



УКРАЇНА

(19) UA (11) 61876 (13) U

(51) МПК

G01S 17/42 (2006.01)

G01S 17/66 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

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

1

2

(21) u201104251

(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, ДОВБНЯ ОЛЕКСАНДР ВОЛОДИМИРОВИЧ, ДОРОШЕНКО ЮРІЙ ІВАНОВИЧ, КОЗІНА ОЛЬГА АНДРІЙВНА, РУБАН ІГОР ВІКТОРОВИЧ, САЧУК ІГОР ІВАНОВИЧ, ШОСТАК АНАТОЛІЙ ВАСИЛЬОВИЧ

(73) ХАРКІВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ІМЕНІ ІВАНА КОЖЕДУБА

(57) Канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів та можливістю пошуку і розпізнавання ЛА, який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою (Лн), селектор подовжніх мод з багаточастотним розділенням

каналів (СПМБРК), передавальну оптику, приймальну оптику, фотодетектор, ширококутовий 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, схему "і", лічильник, змішувачі, фільтр, формувач мірних імпульсів, дешифратор, фазову автопідстройку частоти на частоті міжмодових биттів, керуючий генератор, опорний генератор з частотою підставки $\Delta\nu_n$, електронно-цифрову обчислювальну машину, блок відображення вимірювальної інформації про радіальну швидкість R' ЛА та $\delta\Delta\nu_m$ -введення опорної частоти ($\delta\Delta\nu_{m\text{оп}}$) від передавального лазера (Лн+СПМБРК), який відрізняється тим, що після СПМБРК замість блока дефлекторів введено модифікований блок дефлекторів.

Запропонована корисна модель належить 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 апарата (ЛА).

Відомий «Канал вимірювання радіальної швидкості 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), ширококутовий підсилювач (ШП), інформаційний блок (ІБ), резонансні підсилювачі (РП), настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувачі імпульсів (ФІ), схему «і» («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 $\Delta\nu_n$,

електронно-цифрову обчислювальну машину (ЕЦОМ), блок відображення вимірювальної інформації (БВІ) про радіальну швидкість R' літального апарата (ЛА) та $\delta\Delta\nu_m$ - введення опорної частоти ($\delta\Delta\nu_{m\text{оп}}$) від передавального лазера (Лн+СПМБРК).

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

Найбільш близьким до запропонованого технічним рішенням, обраним як прототип є «Канал вимірювання радіальної швидкості 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, ширококутовий підсилювач, багатофункціональний інформаційний блок (БІБ) із б-введенням сигналу тангенціальної складової швидкості (кутових швидкостей) ЛА, що виміряна, для інформаційного взаємозв'язку з ЛА та його розпізнавання, резонансні підсилювачі, настроєні

(13) U

(11) 61876

(19) UA

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 Δv_n , електронно-цифрову обчислювальну машину, блок відображення вимірювальної інформації про радіальну швидкість R' ЛА та $6\Delta v_m$ - введення опорної частоти ($6\Delta v_{m\text{оп}}$) від передавального лазера (Лн+СПМБРК).

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 радіальної швидкості літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів та можливість пошуку і розпізнавання ЛА, який дозволить здійснювати високоточне вимірювання радіальної швидкості ЛА у широкому діапазоні дальностей, багатоканальний (N) інформаційний взаємозв'язок з ним на частотах міжмодових биттів $9\Delta v_m \dots N\Delta v_{mn}$ 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 відомий 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 та його розпізнавання, 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 Δv_n , електронно-цифрову обчислювальну машину, блок відображення вимірювальної інформації про радіальну швидкість R' ЛА та $6\Delta v_m$ - введення опорної частоти ($6\Delta v_{m\text{оп}}$) від передавального лазера (Лн+СПМБРК), додатково після СПМБРК замість БД введено модифікований блок дефлекторів (МБД).

Побудова каналу вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів та можливість 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 радіальної швидкості R' 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 приведено передаючий бік узагальненої структурної схеми запропонованого каналу, де: 1 - вимірювальний сигнал; 2 - інформаційний сигнал, б - введення сигналу тангенціальної складової швидкості (кутових швидкостей) літального апарата, 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 створення рівносигнального напрямку (РСН) та сканування сумарною ДС лазерного випромінювання у невеликому куті і окремо 4-мя діаграмами спрямованості в ортогональних площинах.

Запропонований канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів та можливість 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 та його розпізнавання, 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 Δv_n , електронно-цифрову обчислювальну машину, блок відображення вимірювальної інформації про радіальну швидкість R' ЛА та $6\Delta v_m$ - введення опорної частоти ($6\Delta v_{m\text{оп}}$) від передавального лазера (Лн+СПМБРК).

Робота запропонованого каналу полягає в наступному (фіг. 1 - 3).

Із синхронізованого одномодового багаточастотного спектра випромінювання лазера-передавача (Лн) 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 $\Delta v_{101}=v_{10}-v_1=9\Delta v_m, \dots, N\Delta v_{mn}$);

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

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

Груповий лазерний сигнал, який складений із частот міжмодових биттів $N\Delta v_{mn}$, 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. 1-3).

Водночас сигнал частот міжмодових биттів Δv_m , $2\Delta v_m$, $3\Delta v_m$ та $6\Delta v_m$ потрапляє на МБД, який створений 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 Лн живляться від КЕ. 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 скануємі точки простору, оскільки здійснюється зустрічне сканування двома парами ДС лазерного випромінювання у кожній із двох ортогональних площин α і β (X і Y). При цьому груповий (інформаційний) лазерний сигнал частот $9\Delta v_m \dots N\Delta v_m$ проходить вдовж РСН (фіг. 3).

Прийняті ПРМО від ЛА інформаційні та лазерні імпульсні сигнали і огинаючі 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.

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

Принцип вимірювання радіальної швидкості R' 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 + v_m п, від КГ та фільтрується. У ФАПЧ на частоті міжмодових биттів цей сигнал змішується з частотою v_n від ОГ. Отриманий сигнал з частотою Δv_r з виходу А керуючого генератора подається на вхід другого змішувача (ЗМ2), де змішується з опорною частотою $6\Delta v_m$.

Сигнал різницевої частоти $6\Delta v_m$ від - ($\Delta v_m - v_m$ п), отриманий з виходу Ф2, через Ф1 надходить на схему «І». На лічильник проходить пачка імпульсів, обумовлена мірним інтервалом від ФМІ.

Виділена дешифратором кількість рахункових імпульсів пропорційна частоті v_m допл, перетворю-

ється в ЕЦОМ у цифроаналоговий сигнал, який у цифровому вигляді відображає радіальну швидкість ЛА на цифровому табло блоку відображення інформації.

Вимірювальна інформація про тангенціальну складову швидкості (кутові швидкості) літального апарата 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 v_n , сканується у вигляді сумарної ДС за допомогою модифікованого блоку дефлекторів, де кут та напрямок відхилення сумарної ДС задається БКД (фіг. 1 - 3).

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) залежить від кількості мод (несучих частот v_n), які мають необхідні вихідні характеристики для використання.

Джерела інформації:

1. Патент на корисну модель № 48401, Україна, МПК G01S 17/42. Канал вимірювання похилої дальності до літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів. /О.В. Коломійцев, В.В. Белімов, Д.Г. Васильєв та ін. - № U200911401; заяв. 09.11.2009; опубл. 10.03.2010; Бюл. № 5 - 10 с

2. Патент на корисну модель №55503, Україна, МПК G01S 17/42, G01S 17/66. Канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів та можливістю розпізнавання ЛА. /О.В. Коломійцев, Г.В. Альошин, Д.Г. Васильєв та ін. - № и201008910; заяв. 16.07.2010; опубл. 10.12.2010; Бюл. № 23. - 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 апарата. /О.В. Коломійцев - № U201005225; заяв. 29.04.2010; опубл. 27.12.2010; Бюл. № 24. - 14 с.

