



УКРАЇНА

(19) UA (11) 61875 (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 ПОХИЛОЇ ДАЛЬНОСТІ ДО ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ЧАСТОТ МІЖМОДОВИХ БИТТІВ ТА МОЖЛИВІСТЮ ПОШУКУ І РОЗПІЗНАВАННЯ ЛА**

1

2

(21) u201104250

(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, КОЗИНА ОЛЬГА АНДРІЙВНА, РУБАН ІГОР ВІКТОРОВИЧ, САЧУК ІГОР ІВАНОВИЧ, ШОСТАК АНАТОЛІЙ ВАСИЛЬОВИЧ

(73) ХАРКІВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ІМЕНІ ІВАНА КОЖЕДУБА

(57) Канал вимірювання похилої дальності до 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), призми для частоти міжмодо-

вих биттів $\Delta\nu_m$, перемикач для частот міжмодових биттів $\Delta\nu_m$ і $2\Delta\nu_m$, передавальну оптику, приймальну оптику, фотодетектори, 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, формувач імпульсів, тригер "1"|"0", схему "i", лічильники, фільтр із заданою смугою пропускання, детектор, диференційовну оптику, підсилювач, фільтр, диференційовні ланцюжки, випрямлячі, електронно-цифрову обчислювальну машину та блок відображення вимірювальної інформації про похилу дальність R до літального апарата, 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 (ШВС) з частотно-часовим методом (ЧЧМ) пошуку, розпізнавання та вимірювання параметрів руху літального апарату (ЛА).

Відомий "Канал вимірювання похилої дальності до 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), призми для частоти міжмодових биттів $\Delta\nu_m$, блок дефлекторів (БД), перемикач для частот міжмодових биттів $\Delta\nu_m$ і $2\Delta\nu_m$, передавальну оптику (ПРДО), приймальну оптику (ПРМО), фотодетектори (ФТД), ширококутовий підсилювач (ШП), інформаційний блок (ІБ), резонансні підсилювачі (РП), настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувач імпульсів (ФІ), тригер "1"|"0", схему "i" ("I"), лічильники (Лч), фільтр із заданою смугою пропускання (Фп), детектор (Дет), дифере-

нційовну оптику (ДО), підсилювач (П), фільтр (Ф), диференційовні ланцюжки (ДЛ), випрямлячі (Вип), електронно-цифрову обчислювальну машину (ЕЦОМ) та блок відображення вимірювальної інформації (БВІ) про похилу дальність R до ЛА.

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

Найбільш близьким до запропонованого технічним рішенням, обраним як прототип є "Канал вимірювання похилої дальності до 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, призми для частоти міжмодових биттів $\Delta\nu_m$, блок дефлекторів, перемикач для частот міжмодових биттів $\Delta\nu_m$ і $2\Delta\nu_m$, передавальну оптику, приймальну оптику, фотодетектори, ширококутовий підсилювач, багатофункціональний інформаційний блок (БІБ) із б - введенням сигналу тангенціальної складової швидкості (кутових швидкостей) ЛА, що виміряна,

(13) U

(11) 61875

(19) UA

для інформаційного взаємозв'язку з ЛА та його розпізнавання, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувач імпульсів, тригер „1”|„0”, схему „I”, лічильники, фільтр із заданою смугою пропускання, детектор, диференційовну оптику, підсилювач, фільтр, диференційовні ланцюжки, випрямлячі, електронно-цифрову обчислювальну машину та блок відображення вимірювальної інформації про похилу дальність R до ЛА.

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 похилої дальності до літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів та можливістю пошуку і розпізнавання ЛА, який дозволить здійснювати високоточне вимірювання похилої дальності до 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, призми для частоти міжмодових биттів Δv_M , блок дефлекторів, перемикач для частот міжмодових биттів Δv_M і $2\Delta v_M$, передавальну оптику, приймальну оптику, фотодетектори, широкопasmовий підсилювач, багатифункціональний 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, формувач імпульсів, тригер „1”|„0”, схему „I”, лічильники, фільтр із заданою смугою пропускання, детектор, диференційовну оптику, підсилювач, фільтр, диференційовні ланцюжки, випрямлячі, електронно-цифрову обчислювальну машину та блок відображення вимірювальної інформації про похилу дальність R до ЛА, додатково після СПМБРК замість БД введено модифікований блок дефлекторів (МБД).

Побудова каналу вимірювання похилої дальності до 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 ЧМ [3].

Технічний результат, який може бути отриманий при здійсненні корисної моделі полягає в високоточному вимірюванні похилої дальності до 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 апарату, що виміряна.

На фіг. 2 приведена узагальнена структурна схема запропонованого каналу.

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.

На фіг. 5 приведені епюри напруг з виходів блоків вимірювання R до ЛА, де: а) - від блоку опорного сигналу; б) - від блоку відбитого сигналу.

Запропонований канал вимірювання похилої дальності до 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, призми для частоти міжмодових биттів Δv_M , модифікований блок дефлекторів, перемикач для частот міжмодових биттів Δv_M і $2\Delta v_M$, передавальну оптику, приймальну оптику, фотодетектори, широкопasmовий підсилювач, багатифункціональний 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, формувач імпульсів, тригер „1”|„0”, схему „I”, лічильники, фільтр із заданою смугою пропускання, детектор, диференційовну оптику, підсилювач, фільтр, диференційовні ланцюжки, випрямлячі, електронно-цифрову обчислювальну машину та блок відображення вимірювальної інформації про похилу дальність R до ЛА.

Робота запропонованого каналу полягає у 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 комбінації 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 імпульсний лазерний сигнал (вимірювальний) частот міжмодових биттів $\Delta v_M, 2\Delta v_M,$

$3\Delta v_m$ 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. 1,3). Період сканування задається БКД, який разом з Лн живляться від керуючого елемента. Проходячи через передавальну оптику, груповий лазерний імпульсний сигнал пар частот: $v_5, v_4 = \Delta v_m$, $v_9, v_7 = 2\Delta v_m$, $v_1, v_3 = 3\Delta v_m$ та $v_1, v_2 = 6\Delta v_m$ 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 $9\Delta v_m \dots N\Delta v_m$ проходить вдовж РСН (фіг. 3).

Принцип роботи грубої шкали каналу вимірювання похилої дальності до ЛА полягає в наступному (фіг. 2,5).

На боці, який передає.

Перша пара частот $v_{5,4}$ виділена СПМБРК із спектру випромінювання лазера розщеплюється під дією розщепителя (призми) на два оптичні сигнали:

1) основний - сканований МБД під певним кутом (з часом $T_{пр}$, що задається від БКД), який проходить через перемикач (П) для виділення "бланкуючого" імпульсу (бланк - нуль) і розщепитель, де відбувається виділення додаткового сигналу (2) та надходить на ПРДО і далі на ЛА;

2) додатковий (1) - перетворюваний ФТД в електричний імпульсний сигнал різницевої частоти міжмодового биття Δv_m та надходить на ФІ1, де відбувається виділення "пачок" імпульсів, прийнятих схемою "І".

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.

При цьому імпульсні сигнали радіочастоти, що надходять з РП1 (РП Δv_m) формують сигнал про R до ЛА, а РП 4 (РП $6\Delta v_m$), РП2 (РП $2\Delta v_m$) і РП3 (РП $3\Delta v_m$) - сигнали для інших вимірювальних каналів ШВС з ЧЧМ.

Отриманий від ФТД додатковий оптичний сигнал частоти $v_{5,4}$ з "бланкуючими" імпульсами, перетворений в сигнал Δv_m здобуває чіткі границі "бланкуючого" імпульсу, проходячи ДО, підсилюється. Фільтр $P=1/\tau_i$ (де τ_i - тривалість імпульсу) виділяє з загального сигналу "бланкуючі" імпульси - в імпульси сигнали, які, проходячи ДЛ і Вип (ФІ=ДЛ+Вип), виділяються у вигляді одного короткого імпульсу за початок "бланкуючого" імпульсу та надходять на тригер з індексом "1", включаючи його.

На боці, який приймає.

Відбитий від ЛА основний сигнал частот $v_{5,4}$ у сумі з груповим, минаючи ПРМО, перетворюється

ФТД в електричний імпульсний сигнал Δv_m , підсилюється ШП та виділяється в РП, як сигнал міжмодової частоти Δv_m від. Проходячи через Дет, перетворюється точно також, як і додатковий електричний сигнал (2) частоти Δv_m , надходить тільки на тригер з індексом "0", "перекидаючи" його. Сигнал, що надходить з тригера на схему "І" здійснює періодичне "відкриття" і "закриття" проходу для "пачок" імпульсів з ФІ1, які підраховуються Лч і відпрацьовуються ЕЦОМ у вигляді числа, котре відповідає R та відображається БВІ.

Таким чином відбувається вимір похилої дальності до ЛА на грубій шкалі. Перехід на точну шкалу (генерація пікосекундних імпульсів) здійснюється одразу після припинення вмикання ключа (для формування "бланкуючого" імпульсу).

Так як канал вимірювання похилої дальності до ЛА пропонується ввести до складу структури ЛІВС з ЧЧМ, то вмикання та вимикання перемикача (П) відбувається одночасно для 2-ох пар частот $v_{5,4}$ і $v_{9,7}$.

Апаратні помилки виміру R до ЛА в запропонованому каналі - це помилки визначення початку і кінця відліку часового інтервалу, помилки за рахунок дискретності і нестабільності частоти проходження тактових (рахункових) імпульсів.

Точність оцінки інтервалу визначається крутістю огинаючої при заданому граничному значенні напруги U_n та залежить від форми скануючої ДС лазерного випромінювання і відносини сигнал/шум.

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 v_n , сканується у вигляді сумарної ДС лазерного випромінювання за допомогою модифікованого блоку дефлекторів, де кут та напрямком 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) в каналі, що пропонується, залежить від кількості мод (несучих частот v_n), які мають необхідні вихідні характеристики для використання.

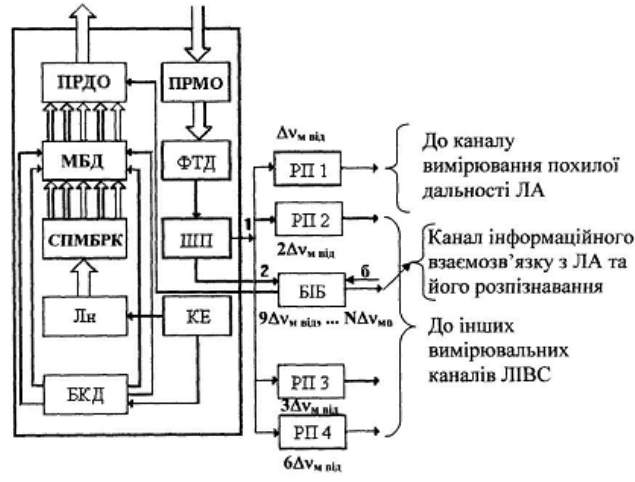
Джерела інформації:

1. Патент на корисну модель № 48399, Україна, МПК G01S17/42. Канал вимірювання похилої дальності до літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів. /О.В. Коломійцев, В.В. Белімов, Д.Г. Васильєв та ін. -№ u200911397; заяв. 09.11.2009; опубл. 10.03.2010; Бюл. № 5-8 с

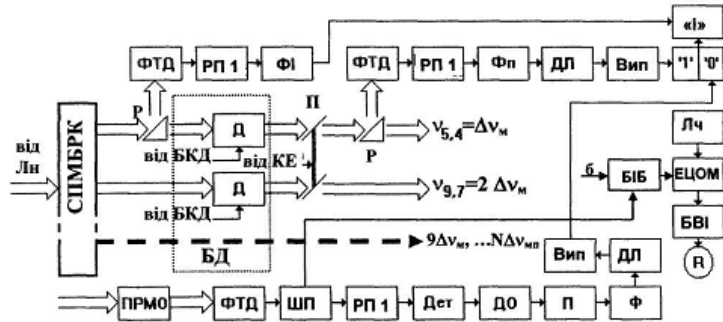
2. Патент на корисну модель № 55504, Україна, МПК G01S17/42, G01S17/66. Канал вимірювання похилої дальності до літальних апаратів з вико-

ристанням частот міжмодових биттів та можливістю розпізнавання ЛА. /О.В. Коломійцев, Г.В. Альошин, Д.Г. Васильев та ін. - № и201008915; заяв. 16.07.2010; опубл. 10.12.2010; Бюл. № 23.-12 с.

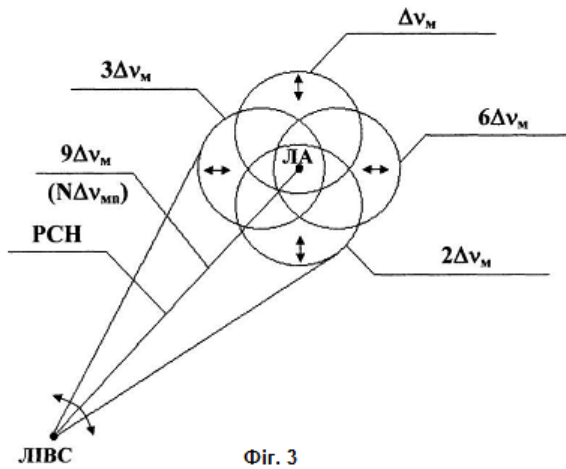
3. Патент на корисну модель № 55645, Україна, МПК G01S17/42,G01S17/66. Частотно-часовий метод пошуку, розпізнавання та вимірювання параметрів руху літального апарату. /О.В. Коломійцев - № и201005225; заяв. 29.04.2010; опубл. 27.12.2010; Бюл. № 24.-14 с.



Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3

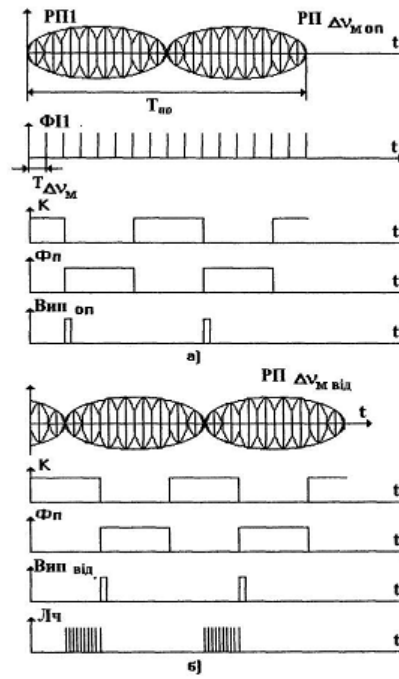


Fig. 4