



УКРАЇНА

(19) UA (11) 67630 (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 РАДІАЛЬНОЇ ШВИДКОСТІ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ ЛІВС З РОЗШИРЕНИМ НАБОРОМ ПОЛЯРИЗАЦІЙНИХ ОЗНАК РОЗПІЗНАВАННЯ ЛА

1

2

(21) u201112029

(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, ВОРОБІЙОВ РУСЛАН ВОЛОДИМИРОВИЧ, КЛИМЕНКО АЛЛА МИКОЛАЇВНА, РУБАН ІГОР ВІКТОРОВИЧ, РЯБУХА ЮРІЙ МИКОЛАЙОВИЧ, САЧУК ІГОР ІВАНОВИЧ, ХРАПЧИНСЬКИЙ ВАСИЛЬ ОЛЕГОВИЧ, ХУДАРКОВСЬКИЙ КОСТЯНТИН ІГОРОВИЧ

(73) ХАРКІВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ІМЕНІ ІВАНА КОЖЕДУБА

(57) Канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів для ЛІВС з розширеним набором поляризаційних ознак розпізнавання ЛА, який містить керуючий елемент (Лн), блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор подовжніх мод (СПМ), блок дефлекторів, передавальну

оптику, приймальну оптику, фотодетектор, широкосмуговий підсилювач (ШП), резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувачі імпульсів, схему "і", лічильник, змішувачі, фільтр, формувач мірних імпульсів, дешифратор, фазову автопідстройку частоти на частоті міжмодових биттів, керуючий генератор, опорний генератор з частотою підставки $\Delta v_{п}$, електронно-цифрову обчислювальну машину, блок відображення вимірювальної інформації про радіальну швидкість R' літального апарата (ЛА) та $6\Delta v_{м оп}$ -введення опорної частоти ($6\Delta v_{м оп}$) від передавального лазера (Лн+СПМ), який **відрізняється** тим, що після ШП замість модифікованого інформаційного блоку введено інформаційний блок з розширеними можливостями із б-введенням сигналу тангенціальної складової швидкості (кутових швидкостей) ЛА, що виміряна.

Запропонована корисна модель відноситься до галузі електров'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).

Відомий «Канал вимірювання радіальної швидкості 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), передаючу оптику (ПРДО), приймаючу оптику (ПРМО), фотодетектор (ФТД), широкосмуговий підсилювач (ШП), інформаційний блок (ІБ) для інформаційного взаємозв'язку з ЛА, резонансні підсилювачі (РП), настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувачі імпульсів (Фі), схему "і", лічильник (Лч), змішувачі (ЗМ), фільтр (Ф), формувач мірних імпульсів (ФМІ), дешифратор (ДШ), фазову автопідстройку частоти (ФАПЧ) на частоті міжмодових биттів, керуючий генератор

(КГ), опорний генератор (ОГ) з частотою підставки $\Delta v_{п}$, електронно-цифрову обчислювальну машину (Е1ДОМ), блок відображення інформації (ВВІ) про радіальну швидкість літального апарату (ЛА) та $6\Delta v_{м}$ - введення опорної частоти ($6\Delta v_{м оп}$) від передаючого лазера (Лн+СПМ).

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

Найбільш близьким до запропонованого технічним рішенням, обраним як прототип є «Канал вимірювання радіальної швидкості 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, передаючу оптику, приймаючу 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

(13) U

(11) 67630

(19) UA

частоти міжмодових биттів, формувачі Імпульсів, схему „Д“, лічильник, змішувачі, фільтр, формувач мірних Імпульсів, дешифратор, фазову автопідстройку частоти на частоті міжмодових биттів, керуючий генератор, опорний генератор з частотою підставки $\Delta v_{п}$, електронно-цифрову обчислювальну машину, блок відображення вимірювальної інформації про радіальну швидкість R' ЛА та $6\Delta v_{м}$ - введення опорної частоти ($6\Delta v_{м оп}$) від передаючого лазера (Лн+СПМ).

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 радіальної швидкості літальних апаратів для ШВС з розширенням набором поляризаційних ознак розпізнавання ЛА, який дозволить здійснювати інформаційний взаємозв'язок з ЛА, високоточне вимірювання радіальної швидкості у широкому діапазоні дальностей, починаючи з початкового моменту його польоту та, завдяки використанню його поляризаційних ознак, що отримуються, детально розпізнавати ЛА за короткої час.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що у відомий канал-прототип, який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор подовжніх мод, блок дефлекторів, передаючу оптику, приймаючу оптику, фотодетектор, ширококутовий підсилювач, модифікований інформаційний блок для інформаційного взаємозв'язку з ЛА та, в разі необхідності, формувальні і обробки його зображення, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувачі імпульсів, схему „і“, лічильник, змішувачі, фільтр, формувач мірних імпульсів, дешифратор, фазову автопідстройку частоти на частоті міжмодових биттів, керуючий генератор, опорний генератор з частотою підставки $\Delta v_{п}$, електронно-цифрову обчислювальну машину, блок відображення інформації про радіальну швидкість R' ЛА та $6\Delta v_{м}$ - введення опорної частоти ($6\Delta v_{м оп}$) від передаючого лазера (Лн+СПМ), додатково 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 радіальної швидкості літальних апаратів для ЛІВС з розширеним набором поляризаційних ознак розпізнавання ЛА 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 інформаційному взаємозв'язку з ЛА, високоточному вимірюванні радіальної швидкості 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 приведено бік, що передає узагаль-

неної структурної схеми запропонованого каналу, де: 1 - вимірювальний сигнал; 2 - інформаційний сигнал та сигнал із просторовою модуляцією поляризації; б - введення сигналу тангенціальної складової швидкості (кутових швидкостей) ЛА, що виміряна.

На фіг. 2 приведена узагальнена структурна схема запропонованого каналу, де: I - структурна схема реалізації стежучого принципу вимірювання; II - структурна схема вимірювання радіальної швидкості ЛА.

На фіг. 3 приведено створення рівносигнального напрямку (РСН) та сканування 4-мя діаграмами спрямованості (ДС) лазерного випромінювання в ортогональних площинах.

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

Запропонований канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів для ЛІВС з розширеним набором поляризаційних ознак розпізнавання ЛА містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор подовжніх мод, блок дефлекторів, передаючу оптику, приймаючу оптику, фотодетектор, ширококутовий 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, схему „і“, лічильник, змішувачі, фільтр, формувач мірних імпульсів, дешифратор, фазову автопідстройку частоти на частоті міжмодових биттів, керуючий генератор, опорний генератор з частотою підставки $\Delta v_{п}$, електронно-цифрову обчислювальну машину, блок відображення вимірювальної інформації про радіальну швидкість R' ЛА та $6\Delta v_{м}$ - введення опорної частоти ($6\Delta v_{м оп}$) від передаючого лазера (Лн+СПМ).

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)

$$\Delta v_{54} = v_5 - v_4 = \Delta v_{м}, \quad \Delta v_{97} = v_9 - v_7 = 2\Delta v_{м}, \quad \Delta v_{63} = v_6 - v_3 = 3\Delta v_{м}, \quad \Delta v_{82} = v_8 - v_2 = 6\Delta v_{м};$$

- 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_1 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 - 3). Також, за допомогою СПМ та інформаційного блоку 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 плоскості поляризації на кут 90° в одному з них (фіг. 4). При цьому випромінювання апертури першого і другого каналів в апертурній плоскості UOV рознесені на відстані ρ . Різниця ходу пучків до картинної плоскості ЛА ХОУ змінюється вдовж осі Х від точки до точки. Обумовлена цим різниця фаз між поляризованими компонентами, що ортогональні, поля у картинній плоскості, також змінюється від точки до точки. В залежності від різниці 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 Δv_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, 3). Період сканування задається блоком керування дефлекторів, який разом з Лн живляться від КЕ. Проходячи через передаючу 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 Х і У. При цьому несуча частота v_1 та лазерний сигнал із просторовою модуляцією поляризації ($v_{10(1)}$ та $v_{10(2)}$) проходять вдовж РСН (фіг. 3).

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 різниці частот 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 розпізнавання ЛА;

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

При цьому імпульсні сигнали радіочастоти, що надходять з РП 4 (РП6 Δv_m) формує сигнал радіальної швидкості, а РП1 (РП Δv_m), РП2 (РП2 Δv_m) і РП3 (РП3 Δv_m) - формують сигнали для інших вимірювальних каналів ЛІВС.

Принцип вимірювання радіальної швидкості ЛА полягає в наступному (фіг. 1, 2). На перший змішувач (ЗМ1) від РП 4 (РП6 Δv_m) подається сигнал із частотою $6\Delta v_m$ від, який змішується через зворотній зв'язок зі сумішшю частот $6\Delta v_m$ від ($\Delta v_m + v_m$) від керуючого генератора та фільтрується. У фазовій автопідстрої частоти на частоті міжмодових биттів цей сигнал змішується з частотою v_n від опорного генератора. Отриманий сигнал з частотою Δv_r , з виходу А керуючого генератора подається на вхід ЗМ2, де змішується з опорною частотою $6\Delta v_m$. Сигнал різницевої частоти $6\Delta v_m$ від ($\Delta v_m - v_m$) отриманий з виходу Ф2, через формувач імпульсів надходить на схему «І». На лічильник проходить пачка імпульсів, обумовлена мірним інтервалом від ФМ1. Виділене дешифратором кількість рахункових імпульсів пропорційне частоті v_m допл, перетворюється в ЕЦОМ у цифроаналоговий сигнал, що у цифровому вигляді відображає радіальну швидкість ЛА на цифровому табло блоку відображення інформації.

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 на корисну модель, №25800, Україна, МПК G01 S 17/42, G01 S 17/66. Канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів для лазерної інформаційно-вимірювальної системи. /О.В. Коломійцев, Г.В. Альошин, В.В. Баранник та ін. - № u200703166; Заяв. 26.03.2007; опубл.27.08.2007; Бюл. № 13 - 8 с.

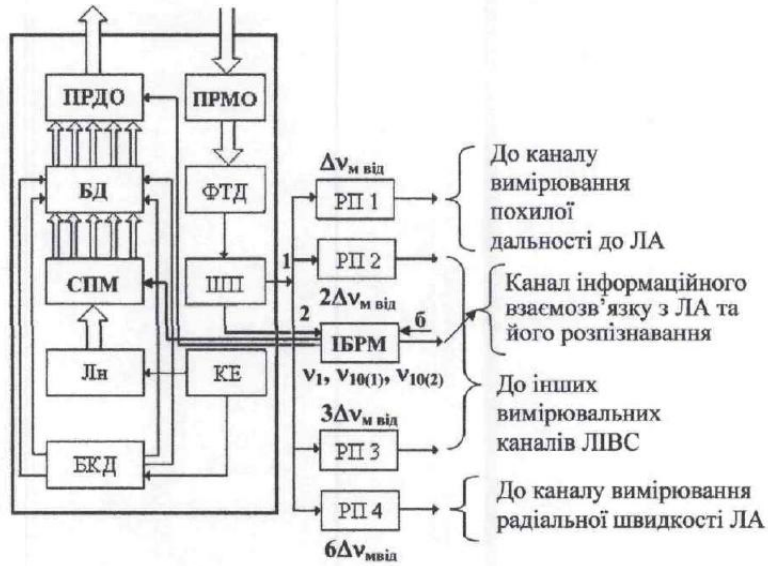
2. Патент на корисну модель, №56915, Україна, МПК G01 S 17/42, G01 S 17/66. Канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів для ЛІВС з можливістю формування та обробки зображення ЛА. / О.В. Коломійцев, В.В. Белімов, Д.Г. Васильєв та ін. - № u201011815; заяв. 05.10.2010; опубл. 25.01.2011; Бюл. № 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 па-

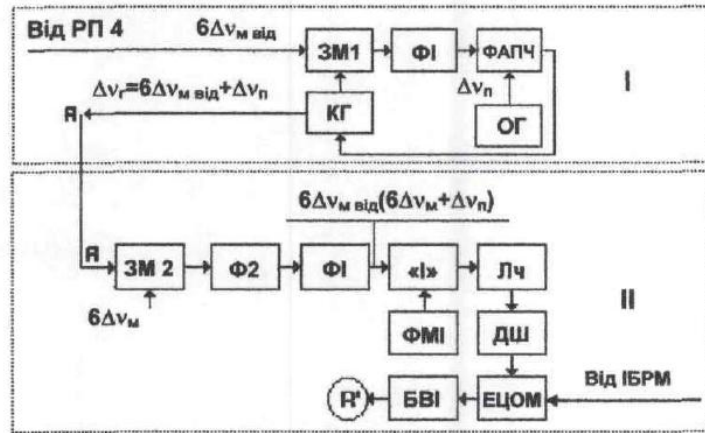
раметрів руху літального апарату. / О.В. Коломійцев - № u201005225; заяв. 29.04.2010; опубл. 27.12.2010; Бюл. № 24. - 14 с.

4. Патент на корисну модель № 23215, Україна, МІЖ Н04 1/453. Селектор подовжніх мод для

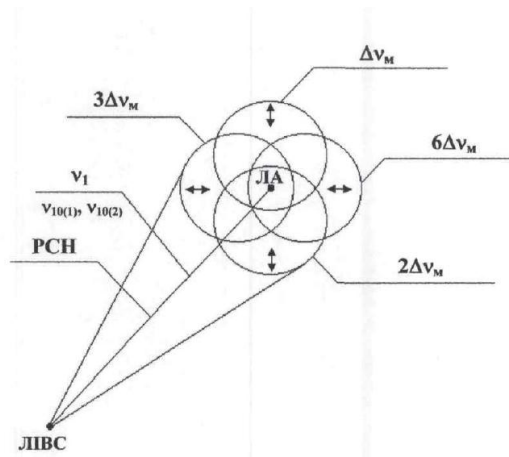
лазерної інформаційно-виміральної системи. /О.В. Коломійцев, Г.В. Альошин, В.В. Баранник та ін. - № и200700070; заяв. 02.01.2007; опубл. 10.05.2007; Бюл. № 6 - 6 с.



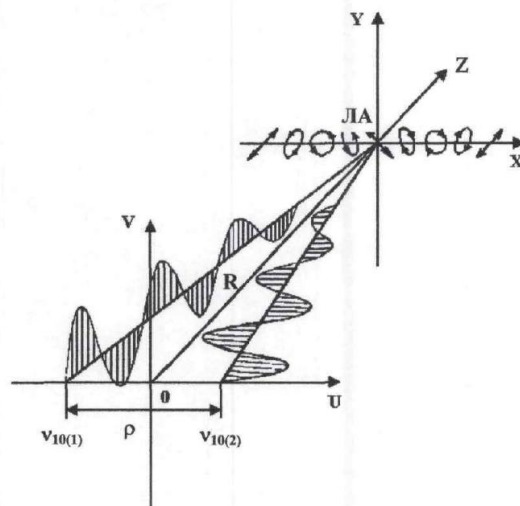
Фіг. 1



Фіг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

Комп'ютерна верстка Д. Шеверун

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601