



УКРАЇНА

(19) UA (11) 43792 (13) U
(51) МПК
G01S 17/42 (2009.01)МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) КАНАЛ ВИМІРЮВАННЯ ПОХИЛОЇ ДАЛЬНОСТІ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ З ДОДАТКОВИМ СКАНУВАННЯМ

1

(21) u200904607

(22) 08.05.2009

(24) 25.08.2009

(46) 25.08.2009, Бюл.№ 16, 2009 р.

(72) КОЛОМІЙЦЕВ ОЛЕКСІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ, АЛЬОШИН ГЕННАДІЙ ВАСИЛЬОВИЧ, БЄЛІМОВ ВОЛОДИМИР ВАСИЛЬОВИЧ, ВАСИЛЬЄВ ДМИТРО ГЕННАДІЙОВИЧ, КАТУНІН АЛЬБЕРТ МИКОЛАЙОВИЧ, КЛІВЕЦЬ СЕРГІЙ ІВАНОВИЧ, КОПИЛОВ ОЛЕКСАНДР ОЛЕКСІЙОВИЧ, МЕГЕЛЬБЕЙ ГАННА ВАСИЛІВНА, РИСОВАНИЙ ОЛЕКСАНДР МИКОЛАЙОВИЧ, ХУДАРКОВСЬКИЙ КОСТЯНТИН ІГОРОВИЧ

(73) ХАРКІВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ІМЕНІ ІВАНА КОЖЕДУБА

(57) Канал вимірювання похилої дальності до літальних апаратів з додатковим скануванням, який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою (Лн), призми для частоти міжмодових биттів $\Delta\nu_M$, перемикач для частоти міжмодових биттів $\Delta\nu_M$ і $2\Delta\nu_M$, передавальну оптику, приймальну оптику, фотодетектори, широкосмуговий підсилювач, інформаційний блок, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувач імпульсів, тригер "1"|"0", схему "I", лічильники, фільтр із заданою смугою пропускання, детектор, диференційовану оптику, підсилювач, фільтр, диференційовані ланцюжки, випрямлячі, електронно-цифрову обчислювальну машину та блок відображення вимірювальної інформації про похилу дальність R до літального апарата, який відрізняється тим, що після Лн додатково введено багатоканальний селектор подовжніх мод та модифікований блок дефлекторів.

2

кторами, лазер з накачкою (Лн), призми для частоти міжмодових биттів $\Delta\nu_M$, перемикач для частоти міжмодових биттів $\Delta\nu_M$ і $2\Delta\nu_M$, передавальну оптику, приймальну оптику, фотодетектори, широкосмуговий підсилювач, інформаційний блок, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувач імпульсів, тригер "1"|"0", схему "I", лічильники, фільтр із заданою смугою пропускання, детектор, диференційовану оптику, підсилювач, фільтр, диференційовані ланцюжки, випрямлячі, електронно-цифрову обчислювальну машину та блок відображення вимірювальної інформації про похилу дальність R до літального апарата, який відрізняється тим, що після Лн додатково введено багатоканальний селектор подовжніх мод та модифікований блок дефлекторів.

Запропонована корисна модель відноситься до галузі електрозв'язку і може бути використана для синтезу лазерної інформаційно-вимірювальної системи (ЛІВС) з модернізованим частотно-часовим методом вимірювання (МЧЧМВ).

Відомий «Канал вимірювання похилої дальності літальних апаратів на підставі модернізованого частотно-часового методу вимірювання» [1], який містить керуючий елемент (КЕ), блок керування дефлекторами (БКД), лазер з накачкою (Лн), селектор подовжніх мод (СПМ), призми для частоти міжмодових биттів $\Delta\nu_M$, блок дефлекторів (БД), перемикач для частоти міжмодових биттів $\Delta\nu_M$ і $2\Delta\nu_M$, передачу оптику (ПРДО), приймачу оптику (ПРМО), фотодетектори (ФТД), широкосмуговий підсилювач (ШП), резонансні підсилювачі (РП), настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувач імпульсів (ФІ), тригер „1”|„0”, схему «I», лічильники (ЛЧ), фільтр із заданою смугою пропускання (Фп), детектор (Дет), диференційовану оптику (ДО), підсилювач (П), фільтр (Ф), диференційовані ланцюжки (ДЛ), випрямлячі (Вип), електронно-

цифрову обчислювальну машину (ЕЦОМ) та блок відображення вимірювальної інформації (БВІ) про похилу дальність R до літального апарата (ЛА).

Недоліком відомого каналу є відсутність можливості здійснювання інформаційного взаємозв'язку з ЛА.

Найбільш близьким до запропонованого технічним рішенням, обраним як прототип є «Канал вимірювання похилої дальності до літальних апаратів для лазерної інформаційно-вимірювальної системи» [2], який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор подовжніх мод, призми для частоти міжмодових биттів $\Delta\nu_M$, блок дефлекторів, перемикач для частоти міжмодових биттів $\Delta\nu_M$ і $2\Delta\nu_M$, передачу оптику, приймачу оптику, фотодетектори, широкосмуговий підсилювач, інформаційний блок (ІБ), резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувач імпульсів, тригер „1”|„0”, схему «I», лічильники, фільтр із заданою смугою пропускання, детектор, диференційовану оптику, підсилювач, фільтр, диференційовані ланцюжки (ДЛ), випрямлячі (Вип), електронно-

(13) U

(11) 43792

(19) UA

ланцюжки, випрямлячі, електронно-цифрову обчислювальну машину та блок відображення виміральної інформації про похилу дальність R до ЛА.

Недоліком каналу-прототипу є те, що він не здійснює інформаційний взаємозв'язок з ЛА на несучих частотах ν_n та додаткового сканування сумарною діаграмою спрямованості (ДС).

В основу корисної моделі поставлена задача створити канал вимірювання похилої дальності до літальних апаратів з додатковим скануванням, який дозволить здійснювати виявлення та високоточне вимірювання похилої дальності при одночасному інформаційному взаємозв'язку з ЛА на несучих частотах ν_n і частоті міжмодових биттів.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що у відомий канал-прототип [2], який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор подовжніх мод, призми для частоти міжмодових биттів $\Delta\nu_M$, блок дефлекторів, перемикач для частот міжмодових биттів $\Delta\nu_M$ і $2\Delta\nu_M$, передаючу оптику, приймаючу оптику, фотодетектори, широкопasmовий підсилювач, інформаційний блок, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувач імпульсів, тригер „1”„0”, схему «I», лічильники, фільтр із заданою смугою пропускання, детектор, диференціюєму оптику, підсилювач, фільтр, диференціюємі ланцюжки, випрямлячі, електронно-цифрову обчислювальну машину та блок відображення виміральної інформації про похилу дальність R до ЛА, замість СПМ введено багатоканальний СПМ (БСПМ) [3] та замість БД введено модифікований блок дефлекторів (МБД).

Побудова каналу вимірювання похилої дальності R пов'язана з використанням синхронізованого одномодового багаточастотного випромінювання єдиного лазера-передавача та МЧЧМВ [4], який дозволяє завдяки зустрічному скануванню пар парціальних діаграм спрямованості (ДС) у кожній із двох ортогональних площин вимірювати з високою точністю похилу дальність до ЛА по запізнюванню частот міжмодових биттів та скануванню сумарною ДС виявляти необхідні ЛА.

Технічний результат, який може бути отриманий при здійсненні корисної моделі полягає в виявленні та високоточному вимірюванні похилої дальності ЛА у широкому діапазоні дальностей, починаючи з початкового моменту його польоту та стійкому багатоканальному (N) інформаційному взаємозв'язку з ЛА на несучих частотах ν_n і частоті міжмодових биттів (підвищення об'єму інформації, яка передається та приймається).

На Фіг.1 приведено передаючий бік узагальненої структурної схеми запропонованого каналу.

На Фіг.2 приведена узагальнена структурна схема запропонованого каналу.

На Фіг.3 приведено створення рівносигнального напрямку (РСН) та сканування сумарною ДС у великому куті і окремо 4-ма діаграмами спрямованості в ортогональних площинах.

На Фіг.4 приведені епюри напруг з виходів блоків вимірювання похилої дальності до ЛА, де: а) від блоку опорного сигналу; б) від блоку відби-

того сигналу.

Запропонований канал вимірювання похилої дальності до літальних апаратів з додатковим скануванням містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, багатоканальний селектор подовжніх мод, призми для частоти міжмодових биттів $\Delta\nu_M$, модифікований блок дефлекторів, перемикач для частот міжмодових биттів $\Delta\nu_M$ і $2\Delta\nu_M$, передаючу оптику, приймаючу оптику, фотодетектори, широкопasmовий підсилювач, інформаційний блок, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувач імпульсів, тригер „1”„0”, схему «I», лічильники, фільтр із заданою смугою пропускання, детектор, диференціюєму оптику, підсилювач, фільтр, диференціюємі ланцюжки, випрямлячі, електронно-цифрову обчислювальну машину та блок відображення виміральної інформації про похилу дальність R до ЛА.

Робота запропонованого каналу полягає у наступному. Із синхронізованого одномодового багаточастотного спектра випромінювання $YAG:Nd^{3+}$ - лазера (або лазера з більш кращими характеристиками) (Лн) за допомогою БСПМ виділяються необхідні пари частот для створення:

- багатоканального (N) інформаційного зв'язку, при умові використання сигналу комбінації подовжніх мод (на різниці частот міжмодових биттів $\Delta\nu_{101} = \nu_{10} - \nu_1 = 9\Delta\nu_M$), а також - подовжніх мод (несучих частот ν_n);

- рівносигнального напрямку (РСН) на основі формування сумарної ДС, завдяки частково перетинаючих 4-х парціальних діаграм спрямованості, при умові використання різниці частот міжмодових биттів

$$\Delta\nu_{54} = \nu_5 - \nu_4 = \Delta\nu_M, \Delta\nu_{97} = \nu_9 - \nu_7 = 2\Delta\nu_M,$$

$$\Delta\nu_{63} = \nu_6 - \nu_3 = 3\Delta\nu_M, \Delta\nu_{82} = \nu_8 - \nu_2 = 6\Delta\nu_M.$$

Груповий сигнал, що складений із частоти міжмодових биттів $9\Delta\nu_M$ і несучих частот ν_n , минаючи МБД, потрапляє на ПРДО, де змішується (модулюється) з інформаційним сигналом від ІБ та формує багатоканальний (N) інформаційний сигнал, що передається для ЛА (взаємозв'язок) (Фіг.1, 2). Водночас сигнал частот міжмодових биттів $\Delta\nu_M, 2\Delta\nu_M, 3\Delta\nu_M$ та $6\Delta\nu_M$ потрапляє на МБД, який створений з 4-х дефлекторів. Парціальні ДС попарно зустрічно сканують МБД у кожній із двох ортогональних площин. Період сканування задається БКД, який разом з Лн забезпечується необхідним живленням від КЕ. Проходячи через ПРДО, груповий лазерний імпульсний сигнал пар частот: $\nu_5, \nu_4 = \Delta\nu_M, \nu_9, \nu_7 = 2\Delta\nu_M, \nu_6, \nu_3 = 3\Delta\nu_M$ та $\nu_8, \nu_2 = 6\Delta\nu_M$ фокусується в скануємі крапки простору, оскільки здійснюється зустрічне сканування двома парами ДС у кожній із двох ортогональних площин α і β або X і Y, при цьому ν_n та $\nu_{10}, \nu_1 = 9\Delta\nu_M$ - проходять вдовж РСН.

Принцип роботи грубої шкали каналу вимірювання похилої дальності до ЛА для ЛІВС полягає в наступному (Фіг.2, 3).

На боці, який передає. Виділена багатоканальним селектором подовжніх мод із спектру випромінювання лазера перша пара частот $\nu_{5,4}$, розщеплюється під дією розщепителя (призми) на два оптичні сигнали:

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

2) додатковий (1) - перетворюваний ФТД в електричний імпульсний сигнал різницевої частоти міжмодового биття $\Delta\nu_M$ - поступає на формувач імпульсів ФІ1, де відбувається виділення «пачок» імпульсів, що приймаються схемою "І".

Прийняті прийомною оптикою від ЛА інформаційні та відбиті в процесі сканування чотирьох ДС лазерні імпульсні сигнали і огинаючи сигнали ДС за допомогою фотодетектора перетворюються в електричні імпульсні сигнали на несучій частоті і різницевих частотах міжмодових биттів. Посилювані ШП, вони розподіляються в ІБ (ν_n і $9\Delta\nu_M$ отр) для обробки інформації, яка приймається від ЛА та по РП, настроєних на відповідні частоти міжмодових биттів: $\Delta\nu_M, 2\Delta\nu_M, 3\Delta\nu_M, 6\Delta\nu_M$ для виділення вимірювальної інформації про похилу дальність до ЛА. При цьому, отриманий від ФТД, перетворений додатковий оптичний сигнал частоти $\nu_{5,4}$ з "бланкуючими" імпульсами в сигнал $\Delta\nu_M$, - здобуває чіткі границі "бланкуючого" імпульсу, проходячи ДО, - підсилюється. Фільтр зі смугою пропускання $\Pi = 1/\tau_i$ (де τ_i - тривалість імпульсу) виділяє з загального сигналу "бланкуючі" імпульси - в імпульси сигнали, що, проходячи ДЛ і Вип - ($\Phi_1 = \text{ДЛ} + \text{Вип}$), виділяються у вигляді одного короткого імпульсу за початок "бланкуючого" імпульсу - надходять на тригер з індексом "1", включаючи його.

На боці, який приймає. Відбитий від ЛА основний сигнал частот $\nu_{5,4}$, у сумі з груповим, минаючи ПРМО, перетворюється ФТД в електричний імпульсний сигнал $\Delta\nu_M$, підсилюється ШП, виділяється в РП, як сигнал міжмодової частоти $\Delta\nu_M$ і, проходячи через Дет, перетворюється точно також, як і додатковий електричний сигнал (2) частоти $\Delta\nu_M$, 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, що підраховуються Лч і відпрацьовуються у вигляді числа, котре відповідає R, через ЕЦОМ на БВІ. Таким чином відбувається вимір похилої дальності до ЛА на грубій шкалі. Перехід на точну шкалу (генерація пікосекундних імпульсів) здійснюється

одразу після припинення включення ключа (для формування "бланкуючого" імпульсу).

Так як канал вимірювання похилої дальності до ЛА пропонується ввести до складу структури ЛІВС з МЧЧМВ, то включення та вимикання ключа (К) відбувається одночасно для 2-ох пар частот $\nu_{5,4}$ і $\nu_{9,7}$. Апаратурні помилки виміру похилої дальності 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 . Це значить, що точність залежить від форми скануючої ДС і відношення сигнал/шум.

В разі необхідності виявлення ЛА у заданій крапці 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.1-3).

Випромінювання, яке знаходиться біля рівня втрат синхронізованого одномодового багаточастотного спектру лазера-передавача та є невелике по потужності - не використовується. Кількість інформаційних каналів (N) залежить від кількості мод (несучих частот ν_n), які мають необхідні вихідні характеристики для використання.

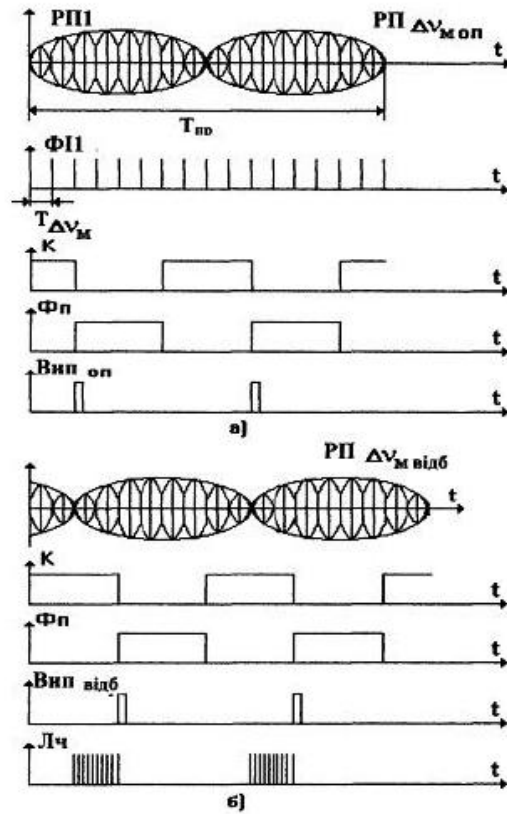
Джерела інформації:

1. Деклараційний патент України на винахід №64961 А, Україна, 6 МПК G01 S 17/42, G01 S 17/66. Канал вимірювання похилої дальності літальних апаратів на підставі модернізованого частотно-часового методу вимірювання. /Г.В. Альошин, О.В. Коломійцев, Д.П. Пашков - №2003032665; Заяв. 27.03.2003; Опубл. 15.03.2004; Бюл. №3. - 8с.

2. Патент на корисну модель, №25803, Україна, 6 МПК G01 S 17/42, G01 S 17/66. Канал вимірювання похилої дальності до літальних апаратів для лазерної інформаційно-вимірювальної системи. / О.В. Коломійцев, Г.В. Альошин, В.В. Баранник та ін. - №u200703185; Заяв. 26.03.2007; опубл. 27.08.2007; Бюл. №13 - 8с.

3. Патент на корисну модель, №35476, Україна, H04 Q 1/453. Багатофункціональний селектор подовжніх мод /О.В. Коломійцев, Г.В. Альошин, В.В. Баранник та ін. - №u200803489; Заяв. 18.03.2008; опубл. 25.09.2008; Бюл. №18 - 8с.

4. Деклараційний патент України на винахід №65099А, Україна, G01 S 17/42, G01 S 17/66. Модернізований частотно-часовий метод вимірювання параметрів руху літальних апаратів. /О.В. Коломійцев - №2003054908; Заяв. 15.03.2004; Опубл. 15.03.2004; Бюл. №3 - 8с.



Фіг. 4