



УКРАЇНА

(19) UA (11) 61873 (13) U

(51) МПК

G01S 17/42 (2006.01)

G01S 17/66 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) КАНАЛ ВИМІРЮВАННЯ КУТОВИХ ШВИДКОСТЕЙ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ЧАСТОТ МІЖМОДОВИХ БИТТІВ ТА МОЖЛИВІСТЮ ПОШУКУ І РОЗПІЗНАВАННЯ ЛА

1

2

(21) u201104230

(22) 07.04.2011

(24) 25.07.2011

(46) 25.07.2011, Бюл.№ 14, 2011 р.

(72) КОЛОМІЙЦЕВ ОЛЕКСІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ, АЛЬОШИН ГЕННАДІЙ ВАСИЛЬОВИЧ, БАЛАБУХА ОЛЕКСІЙ СЕРГІЙОВИЧ, ВАСИЛЬЄВ ДМИТРО ГЕННАДІЙОВИЧ, ДОРОШЕНКО ЮРІЙ ІВАНОВИЧ, КОЗИНА ОЛЬГА АНДРІЙВНА, ОМЕЛЬЧЕНКО АНДРІЙ ІГОРОВИЧ, РУБАН ІГОР ВІКТОРОВИЧ, САЧУК ІГОР ІВАНОВИЧ, ШОСТАК АНАТОЛІЙ ВАСИЛЬОВИЧ

(73) ХАРКІВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ІМЕНІ ІВАНА КОЖЕДУБА

(57) Канал вимірювання куткових швидкостей літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів та можливістю пошуку і розпізнавання ЛА, який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор

подовжніх мод з багаточастотним розділенням каналів (СПМБРК), передавальну оптику, приймальну оптику, фотодетектор, широкопугмовий підсилювач, багатофункціональний інформаційний блок із б - введенням сигналу тангенціальної складової швидкості (кутових швидкостей) літального апарата (ЛА), що виміряна, для інформаційного взаємозв'язку з ЛА та його розпізнавання, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувачі імпульсів, тригери "1"|"0", схеми "і", реверсивні лічильники, схеми порівняння, електронно-цифрову обчислювальну машину та $\Delta V_{m\text{оп}}$ - введення опорних сигналів з частотами міжмодових биттів ($\Delta V_{m\text{оп}}$, $2\Delta V_{m\text{оп}}$, $3\Delta V_{m\text{оп}}$, $6\Delta V_{m\text{оп}}$) від передавального лазера, який **відрізняється** тим, що після СПМБРК замість блока дефлекторів введено модифікований блок дефлекторів.

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 апарата (ЛА).

Відомий «Канал вимірювання куткових швидкостей літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів» [1], який містить керуючий елемент (КЕ), блок керування дефлекторами (БКД), лазер з накачкою (ЛН), селектор подовжніх мод з багаточастотним розділенням каналів (СПМБРК), блок дефлекторів (БД), передавальну оптику (ПРДО), приймальну оптику (ПРМО), фотодетектор (ФТД), широкопугмовий підсилювач (ШП), 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” («і»), резонансні лічильники (РЛч), схеми порівняння (СП), електронно-цифрову обчислювальну машину (ЕЦОМ) та $\Delta V_{m\text{оп}}$ - введення опор-

них сигналів з частотами міжмодових биттів ($\Delta V_{m\text{оп}}$, $2\Delta V_{m\text{оп}}$, $3\Delta V_{m\text{оп}}$, $6\Delta V_{m\text{оп}}$) від передавального лазера.

Недоліком відомого каналу є те, що він не може розпізнавати ЛА.

Найбільш близьким до запропонованого технічним рішенням, обраним як прототип є «Канал вимірювання куткових швидкостей літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів та можливістю розпізнавання ЛА» [2], який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор подовжніх мод з багаточастотним розділенням каналів, блок дефлекторів, передавальну оптику, приймальну оптику, фотодетектор, широкопугмовий підсилювач, багатофункціональний інформаційний блок (ІБ) із б - введенням сигналу тангенціальної складової швидкості (кутових швидкостей) ЛА, що виміряна, для інформаційного взаємозв'язку з ЛА і його розпізнавання, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувачі імпульсів, тригери „1”|„0”, схеми „і”, реверсивні лічильники, схеми порівняння, електронно-цифрову обчислю-

(13) U

(11) 61873

(19) UA

вальну машину, $\Delta V_{m\text{оп}}$ - введення опорних сигналів з частотами міжмодових биттів ($\Delta V_{m\text{оп}}$, $2\Delta V_{m\text{оп}}$, $3\Delta V_{m\text{оп}}$, $6\Delta V_{m\text{оп}}$) від передавального лазера.

Недоліком каналу-прототипу є те, що він не виконує додаткового сканування сумарною діаграмою спрямованості (ДС) лазерного випромінювання за умови пошуку ЛА.

В основу корисної моделі поставлена задача створити канал вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів та можливістю пошуку і розпізнавання ЛА, який дозволить здійснювати високоточне вимірювання кутових швидкостей (прискорення α' і β') ЛА, багатоканальний (N) інформаційний взаємозв'язок з ним на частотах міжмодових биттів $9\Delta V_m \dots N\Delta V_{m\text{оп}}$, та, в разі необхідності, пошук ЛА у заданій зоні із заданим законом сканування ДС лазерного випромінювання і його розпізнавання.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що у канал-прототип, який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор подовжніх мод з багаточастотним розділенням каналів, блок дефлекторів, передавальну оптику, приймальну оптику, фотодетектор, широкосмуговий підсилювач, багатфункціональний інформаційний блок із б - введенням сигналу тангенціальної складової швидкості (кутових швидкостей) ЛА, що виміряна, для інформаційного взаємозв'язку з ЛА і його розпізнавання, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувачі імпульсів, тригери „1”„0”, схеми „і”, реверсивні лічильники, схеми порівняння, електронно-цифрову обчислювальну машину, $\Delta V_{m\text{оп}}$ - введення опорних сигналів з частотами міжмодових биттів ($\Delta V_{m\text{оп}}$, $2\Delta V_{m\text{оп}}$, $3\Delta V_{m\text{оп}}$, $6\Delta V_{m\text{оп}}$) від передавального лазера, додатково після СПМБРК замість БД введено модифікований блок дефлекторів (МБД).

Побудова каналу вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів та можливістю пошуку і 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 високоточному вимірюванні кутової швидкості (прискорення α' і β') ЛА у широкому діапазоні дальностей, починаючи з початкового моменту його польоту, багатоканальному (N) інформаційному взаємозв'язку з ЛА на частотах міжмодових биттів та, в разі необхідності, пошуку ЛА у заданій зоні і його розпізнавання.

На фіг. 1 приведена узагальнена структурна схема запропонованого каналу, де: 1 - вимірювальний сигнал; 2 - інформаційний сигнал; $\Delta V_{m\text{оп}}$... - введення опорних сигналів з частотами міжмодових биттів ($\Delta V_{m\text{оп}}$, $2\Delta V_{m\text{оп}}$, $3\Delta V_{m\text{оп}}$, $6\Delta V_{m\text{оп}}$) від передавального лазера; б - введення сигналу тангенціальної складової швидкості (кутових швидкостей) ЛА, що виміряна.

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

На фіг. 3 приведені епюри напруг з виходів блоків пропонуємого каналу.

Запропонований канал вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів та можливістю пошуку і розпізнавання ЛА містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор подовжніх мод з багаточастотним розділенням каналів, модифікований блок дефлекторів, передавальну оптику, приймальну оптику, фотодетектор, широкосмуговий підсилювач, багатфункціональний інформаційний блок із б - введенням сигналу тангенціальної складової швидкості (кутових швидкостей) ЛА, що виміряна, для інформаційного взаємозв'язку з ЛА і його розпізнавання, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувачі імпульсів, тригери „1”„0”, схеми „і”, реверсивні лічильники, схеми порівняння, електронно-цифрову обчислювальну машину, $\Delta V_{m\text{оп}}$ - введення опорних сигналів з частотами міжмодових биттів ($\Delta V_{m\text{оп}}$, $2\Delta V_{m\text{оп}}$, $3\Delta V_{m\text{оп}}$, $6\Delta V_{m\text{оп}}$) від передавального лазера.

Робота запропонованого каналу полягає в наступному.

Із синхронізованого одномодового багаточастотного спектра випромінювання лазера-передавача (Лп) за допомогою СПМБРК виділяються необхідні пари частот для створення:

- багатоканального (N) інформаційного зв'язку, за умови використання сигналів комбінацій подовжніх мод (на різницевій частоті міжмодових биттів $\Delta V_{101}=V_{10}-V_1=9\Delta V_m, \dots N\Delta V_{m\text{оп}}$);

- рівносигнального напрямку на основі формування сумарної ДС лазерного випромінювання, завдяки частково перетинаючихся 4-х парціальних ДС, за умови використання різницевої частот міжмодових биттів

$$\Delta V_{54}=V_5-V_4=\Delta V_m, \quad \Delta V_{97}=V_9-V_7=2\Delta V_m, \quad \Delta V_{63}=V_6-V_3=3\Delta V_m, \quad \Delta V_{82}=V_8-V_2=6\Delta V_m.$$

Груповий лазерний сигнал, який складений із частот міжмодових биттів $N\Delta V_{m\text{оп}}$, минаючи МБД, потрапляє на ПРДО де змішується (модулюється) з інформаційним сигналом від БІБ та формує багатоканальний (N) інформаційний сигнал, що передається ЛА (створення взаємозв'язку) (фіг. 1, 2).

Водночас імпульсний лазерний сигнал (вимірювальний) частот міжмодових биттів ΔV_m , $2\Delta V_m$, $3\Delta V_m$ та $6\Delta V_m$ надходить на МБД, що складається з 4-х п'єзоелектричних дефлекторів. Парціальні ДС лазерного випромінювання попарно зустрічно сканують МБД у кожній із двох ортогональних площин (фіг. 1, 2). Період сканування задається БКД, який разом з Лп живляться від керуючого елемента. Проходячи через ПРДО, 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 груповий (інформаційний) лазерний сигнал частот $9\Delta v_m \dots N\Delta v_{m\text{п}}$ проходить вдовж РСН (фіг. 2).

Прийняті ПРМО від ЛА інформаційні та лазерні імпульсні сигнали і огинаючи сигнали ДС лазерного випромінювання, відбиті в процесі сканування чотирьох ДС, за допомогою фотодетектора перетворюються в електричні імпульсні сигнали на несучих частотах і різницевих частотах міжмодових биттів. Підсилені ШП вони розподіляються:

- в БІБ для обробки інформації, що приймається від ЛА та його розпізнавання;

- по РП, що настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів: Δv_m від, $2\Delta v_m$ від, $3\Delta v_m$ від, $6\Delta v_m$ від.

Імпульсні сигнали радіочастоти, що надходять з РП1 і РП2 (РП Δv_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 ФІ 1 першої І лінії від опорної частоти Δv_m оп надходять на РЛч 1 (фіг. 3). У цей же час відбитий від ЛА оптичний сигнал частоти міжмодових биттів, який перетворюється ФТД у радіочастоту міжмодових биттів Δv_m від, змінюється по закону руху ДС лазерного випромінювання, перетворюється у другої 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. Перший імпульс, який надходить від тригера, відкриває РЛч для рахування імпульсів від ФІ 1 і схему «І» для перезапису на схему порівняння. Другий імпульс від тригера надходить на реверсивний вхід того ж РЛч, який здійснює зворотній рахунок імпульсів, які надходять через нього. Третій та наступні імпульси надходять на тригер і роблять аналогічні дії першому. Другий імпульс не надходить на схему «І», а третій імпульс, як і перший, надходить 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 покороженого (руху ДС) півперіоду сканування. Півперіод сканування подовжується тоді, коли швидкість руху ЛА співпадає зі швидкістю руху ДС, а коли не співпадає - покорочується.

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) літального апарату від каналу кутових швидкостей використовується в БІБ для розпізнавання ЛА, що супроводжується.

В разі необхідності виявлення ЛА у заданій точці простору груповий сигнал, який складений із частот міжмодових биттів і несучих частот ν_n , сканується у вигляді сумарної ДС за допомогою модифікованого блоку дефлекторів, де кут та напрямок відхилення сумарної ДС задається БКД (фіг. 1, 2).

Формування сумарної ДС лазерного випромінювання, створення РСН, інформаційного каналу 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.

Кількість інформаційних каналів (N) в каналі, що пропонується, залежить від кількості мод (несучих частот ν_n та їх пар), які мають необхідні вихідні характеристики для використання.

Джерела інформації:

1. Патент на корисну модель № 48402, Україна, МПК G01 S 17/42, G01 S 17/66. Канал вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів. /О.В. Коломійцев, В.В. Белімов, Д.Г. Васильєв та ін. - № u200911402; заяв. 09.11.2009; опубл. 10.03.2010; Бюл. № 5 - 8 с.

2. Патент на корисну модель № 55508, Україна, МПК G01 S 17/42, G01 S 17/66. Канал вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів та можливістю розпізнавання ЛА. /О.В. Коломійцев, Г.В. Альошин, Д.Г. Васильєв та ін. - № u201008922; заяв. 16.07.2010; опубл. 10.12.2010; Бюл. № 23. - 8 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.

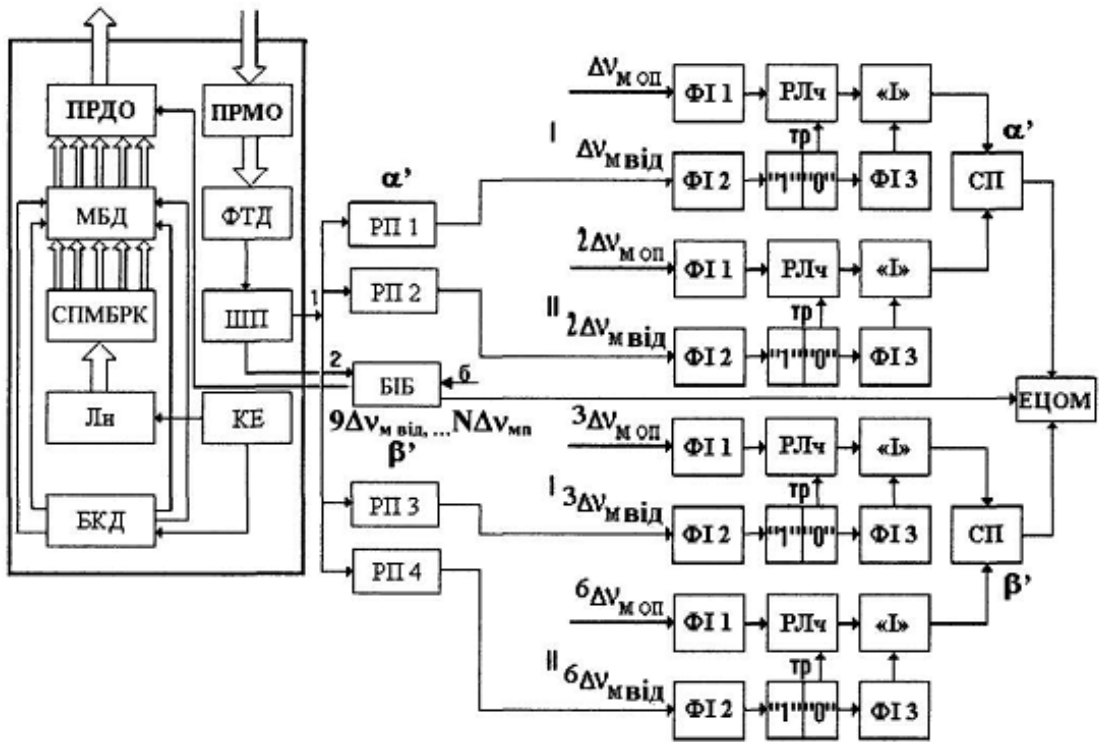


Fig. 1

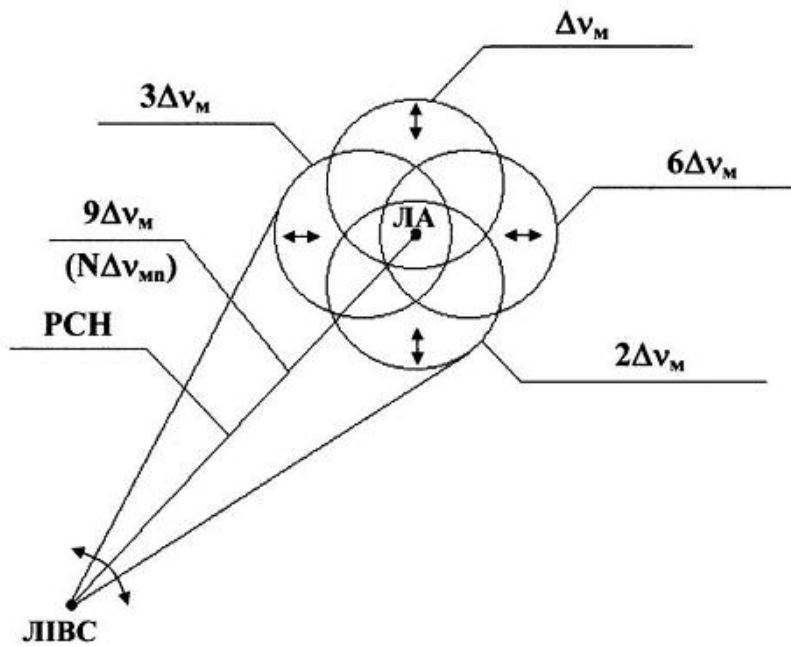
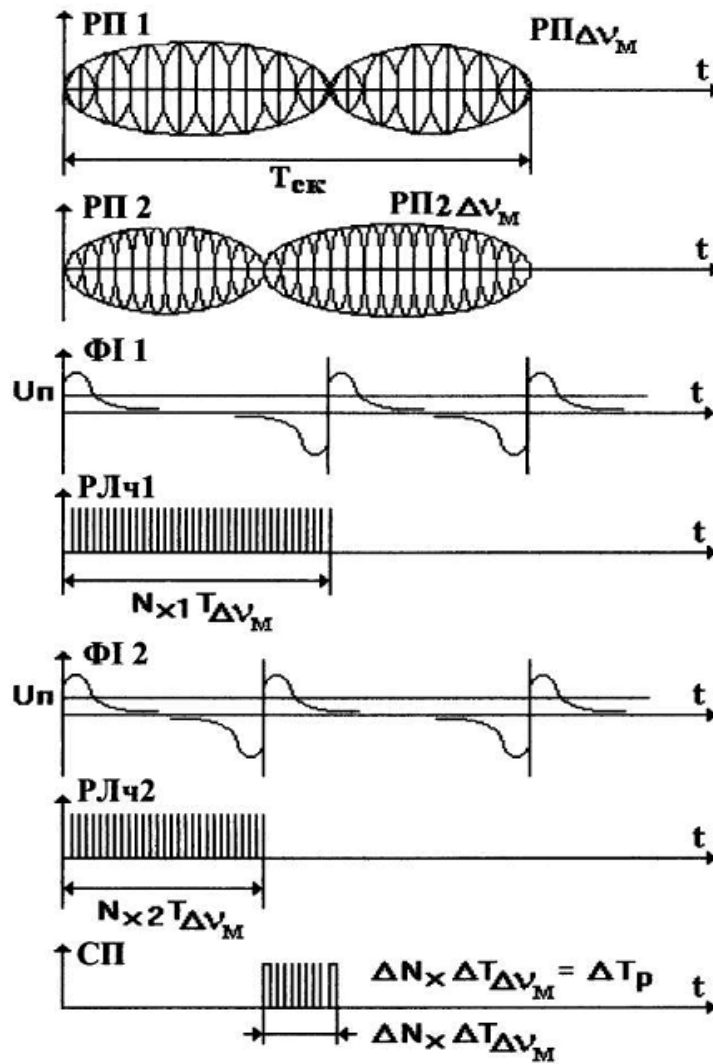


Fig. 2



Фиг. 3