на корисну модель № 44333, Україна, МПК G01S 17/42, G01S 17/66. Лазерна інформаційно-вимірювальна система з додатковим скануванням. / О.В. Коломійцев, М.В. Кайдаш, О.О. Можаяєв. - № u200906319; заяв. 18.06.2009; опубл. 25.09.2009; Бюл. № 18. - 6 с.

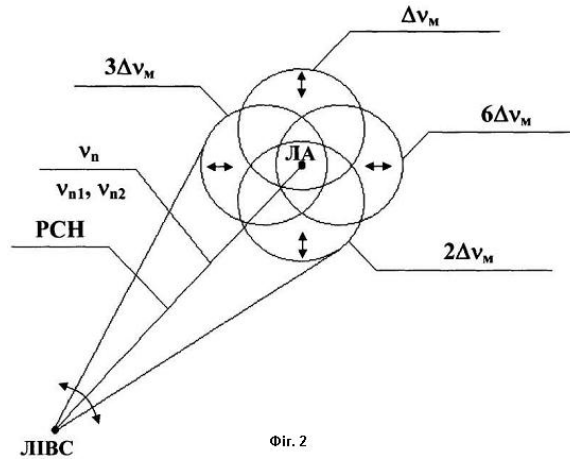
2. Патент на корисну модель № 51038, Україна, МПК G01S 17/42, G01S 17/66. Лазерна інформаційно-вимірювальна система з можливістю розпізнавання ЛА. / О.В. Коломійцев, Г.В. Альошин, В.В. Белімов та ін. - № u201001241; заяв. 08.02.2010; опубл. 25.06.2010; Бюл. № 12. - 10 с.

3. Патент на корисну модель № 55645, Україна, МПК G01S 17/42, G01S 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.

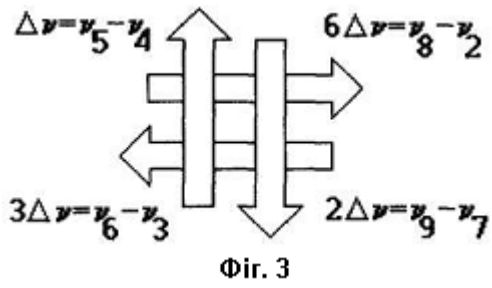
4. Патент на корисну модель № 51062, Україна, МПК G01S 17/42, G01S 17/66. Канал автоматичного супроводження літальних апаратів за напрямком з можливістю розпізнавання ЛА. / О.В. Коломійцев, Васильєв Д.Г., Висоцький О.В. та ін. - № u201001577; заяв. 15.02.2010; опубл. 25.06.2010; Бюл. № 12. - 12 с.



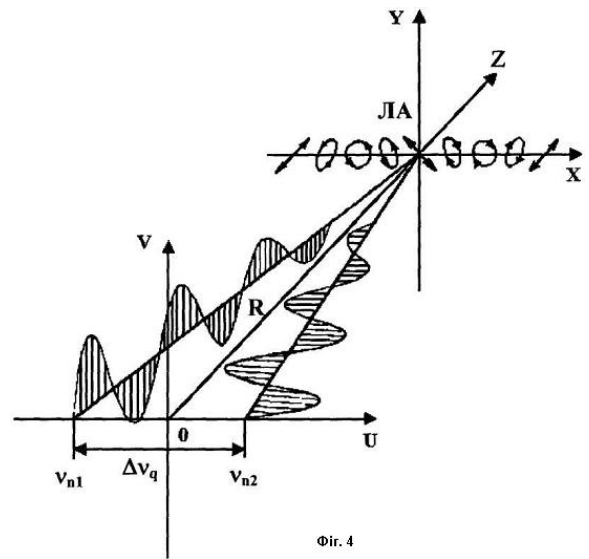
Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3



Фіг. 4