



УКРАЇНА

(19) UA (11) 43788 (13) U  
(51) МПК  
G01S 17/42 (2009.01)  
G01S 17/66 (2009.01)МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) КАНАЛ ВИМІРЮВАННЯ КУТОВИХ ШВИДКОСТЕЙ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ З ДОДАТКОВИМ СКАНУВАННЯМ

1

(21) u200904602

(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, ВИСОЦЬКИЙ ОЛЕГ ВОЛОДИМИРОВИЧ, КАТУНІН АЛЬБЕРТ МИКОЛАЙОВИЧ, КОПИЛОВ ОЛЕКСАНДР ОЛЕКСІЙОВИЧ, МАКАРОВ СЕРГІЙ АНАТОЛІЙОВИЧ, РИСОВАНИЙ ОЛЕКСАНДР МИКОЛАЙОВИЧ, ХУДАРКОВСЬКИЙ КОСТЯНТИН ІГОРОВИЧ

(73) ХАРКІВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ІМЕНІ ІВАНА КОЖЕДУБА

2

(57) Канал вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів з додатковим скануванням, який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою (Лн), передавальну оптику, приймальну оптику, фотодетектор, широкосмуговий підсилювач, інформаційний блок, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувачі імпульсів, тригери "1"|"0", схеми "I", реверсивні лічильники, схеми порівняння, електронно-цифрову обчислювальну машину та  $\Delta u_{m\text{ оп}}$  - введення опорних сигналів з частотами міжмодових биттів ( $\Delta u_{m\text{ оп}}$ ,  $2\Delta u_{m\text{ оп}}$ ,  $3\Delta u_{m\text{ оп}}$ ,  $6\Delta u_{m\text{ оп}}$ ) від лазера, що передає, 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 кутових швидкостей 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), блок дефлекторів (БД), передаючу оптику (ПРДО), приймаючу оптику (ПРМО), фотодетектор (ФТД), широкосмуговий підсилювач (ШП), резонансні підсилювачі (РП), настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувачі імпульсів (ФІ), тригери „1”|„0”, схеми «I», резонансні лічильники (РЛч), схеми порівняння (СП), електронно-цифрову обчислювальну машину (ЕЦОМ) та блоки відображення інформації (БВІ),  $\Delta u_{m\text{ оп}}$  - введення опорних сигналів з частотами міжмодових биттів ( $\Delta u_{m\text{ оп}}$ ,  $2\Delta u_{m\text{ оп}}$ ,  $3\Delta u_{m\text{ оп}}$ ,  $6\Delta u_{m\text{ оп}}$ ) від передаючого лазера.

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

Найбільш близьким до запропонованого технічним рішенням, обраним як прототип є «Канал вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів для лазерної інформаційно-вимірювальної системи» [2], який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор подовжніх мод, блок дефлекторів, передаючу оптику, приймаючу оптику, фотодетектор, широкосмуговий підсилювач, інформаційний блок (ІБ), резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувачі імпульсів, тригери „1”|„0”, схеми «I», реверсивні лічильники, схеми порівняння, електронно-цифрову обчислювальну машину та  $\Delta u_{m\text{ оп}}$  - введення опорних сигналів з частотами міжмодових биттів ( $\Delta u_{m\text{ оп}}$ ,  $2\Delta u_{m\text{ оп}}$ ,  $3\Delta u_{m\text{ оп}}$ ,  $6\Delta u_{m\text{ оп}}$ ) від лазера, що передає.

Недоліком каналу-прототипу є те, що він не здійснює інформаційного взаємозв'язку з ЛА на несучих частотах  $\nu_n$  та додаткового сканування сумарною діаграмою спрямованості (ДС).

В основу корисної моделі поставлена задача створити канал вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів з додатковим скануванням, який дозволить здійснювати виявлення та високоточне вимірювання кутових швидкостей (прискорення  $\alpha'$  і  $\beta'$ ) ЛА при одночасному його багатокан-

(19) UA (11) 43788 (13) U

нальному (N) інформаційному взаємозв'язку на несучих частотах  $u_n$  і частоті міжмодових биттів.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що у канал-прототип [2], який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор подовжніх мод, блок дефлекторів, передаючу оптику, приймаючу оптику, фотодетектор, ширококутовий підсилювач, інформаційний блок, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формує імпульси, тригери „1” „0”, схеми «I», реверсивні лічильники, схеми порівняння, електронно-цифрову обчислювальну машину та  $A_{vM\text{ оп}}$  - введення опорних сигналів з частотами міжмодових биттів ( $\Delta u_{M\text{ оп}}$ ,  $2\Delta u_{M\text{ оп}}$ ,  $3\Delta u_{M\text{ оп}}$ ,  $6\Delta u_{M\text{ оп}}$ ) від лазера, що передає, замість СПМ введено багатоканальний СПМ (БСПМ) [3] та замість БД введено модифікований блок дефлекторів (МБД).

Побудова каналу вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів з додатковим скануванням пов'язана з використанням синхронізованого одно-модового багаточастотного випромінювання єдиного лазера-передавача та МЧЧМВ[4].

Технічний результат, який може бути отриманий при здійсненні корисної моделі полягає в виявленні та високоточному вимірюванні кутової швидкості (прискорення  $\alpha'$  і  $\beta'$ ) ЛА у широкому діапазоні дальностей починаючи з початкового моменту його польоту та багатоканальному (N) інформаційному взаємозв'язку з ЛА (підвищення об'єму інформації, яка передається та приймається).

На Фіг.1 приведена узагальнена структурна схема запропонованого каналу.

На Фіг.2 приведено створення рівносигнального напрямку (РСН) та сканування сумарною ДС 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 додатковим скануванням містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, багатоканальний селектор подовжніх мод, модифікований блок дефлекторів, передаючу оптику, приймаючу оптику, фотодетектор, ширококутовий підсилювач, інформаційний блок, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формує імпульси, тригери „1” „0”, схеми «I», реверсивні лічильники, схеми порівняння, електронно-цифрову обчислювальну машину та  $\Delta u_{M\text{ оп}}$  - введення опорних сигналів з частотами міжмодових биттів ( $\Delta u_{M\text{ оп}}$ ,  $2\Delta u_{M\text{ оп}}$ ,  $3\Delta u_{M\text{ оп}}$ ,  $6\Delta u_{M\text{ оп}}$ ) від лазера, що передає.

Робота запропонованого каналу полягає в наступному.

Із синхронізованого одно-модового 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 частоті міжмодових

биттів  $\Delta u_{101}=u_{10}-u_1=9\Delta u_M$ ), а також - подовжніх мод (несучих частот  $u_n$ );

- рівносигнального напрямку на основі формування сумарної ДС, завдяки частково перетинаючихся 4-х парціальних діаграм спрямованості, при умові використання різницевих частот міжмодових биттів

$$\Delta u_{54}=u_5-u_4=\Delta u_M, \Delta u_{97}=u_9-u_7=2\Delta u_M, \\ \Delta u_{63}=u_6-u_3=3\Delta u_M, \Delta u_{82}=u_8-u_2=6\Delta u_M.$$

Груповий сигнал, який складений із частоти міжмодових биттів  $9\Delta u_M$  і несучих частот  $v_n$ , 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  $\Delta u_M$ ,  $2\Delta u_M$ ,  $3\Delta u_M$  та  $6\Delta u_M$  потрапляє на МБД, який створений з 4-х дефлекторів. Парціальні ДС попарно зустрічно сканують МБД у кожній із двох ортогональних площин (Фіг.1, 2). Період сканування задається блоком керування дефлекторів, який разом з Лн забезпечується необхідним живленням від керуючого елемента. Проходячи через передаючу оптику, груповий лазерний імпульсний сигнал пар частот:  $v_5, v_4=\Delta u_M$ ,  $v_9, v_7=2\Delta u_M$ ,  $v_6, v_3=3\Delta u_M$  та  $v_8, v_2=6\Delta u_M$  фокусується в скануєми крапки простору, оскільки здійснюється зустрічне сканування двома парами ДС у кожній із двох ортогональних площин  $\alpha$  і  $\beta$  або X і Y, при цьому  $u_n$  та  $u_{10}$ ,  $u_1=9\Delta u_M$  - проходять вдовж РСН (Фіг.2). Прийняті прийомною оптикою від ЛА інформаційні, та відбиті в процесі сканування чотирьох ДС лазерні імпульсні сигнали, огинаючи сигнали ДС за допомогою фотодетектора перетворюються в електричні імпульсні сигнали на несучих частотах і різницевих частотах міжмодових биттів. Посилвані ширококутовим підсилювачем, вони розподіляються в інформаційний блок для обробки інформації ( $9\Delta u_M$  і  $u_n$ ), що приймається від ЛА та по резонансних підсилювачах, які настроєні на відповідні частоти:  $\Delta u_M$ ,  $2\Delta u_M$ ,  $3\Delta u_M$ ,  $6\Delta u_M$ . Одночасно імпульсні сигнали радіочастоти, що надходять з РП1 і РП2 (РП $\Delta u_M$  і РП $2\Delta u_M$ ) - формують сигнал прискорення  $\alpha'$ , а РП3 і РП 4 (РП $3\Delta u_M$  і РП $6\Delta u_M$ ) - прискорення  $\beta'$ .

Формування сигналу прискорення  $\alpha'$ , полягає в наступному. Виділені імпульси ФІ 1 першої лінії від опорної частоти  $\Delta u_{M\text{ оп}}$ , надходять на реверсивний лічильник (РЛч 1) (Фіг.3). У цей же час відбитий від ЛА оптичний сигнал частоти міжмодових биттів, який перетворюється ФТД у радіочастоту міжмодових биттів  $\Delta u_{M\text{ отр}}$ , змінюється по закону руху ДС лазера, перетворюється у другої лінії ІІ ФІ 2 у крапках 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 "I" для перезапису на схему порівняння. Другий імпульс від тригера надходить на реверсивний вхід того ж РЛч, який здійснює зворотний рахунок імпульсів, які надходять через нього. Третій і т.д. імпульси, надходять на тригер та роблять аналогічні дії першому. Другий імпульс не надхо-

дить на схему "I", а третій імпульс надходить, як і перший, на ФІ 3, схему "I", пропускає різництне число на схему порівняння і т.д. Таким чином, в РЛч записується число імпульсів, порівняно різності подовженого та покороченого (руху ДС) півперіоду сканування. Півперіод сканування подовжується тоді, коли швидкість руху ЛА співпадає з швидкістю руху ДС, а коли не співпадає - покорочується (Фіг.3).

Формування сигналу прискорення  $\beta'$ , відбувається аналогічним чином, як для прискорення  $a'$ . Отримання інформації про кутові швидкості (прискорення  $\alpha'$  і  $\beta'$ ) з її відображенням відбувається в ЕЦОМ.

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

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  $u_n$ ), які мають необхідні вихідні характеристики для використання.

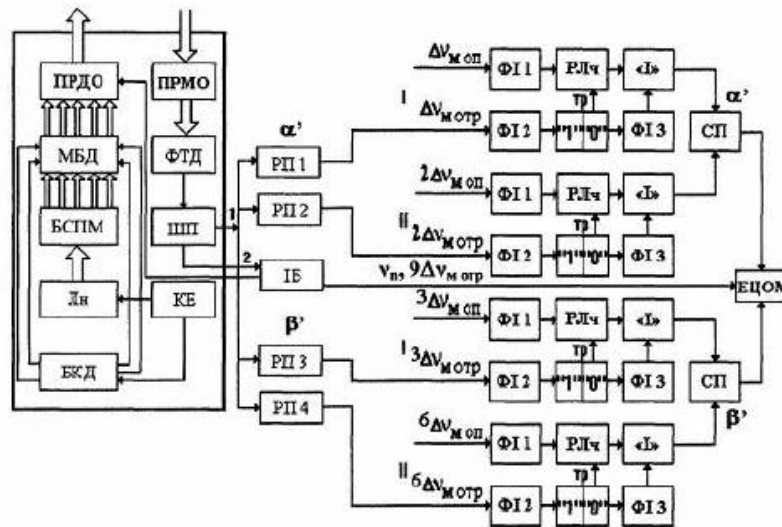
#### Джерела інформації

1. Деклараційний патент України на винахід №63285А, Україна, G01 S 17/42, G01 S 17/66. Канал вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів на підставі модернізованого частотно-часового методу вимірювання. /Г.В. Альошин, О.В. Коломійцев, Д.П. Пашков. - №2003032666; Заяв. 27.03.2003; Опубл. 15.01.2004; Бюл. №1. - 8с.

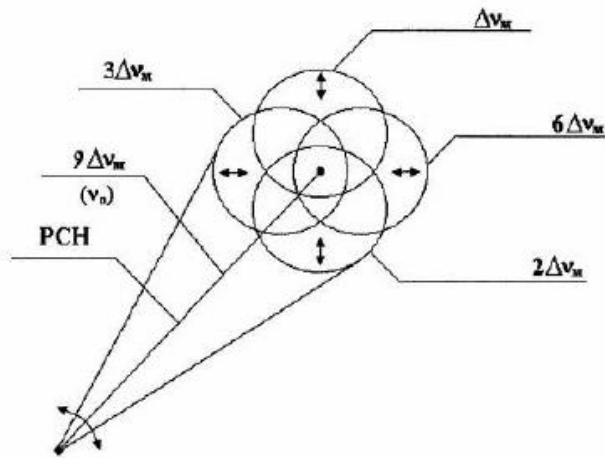
2. Патент України на винахід №25804, Україна, G01 S 17/42, G01 S 17/66. Канал вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів для лазерної інформаційно-вимірювальної системи. /О.В. Коломійцев, Г.В. Альошин, В.В. Баранник та ін. - №u200703227; Заяв. 26.03.2007; Опубл. 27.08.2007; Бюл. №13.-8с.

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.

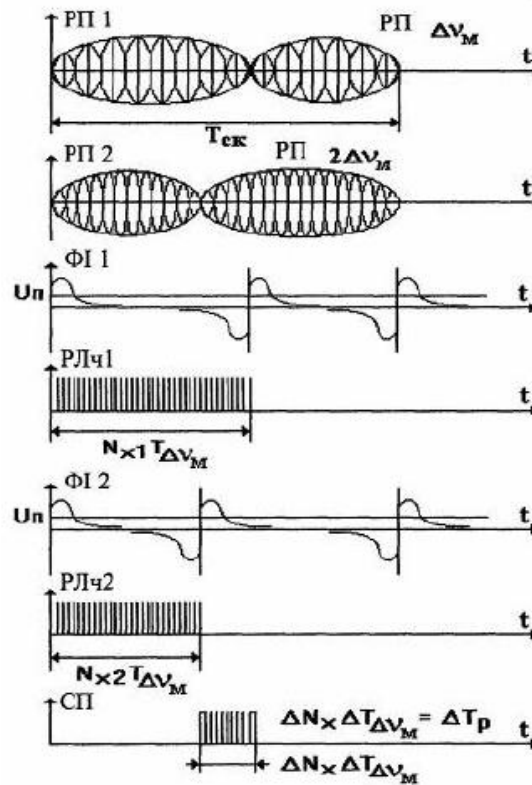
4. Деклараційний патент України на винахід №65099А, Україна, G01 S 17/42, G01 S 17/66. Модернізований частотно-часовий метод вимірювання параметрів руху літальних апаратів. /О.В. Коломійцев - № 2003054908; Заяв. 29.05.2003; Опубл. 15.03.2004; Бюл. №3 - 8с.



Фіг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3