



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 147272

(13) U

(51) МПК

G01S 17/42 (2006.01)

G01S 17/66 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ"

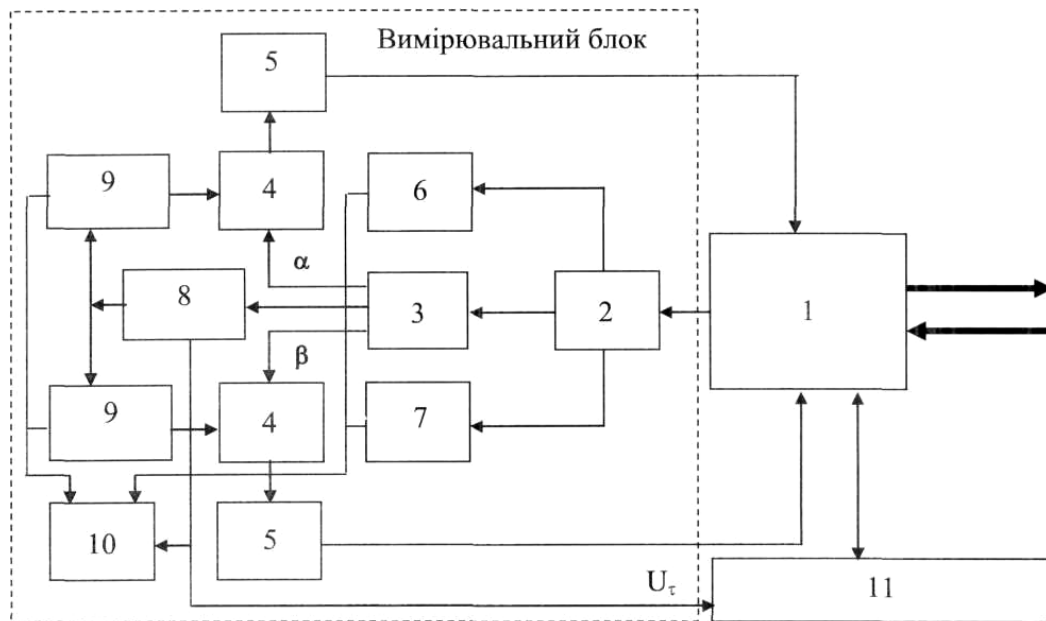
(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2020 05655	(72) Винахідник(и): Коломійцев Олексій Володимирович (UA), Семенов Сергій Геннадійович (UA), Бурдін Михайло Юрійович (UA), Кучук Георгій Анатолійович (UA), Кучук Ніна Георгіївна (UA), Можасв Олександр Олександрович (UA), Можасв Михайло Олександрович (UA), Гнусов Юрій Валерійович (UA), Марков В'ячеслав Валерійович (UA), Рвачов Олексій Михайлович (UA)
(22) Дата подання заявки: 02.09.2020	
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 29.04.2021	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 28.04.2021, Бюл.№ 17	(73) Володілець (володільці): ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВНУТРІШНІХ СПРАВ, просп. Л. Ландау, 27, м. Харків, 61080 (UA)

(54) МОБІЛЬНА ОДНОПУНКТНА ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА ДЛЯ ПОЛІГОННИХ ВИПРОБУВАНЬ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ**(57) Реферат:**

Мобільна однопунктна вимірювальна система для полігонних випробувань безпілотних літальних апаратів містить приймально-передавальну апаратуру, вимірювальний блок, який складається з пристрою формування каналів, пристрою формування сигналів, пристроїв формування сигналів похибки і виконавчих механізмів по кутах азимута і місця та вимірювальних каналів похилої дальності R , радіальної швидкості R' , кутів азимута α і місця β , кутових швидкостей α' і β' та блок з розширеними можливостями. Додатково введено електронну обчислювальну машину.

UA 147272 U



Фиг. 1

Корисна модель належить до галузі електрозв'язку і може бути використана для синтезу високоточної мобільної однопунктної вимірювальної системи (МОВС) для полігонних випробувань безпілотних літальних апаратів (БПЛА).

Відома "Лазерна вимірювальна система з можливістю пошуку та розпізнавання ЛА" [1], яка містить приймально-передавальну апаратуру (ПРМ-ПРД А), вимірювальний блок (ВБ), який складається з пристрою формування каналів (ПФК), пристрою формування сигналів (ПФС), пристроїв формування сигналів похибки (ПФСП) і виконавчих механізмів (ВМ) по кутах азимута і міста, вимірювальних каналів похилої дальності R , радіальної швидкості R' , кутів азимута α і міста β , кутових швидкостей α' і β' та блок розпізнавання.

Недоліком відомої системи є те, що вона не використовує прямі вимірювання тангенціальної швидкості (кутові швидкості) для детального розпізнавання ЛА.

Найближчим аналогом корисної моделі є "Лазерна вимірювальна система з розширеними можливостями" [2], яка містить приймально-передавальну апаратуру, блок з розширеними можливостями (БРМ), вимірювальний блок, який складається з пристрою формування каналів, пристрою формування сигналів, пристроїв формування сигналів похибки, виконавчих механізмів по кутах азимута і міста та вимірювальних каналів похилої дальності R , радіальної швидкості R' , кутів азимута α і міста β , кутових швидкостей α' і β' .

Недоліком системи найближчої аналогу є те, що вона не забезпечує повну обробку і збереження вимірювальної інформації, яка отримана під час проведення випробувань ЛА.

В основу корисної моделі поставлена задача створити мобільну однопунктну вимірювальну систему для полігонних випробувань безпілотних літальних апаратів, яка забезпечить пошук БГЛА у заданій зоні простору із заданим законом сканування і при стійкому кутовому автоматичному супроводженні, одночасно вимірювати похилу дальність R до нього, радіальну швидкість R' , кути азимута α і міста β , кутові швидкості α' і β' у широкому діапазоні дальностей, починаючи з початкового моменту його польоту, повну обробку і збереження вимірювальної інформації, яка отримана під час проведення випробувань БПЛА та, в разі необхідності, завдяки використанню його поляризаційних ознак, що отримуються, детально розпізнавати за короткий час.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що у систему найближчу аналогу, яка містить приймально-передавальну апаратуру, блок з розширеними можливостями, вимірювальний блок, який складається з пристрою формування каналів, пристрою формування сигналів, пристроїв формування сигналів похибки і виконавчих механізмів по кутах азимута і міста та вимірювальних каналів похилої дальності R , радіальної швидкості R' , кутів азимута α і міста β , кутових швидкостей α' і β' , згідно з корисною моделлю, додатково введено електронну обчислювальну машину (ЕОМ).

Побудова мобільної однопунктної вимірювальної системи для полігонних випробувань безпілотних літальних апаратів пов'язана з використанням одномодового багаточастотного з синхронізацією подовжніх мод випромінювання єдиного лазера-передавача та частотно-часового методу [3].

Технічний результат, який може бути отриманий при здійсненні корисної моделі полягає у стійкому кутовому автоматичному супроводженні БПЛА, високоточному вимірюванні похилої дальності R до нього, радіальної швидкості R' , кутів азимута α і міста β , кутових швидкостей α' і β' у широкому діапазоні дальностей, повної обробці і збереженні вимірювальної інформації, яка отримана під час проведення випробувань БПЛА та, в разі необхідності, пошук БПЛА і скорочення часу на його розпізнавання.

На фіг. 1 приведена узагальнена структурна схема запропонованої системи.

На фіг. 2 приведено створення рівносигнального напрямку (РСН) та сканування сумарною діаграмою спрямованості (ДС) лазерного випромінювання (ЛВ) у невеликому куті і окремо 4-мя ДС у ортогональних площинах.

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

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

Запропонована мобільної однопунктної вимірювальної системи для полігонних випробувань безпілотних літальних апаратів містить приймально-передавальну апаратуру 1, вимірювальний блок, який складається з пристрою формування каналів 2, пристрою формування сигналів 3, пристроїв формування сигналів похибки 4 і виконавчих механізмів 5 по кутах азимута і міста та вимірювальних каналів похилої дальності R 6, радіальної швидкості R' 7, кутів 8 азимута α і міста β кутових швидкостей 9 α' і β' , електронну обчислювальну машину 10 та блок з розширеними можливостями 11.

Робота мобільної однопунктної вимірювальної системи для полігонних випробувань безпілотних літальних апаратів полягає у наступному.

У ПРМ-ПРД А із синхронізованого одномодового багаточастотного спектра випромінювання лазера-передавача за допомогою модифікованого селектору подовжніх мод (МСПМ) [4]

5 виділяються необхідні пари частот та окремі несучі частоти для створення:

РСН на основі формування сумарної ДС ЛВ, завдяки 4-х парціальних ДС, які частково перетинаються, за умови використання різницеви частот міжмодових биттів ("підфарбованих" різницеви частотами міжмодових биттів, фіг. 2, 3):

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

10 лазерного сигналу із просторовою модуляцією поляризації, за умови використання сигналу з двох подовжніх мод (несучих частот v_{n1} , v_{n2} , фіг. 4).

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

15 При цьому, ЛВ апертури першого і другого поляризаційних каналів в апертурній площині V_{OU} рознесені на відомій відстані Δv_q . Різниця ходу пучків до картинної площини БПЛА $ХОУ$ змінюється вдовж осі X від точки до точки. Обумовлена цим різниця 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

20 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 Δv_q та відстанню до картинної площини R . Розподіл інтенсивності в реєстрованому зображенні БПЛА промодульовано за гармонійним законом з коефіцієнтом модуляції і дорівнює значенню ступеня поляризації випромінювання, що відбито у

25 даній ділянці поверхні БПЛА.

Сигнал частот міжмодових биттів Δv_m , $2\Delta v_m$, $3\Delta v_m$ і $6\Delta v_m$ надходить на модифікований блок дефлекторів (МБД), що складається з 4-х п'єзоелектричних дефлекторів. Парціальні ДС ЛВ попарно зустрічно сканують МБД у кожній із двох ортогональних площин (фіг. 2).

30 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 , $v_3=3\Delta v_m$ і v_8 , $v_2=6\Delta v_m$ фокусується в скануєми точки простору, оскільки здійснюється зустрічне сканування двома парами ДС ЛВ у кожній із двох ортогональних площин α і β (X і Y). При цьому, лазерний сигнал із просторовою модуляцією поляризації (на несучих частотах v_{n1} та v_{n2}) проходить вдовж РСН (фіг. 2).

35 Зустрічне сканування пар парціальних ДС ЛВ у кожній із двох ортогональних площин (фіг. 2, 3), призводить до зрушення огинаючих періодів пачок імпульсів частот міжмодових биттів за один повний прохід ДС ЛВ у прямому і зворотному напрямку сканування (похибки по кутах), а також до зміни тривалостей огинаючих пачок імпульсів частот міжмодових биттів за неповний прохід ДС ЛВ у прямому (зворотному) напрямку сканування відбитого сигналу від БПЛА (похибки по кутовим швидкостям), який приймається ПРМ-ПРД А. ПФК розподіляє сигнали по вимірювальних каналах.

40

Зустрічне сканування пар парціальних ДС ЛВ у кожній із двох ортогональних площин (фіг. 3) дозволяє вимірювати похилу дальність до БПЛА за запізнюванням частот міжмодових биттів каналом R та радіальну швидкість доплерівським методом каналом R' , оскільки найкращий режим сканування - при напівперекритті ДС ЛВ (фіг. 2).

45 У ПФС сигнали, що отримані від зустрічного сканування пар парціальних ДС ЛВ у кожній із двох ортогональних площин, перетворюються, завдяки зрушенням огинаючих періодів пачок імпульсів частот міжмодових биттів, у сигнали кутів азимута α і місця β . Завдяки зрушенням напівперіодів (тривалостей) огинаючих пачок імпульсів частот міжмодових биттів за один прохід ДС ЛВ у одному напрямку сканування (прямому або зворотному), у сигнали кутової (тангенціальної) швидкості БПЛА у каналі вимірювання кутових швидкостей (α' і β').

50

За зрушеннями огинаючих періодів пачок імпульсів частот міжмодових биттів у ПФСП по кутах азимута α і місця β , формуються сигнали похибки за кутовими координатами, що корегуються прогнозованими динамічними похибками, які через ВМ по кутах азимута α і місця β розвертають ПРМ-ПРД А таким чином, щоб РСН постійно проходив через БПЛА.

55 При відбитті лазерного сигналу із просторовою модуляцією поляризації, що зондує, від поверхні БПЛА 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 несе також інформацію по зміні контрасту модуляційної структури

зображення про типи матеріалів у складі поверхні БПЛА, їх характеристики і тощо. Тому, у БРМ здійснюється поляризаційна обробка поля, що приймається.

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

10 Інформація про зовнішньотраєкторні вимірювання БПЛА (кути азимута і місця, похилу дальність, радіальну і кутові (тангенціальну) швидкості) обробляється та запам'ятовується у ЕОМ.

15 Для збереження інформації, яка оброблена під час проведення випробувань БПЛА, у пам'яті ЕОМ використовується база даних - сукупність взаємопов'язаних даних, організованих у відповідності до схеми даних таким чином, щоб з ними міг працювати користувач. Підвищення швидкості обробки інформації, яка поступає на ЕОМ, здійснюється за рахунок використання технології синтезу часу параметризованих паралельних програм.

У разі необхідності виявлення БПЛА у заданій точки простору, складений із частот міжмодових биттів груповий сигнал сканується у вигляді сумарної ДС ЛВ за допомогою МБД, де кут та напрямок відхилення сумарної ДС ЛВ задається БКД ПРМ-ПРД А (фіг. 2).

20 Джерела інформації:

1. Патент на корисну модель № 60306, Україна, МПК G01 S 17/42, G01 S 17/66. Лазерна вимірювальна система з можливістю пошуку та розпізнавання ЛА /О.В. Коломійцев, Г.В. Альошин, В.В. Белімов та ін. - № u201100555; заяв. 18.01.2011; опубл. 10.06.2011; Бюл. № 11-бс.

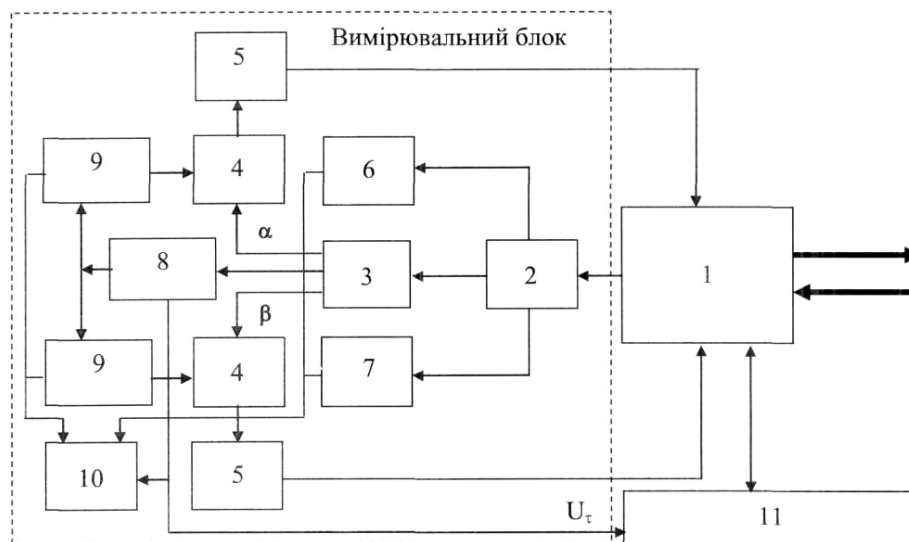
25 2. Патент на корисну модель № 62843, Україна, МПК G01 S 17/42, G01 S 17/66. Лазерна вимірювальна система з розширеними можливостями /О.В. Коломійцев, Г.В. Альошин, Д.Г. Васильєв та ін. - № u201107487; заяв. 14.06.2011; опубл. 12.09.2011; Бюл. № 17.-8 с.

30 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.

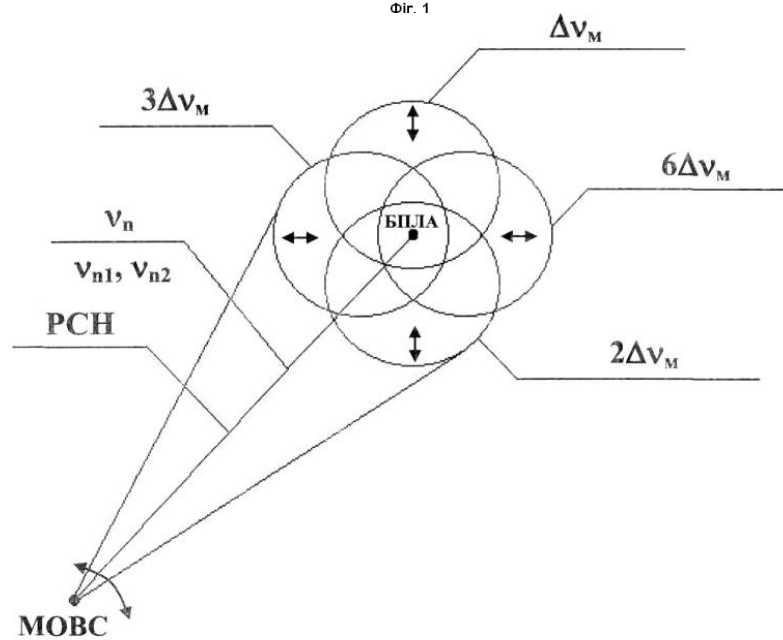
4. Патент на корисну модель № 43725, Україна, МПК H04 Q 1/453. Модифікований селектор подовжніх мод. /О.В. Коломійцев, Г.В. Альошин, В.В. Белімов та ін. - № u200903693; заяв. 15.04.2009; опубл. 25.08.2009; Бюл. № 16.-6 с.

35 ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

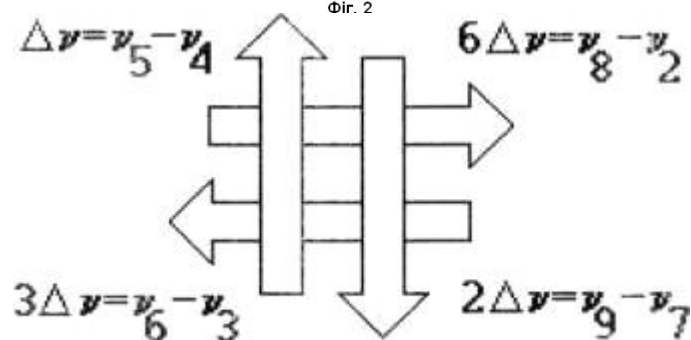
Мобільна однопунктна вимірювальна система для полігонних випробувань безпілотних літальних апаратів, що містить приймально-передавальну апаратуру, вимірювальний блок, який складається з пристрою формування каналів, пристрою формування сигналів, пристроїв формування сигналів похибки і виконавчих механізмів по кутах азимута і місця та вимірювальних каналів похилої дальності R, радіальної швидкості R', кутів азимута α і місця β , кутових швидкостей α' і β' та блок з розширеними можливостями, яка **відрізняється** тим, що додатково введено електронну обчислювальну машину.



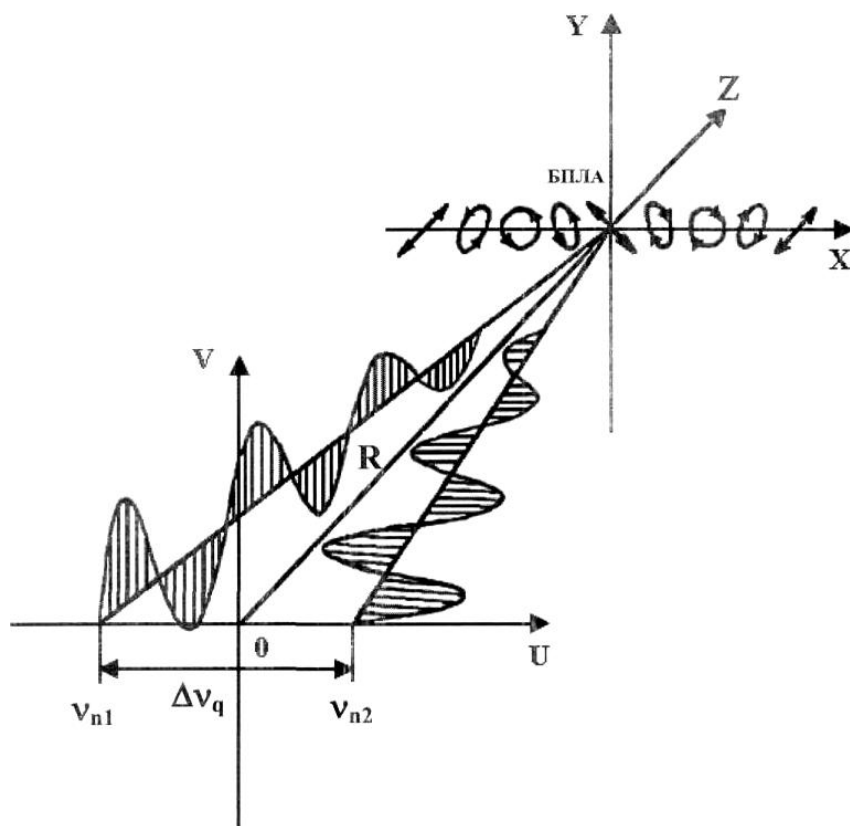
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фіг. 4