



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **146125** (13) **U**  
(51) МПК

G01S 17/42 (2006.01)

G01S 17/66 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО  
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ"

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

(21) Номер заявки: **u 2020 05393**

(22) Дата подання заявки: **20.08.2020**

(24) Дата, з якої є чинними  
права інтелектуальної  
власності: **21.01.2021**

(46) Публікація відомостей  
про державну  
реєстрацію: **20.01.2021, Бюл.№ 3**

(72) Винахідник(и):

**Коломійцев Олексій Володимирович  
(UA),**

**Сачук Ігор Іванович (UA),**

**Зиков Ігор Семенович (UA),**

**Клівець Сергій Іванович (UA),**

**Ковальчук Юрій Олексійович (UA),**

**Козіна Ольга Андріївна (UA),**

**Кузнєцов Олександр Леонідович (UA),**

**Павленко Максим Анатолійович (UA),**

**Рондін Юрій Петрович (UA),**

**Третяк В'ячеслав Федорович (UA)**

(73) Володілець (володільці):

**Коломійцев Олексій Володимирович,**

просп. Науки, 22-а, к. 544, м. Харків, 61064

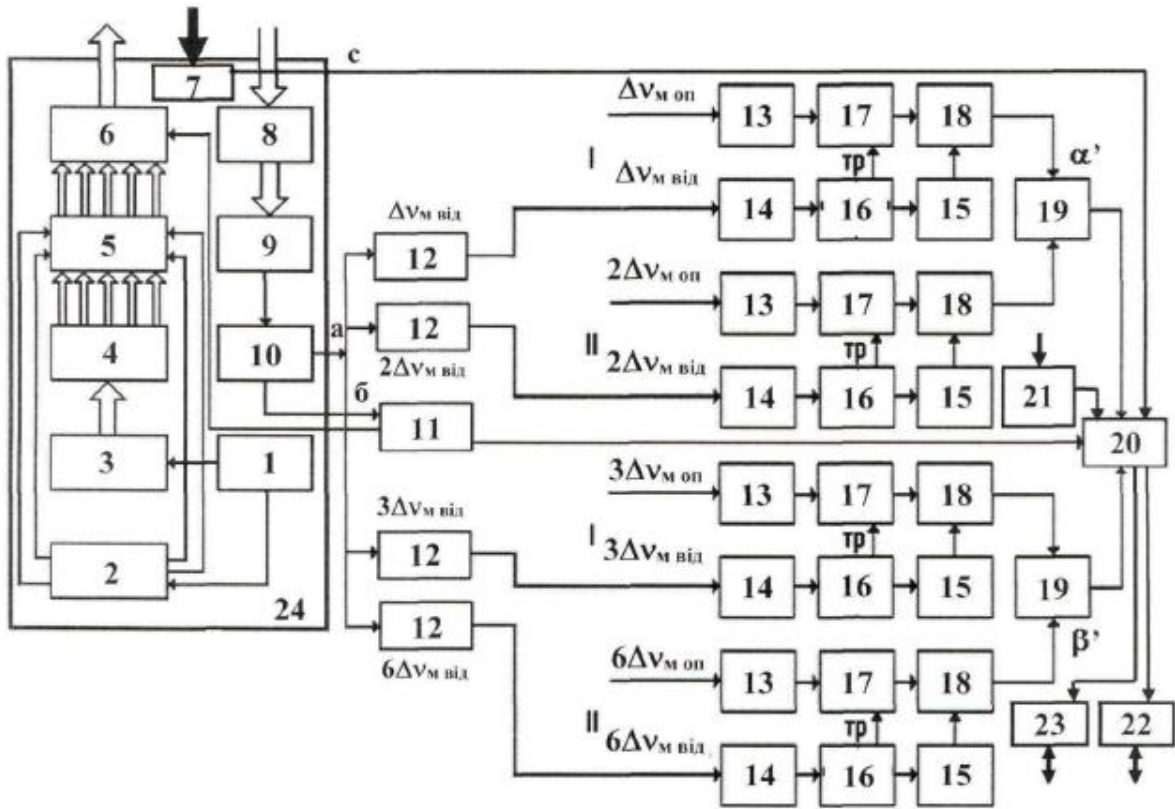
(UA)

**(54) КАНАЛ ВИМІРЮВАННЯ КУТОВИХ ШВИДКОСТЕЙ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ЧАСТОТ МІЖМОДОВИХ БИТТІВ ТА МОЖЛИВІСТЮ ПОШУКУ, ФОРМУВАННЯ І ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕННЯ ЛА ДЛЯ МОБІЛЬНОЇ ОДНОПУНКТНОЇ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ**

(57) Реферат:

Канал вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів (ЛА) з використанням частот міжмодових биттів та можливістю пошуку, формування і обробки зображення ЛА для мобільної однопунктної вимірювальної системи містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор подовжніх мод з багаточастотним розділенням каналів, модифікований блок дефлекторів, передавальну оптику, оптико-електронний модуль, який складений з телевізійного і інфрачервоного каналів, приймальну оптику, фотодетектор, ширококутний підсилювач, модифікований інформаційний блок, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувачі імпульсів, тригери, реверсивні лічильники, схеми "і", схеми порівняння, електронну обчислювальну машину, апаратуру супутникових радіонавігаційних систем, апаратуру обміну даними, гіростабілізовану платформу 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. Додатково введено радіолокаційний модуль.

UA 146125 U



Фиг. 1

Корисна модель належить до галузі електрозв'язку і може бути використана для побудови мобільної однопунктної вимірювальної системи (МОВС).

Відомий "Канал вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів та можливістю пошуку, формування і обробки зображення ЛА для мобільної суміщеної лазерної вимірювальної системи" [1], який містить керуючий елемент (КЕ), блок керування дефлекторами (БКД), лазер з накачкою (Лн), селектор подовжніх мод з багаточастотним розділенням каналів (СПМ БРК), модифікований блок дефлекторів (МБД), передавальну оптику (ПРДО), оптико-електронний модуль (ОЕМ), який складений з телевізійного і інфрачервоного каналів, приймальну оптику (ПРМО), фотодетектор (ФТД), ширококутовий підсилювач (ШП), модифікований інформаційний блок (МІБ), резонансні підсилювачі (РП), настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувачі імпульсів (ФІ), тригери "1"|"0", схеми "і" ("І"), резонансні лічильники (РЛч), схеми порівняння (СП), електронну обчислювальну машину (ЕОМ), апаратуру обміну даними (АОД), гіростабілізовану платформу (ГСП) 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.

Недоліком відомого каналу є те, що він не здійснює оперативну високоточну навігацію.

Найбільш близьким аналогом до запропонованої корисної моделі є "Канал вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів та можливістю пошуку, формування і обробки зображення ЛА для мобільної однопунктної системи зовнішньо-траєкторних вимірювань" [2], який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор подовжніх мод з багаточастотним розділенням каналів, модифікований блок дефлекторів, передавальну оптику, оптико-електронний модуль, який складений з телевізійного і інфрачервоного каналів, приймальну оптику, фотодетектор, ширококутовий підсилювач, модифікований інформаційний блок, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувачі імпульсів, тригери, реверсивні лічильники, схеми "і", схеми порівняння, електронну обчислювальну машину, апаратуру супутникових радіонавігаційних систем (АСРНС), апаратуру обміну даними, гіростабілізовану платформу 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.

Недоліком каналу найближчого аналога є те, що він не може проводити зовнішньо-траєкторні вимірювання і пошук ЛА у несприятливих умовах.

В основу корисної моделі поставлена задача створити канал вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів та можливістю пошуку, формування і обробки зображення ЛА для мобільної однопунктної вимірювальної системи, який дозволить здійснювати у будь-який час року і доби, за будь-якої погоди високоточне вимірювання кутових швидкостей літального апарата (ЛА) у широкому діапазоні дальностей, починаючи з початкового моменту його польоту, багатоканальну (N) передачу команд керування на ЛА на частотах міжмодових биттів  $9\Delta v_m \dots N\Delta v_m$ , об'єктивний контроль у нічний і денний час доби, обробку, відображення, збереження і передачу споживачам інформацію, яка отримана під час проведення випробувань ЛА, дотримання просторової стабілізації платформи, на якій розміщуються суміщено приймально-передавальна апаратура і виконавчі механізми (ВМ) по кутах  $\alpha$  і  $\beta$  та, в разі необхідності, пошук ЛА, формування і обробку його зображення.

Поставлена задача вирішується тим, що у канал найближчого аналога, який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор подовжніх мод з багаточастотним розділенням каналів, модифікований блок дефлекторів, передавальну оптику, оптико-електронний модуль, який складений з телевізійного і інфрачервоного каналів, приймальну оптику, фотодетектор, ширококутовий підсилювач, модифікований інформаційний блок, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувачі імпульсів, тригери, реверсивні лічильники, схеми "і", схеми порівняння, електронну обчислювальну машину, апаратуру супутникових радіонавігаційних систем, апаратуру обміну даними, гіростабілізовану платформу 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, згідно з корисною моделлю, додатково введено радіолокаційний модуль (РЛМ).

Побудова каналу вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів та можливістю пошуку, формування і обробки зображення ЛА для мобільної однопунктної вимірювальної системи пов'язана з використанням одномодового багаточастотного з синхронізацією подовжніх мод випромінювання єдиного лазера-передавача, частотно-часового методу вимірювання [3], ОЕМ та РЛМ.

Технічний результат, який може бути отриманий при здійсненні корисної моделі полягає у високоточному вимірюванні кутових швидкостей ЛА у будь-який час року і доби, за будь-якої погоди, багатоканальному інформаційному взаємозв'язку з ним, здійсненні об'єктивного контролю у денних і нічних умовах, оперативних обробці, відображенні, збереженні і видачі споживачам інформації, яка отримана, високоточній навігації та, в разі необхідності, пошуку ЛА, формуванні і обробки його зображення.

На фіг. 1 приведена узагальнена структурна схема запропонованого каналу, де: а - вимірювальний сигнал; б - інформаційний сигнал та сигнал з просторовою модуляцією поляризації; с - комбінований сигнал у видимому і інфрачервоному діапазонах;  $\Delta v_{m\text{ оп}}$  ... - 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.

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

На фіг. 3 приведено створення лазерного сигналу з просторовою модуляцією поляризації.

На фіг. 4 приведені епюри напруг з виходів блоків запропонованого каналу.

Запропонований канал вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів та можливістю пошуку, формування і обробки зображення ЛА для мобільної однопунктної вимірювальної системи містить керуючий елемент 1, блок керування дефлекторами 2, лазер з накачкою 3, селектор подовжніх мод з багаточастотним розділенням каналів 4, модифікований блок дефлекторів 5, передавальну оптику 6, оптико-електронний модуль 7, який складений з телевізійного і інфрачервоного каналів, приймальну оптику 8, фотодетектор 9, ширококутовий підсилювач 10, модифікований інформаційний блок 11, резонансні підсилювачі 12, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувачі імпульсів (ФІ 1-13, ФІ 2-14, ФІ 3-15), тригери 16, реверсивні лічильники 17, схеми "і" 18, схеми порівняння 19, електронну обчислювальну машину 20, апаратуру супутникових радіонавігаційних систем 21, апаратуру обміну даними 22, радіолокаційний модуль 23, гіростабілізовану платформу 24 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.

Робота запропонованого каналу вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів та можливістю пошуку, формування і обробки зображення ЛА для мобільної однопунктної вимірювальної системи полягає у наступному.

Зі спектра випромінювання одномодового багаточастотного з синхронізацією подовжніх мод лазера-передавача (Лп) за допомогою СПМ БРК виділяються необхідні пари частот для створення:

- багатоканального (N) інформаційного зв'язку, за умови використання сигналів комбінацій подовжніх мод (на різницевій частоті міжмодових биттів  $\Delta v_{101}=v_{10}-v_1=9\Delta v_m, \dots N\Delta v_m$ );

- лазерного сигналу з просторовою модуляцією поляризації, за умови використання сигналу з двох подовжніх мод (несучих частот  $v_{n1}, v_{n2}$ );

- РСН на основі формування сумарної ДС ЛВ, завдяки 4-х парціальних ДС ЛВ, що частково перетинаються, за умови використання комбінацій подовжніх мод ("підфарбованих" різницевиими частотами міжмодових биттів):

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

Лазерний сигнал, який складений з частот міжмодових биттів  $N\Delta v_m$ , минаючи МБД, потрапляє на ПРДО, де змішується (модулюється) з інформаційним сигналом від МІБ та формує багатоканальний (N) інформаційний сигнал, що передається на ЛА (фіг. 1, 2).

За допомогою СПМ БРК та МІБ створюються два лазерні сигнали з просторовою модуляцією поляризації шляхом розведення лазерного випромінювання (кожної несучої частоти  $v_{n1}$  та  $v_{n2}$ ) на два промені з поворотом площини поляризації на кут  $90^\circ$  у одному з них ( $v_{n1a}, v_{n1b}$  та  $v_{n2a}, v_{n2b}$ , фіг. 2, 3).

При цьому випромінювання апертури першого і другого каналів у апертурній площині  $UOY$  рознесені на відстані  $\rho$ . Різницевість ходу пучків до картинної площини ЛА  $XOY$  змінюється вдовж осі X від точки до точки. Обумовлена цим різницевість фаз між поляризованими компонентами, що ортогональні, поля у картинній площині також змінюються від точки до точки.

Залежно від різницевої фаз у картинній площині змінюється вигляд поляризації сумарного поля сигналу, що зондує від лінійної через еліптичну і циркулюючу до лінійної, ортогональної к початкової і т.д.

Період зміни вигляду поляризації визначається базою між випромінювачами  $\rho$  та відстанню до картинної площини R. Розподіл інтенсивності у реєстрованому зображенні ЛА

промодульовано за гармонійним законом з коефіцієнтом модуляції і дорівнює значенню ступеня поляризації випромінювання, що відбито, у даній ділянці поверхні ЛА.

Водночас імпульсний лазерний сигнал (вимірювальний) частот міжмодових биттів  $\Delta v_{m\text{ оп}}$ ,  $2\Delta v_{m\text{ оп}}$ ,  $3\Delta v_{m\text{ оп}}$ ,  $6\Delta v_{m\text{ оп}}$  надходить на МБД, що складається з 4-х п'єзоелектричних дефлекторів. Парціальні ДС ЛВ попарно зустрічно сканують МБД у кожній з 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 у скановані точки простору, оскільки здійснюється зустрічне сканування двома парами ДС ЛВ у кожній з двох ортогональних площин  $\alpha$  і  $\beta$  (X і Y). При цьому груповий (інформаційний) лазерний сигнал частот  $9\Delta v_m \dots N\Delta v_m$  та лазерні сигнали з просторовою модуляцією поляризації ( $v_{n1a}$ ,  $v_{n1b}$  і  $v_{n2a}$ ,  $v_{n2b}$ ) проходять вдовж РСН (фіг. 2).

При відбитті лазерного сигналу з просторовою модуляцією поляризації, що зондує, від поверхні ЛА змінюються амплітудні і фазові співвідношення між ортогонально поляризаційними компонентами, параметри їх поляризаційні і, відповідно, комплексні коефіцієнти когерентності відбитого поля.

Просторовий розподіл поляризаційних характеристик такого відбитого сигналу за зміною контрасту модуляційної структури зображення несе також інформацію про типи матеріалів у складі поверхні ЛА, їх характеристики і тощо, відображається у ЕОМ. Тому у МІБ здійснюється поляризаційна обробка поля, що приймається.

Прийняті ПРМО від ЛА, відбиті у процесі сканування 4-ох ДС ЛВ, лазерні імпульсні сигнали і огинаючі сигнали ДС ЛВ за допомогою ФТД перетворюються у електричні імпульсні сигнали на різних частотах міжмодових биттів. Підсилені ШП вони розподіляються:

- у МІБ для обробки інформації, що приймається від ЛА та відбитого лазерного сигналу з просторовою модуляцією поляризації, що зондує, від його поверхні для формування і обробки зображення ЛА;

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

Імпульсні сигнали радіочастоти, що надходять з РП 1 і РП 2 (РП  $\Delta v_m$  від і РП  $2\Delta v_m$  від) формують сигнал прискорення  $\alpha'$ , а РП 3 і РП 4 (РП  $3\Delta v_m$  від і РП  $6\Delta v_m$  від) - прискорення  $\beta'$ .

Формування сигналу прискорення  $\alpha'$  полягає у наступному.

Виділені імпульси ФІ 1 першої I лінії від опорної частоти  $\Delta v_{m\text{ оп}}$  надходять на РЛч 1 (фіг. 1, 4). У цей же час відбитий від ЛА оптичний сигнал частоти міжмодових биттів, який перетворюється ФТД у радіочастоту міжмодових биттів  $\Delta v_m$  від, змінюється за законом руху ДС ЛВ, перетворюється у другій лінії II ФІ 2 у точках переходів півперіодів сканування у імпульси (один імпульс за півперіод сканування), надходить на Тр "1" та запускає його першим імпульсом.

Перший імпульс, який надходить від Тр відкриває РЛч для рахування імпульсів від ФІ 1 і схему "I" для перезапису на СП. Другий імпульс від Тр надходить на реверсивний вхід того ж РЛч, який здійснює зворотний рахунок імпульсів, що надходять через нього. Третій та наступні імпульси, надходять на Тр і роблять аналогічні дії першому.

Другий імпульс не надходить на схему "I", а третій імпульс, як і перший, надходить на ФІ 3, схему "II", пропускає різницеве число на СП і т.д. Таким чином, у РЛч записується число імпульсів порівняно різницевої подовженого та укороченого півперіоду сканування (руху ДС ЛВ). Півперіод сканування подовжується тоді, коли швидкість ЛА співпадає зі швидкістю руху ДС ЛВ, а коли не співпадає - укорочується.

Формування сигналу прискорення ( $\beta'$  відбувається таким же чином, як і для прискорення  $\alpha'$ ).

ОЕМ постійно здійснює у денних і нічних умовах у видимому та інфрачервоному діапазонах спостереження за ЛА, який супроводжується.

Відображення інформації, що приймається (передається) від ЛА, об'єктивного контролю та (обробленої) про кутові швидкості відбувається на моніторі ЕОМ. Для збереження інформації, яка оброблена під час проведення випробувань ЛА, у пам'яті ЕОМ використовується база даних - сукупність взаємопов'язаних даних, організованих у відповідності до схеми даних таким чином, щоб з ними міг працювати користувач. Підвищення швидкості обробки інформації, що надходить на ЕОМ здійснюється за рахунок використання технології синтезу часу параметризованих паралельних програм.

Кількість інформаційних каналів (N) залежить від кількості мод ( $v_n$ ), які мають необхідні вихідні характеристики для використання.

В разі необхідності виявлення ЛА під час його пошуку, груповий сигнал, який складений з частот міжмодових биттів, за допомогою МБД сканується сумарною ДС ЛВ у заданій зоні за заданим законом сканування, де кут та напрямок відхилення ДС задається БКД (фіг. 1, 2).

Видача інформації, яка отримана під час проведення випробувань ЛА, споживачам та отримання додаткової інформації від керівництва здійснюється за допомогою АОД за радіоканалом.

АСРНС забезпечує можливість в будь-якій точці земної поверхні, у будь-який час року і доби, за будь-якої погоди визначити (уточнити) параметри МОВС - три координати і три складові вектора швидкості.

За погодними умовами (дощ, сніг тощо) захоплення РЛМ на супроводження ЛА починається шляхом перегляду області простору, де знаходиться ЛА. Супроводження РЛМ триває доти, поки не перейде на автоматичне супроводження OEM (сумарною ДС). Інформація від РЛМ надходить на ЕОМ.

Гіростабілізована платформа забезпечує дотримання просторової стабілізації платформи каналу, на якій розміщена суміщена приймально-передавальна апаратура та ВМ по кутах азимута  $\alpha$  і місця  $\beta$ .

Формування сумарної ДС ЛВ, створення РСН, інформаційного каналу для каналу, що пропонується, пов'язано із задоволенням жорстких вимог, які пред'являються до спектра випромінювання одномодового багаточастотного лазера-передавача, тобто високоточної синхронізації подовжніх мод і стабілізації частот міжмодових биттів.

Джерела інформації:

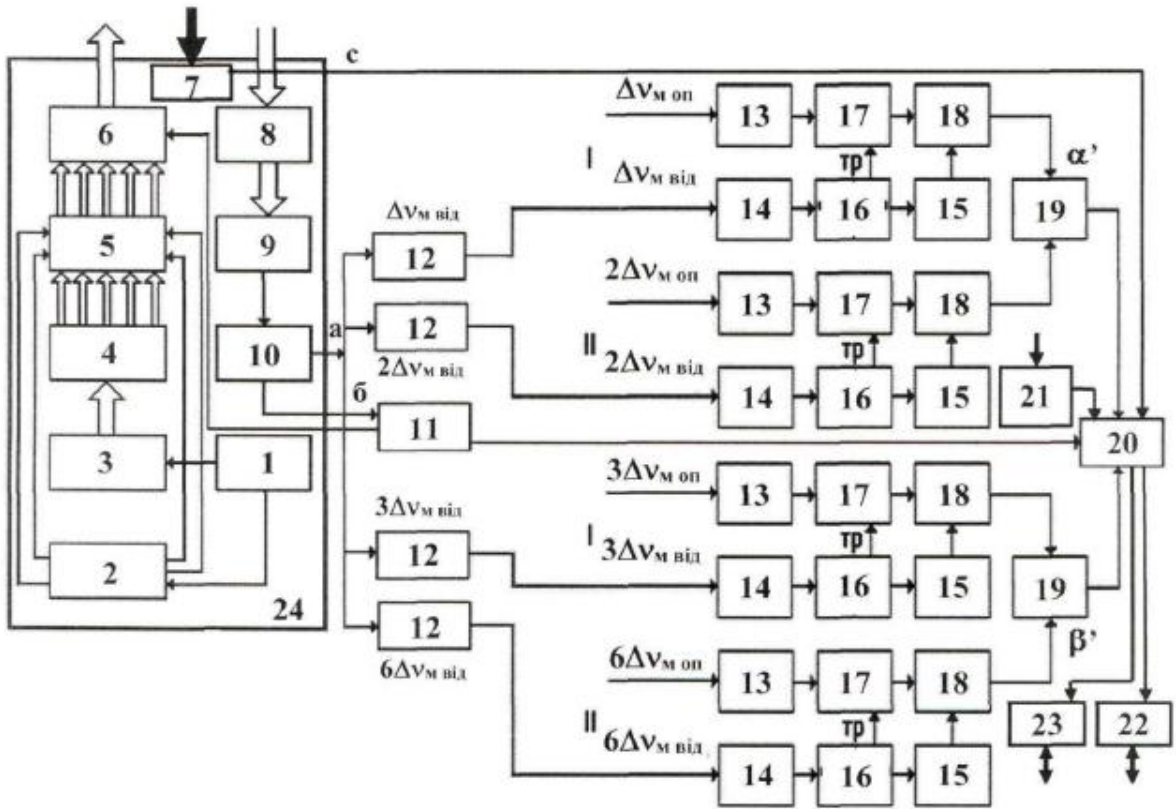
1. Патент на корисну модель № 118460, Україна, МПК G01 S 17/42, G01 S 17/66. Канал вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів та можливістю пошуку, формування і обробки зображення ЛА для мобільної суміщеної лазерної вимірювальної системи /О.В. Коломійцев, І.І. Сачук, О.С. Балабуха та ін. - № u201701826; заяв. 27.02.2017; опубл. 10.08.2017; Бюл. № 15. - 9 с.

2. Патент на корисну модель № 128268, Україна, МПК G01 S 17/42, G01 S 17/66. Канал вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів та можливістю пошуку, формування і обробки зображення ЛА для мобільної однопунктної системи зовнішньо-траєкторних вимірювань /О.В. Коломійцев, І.І. Сачук, Д.А. Гриб та ін. - № u201803126; заяв. 28.03.2018; опубл. 10.09.2018; Бюл. № 17. - 7 с.

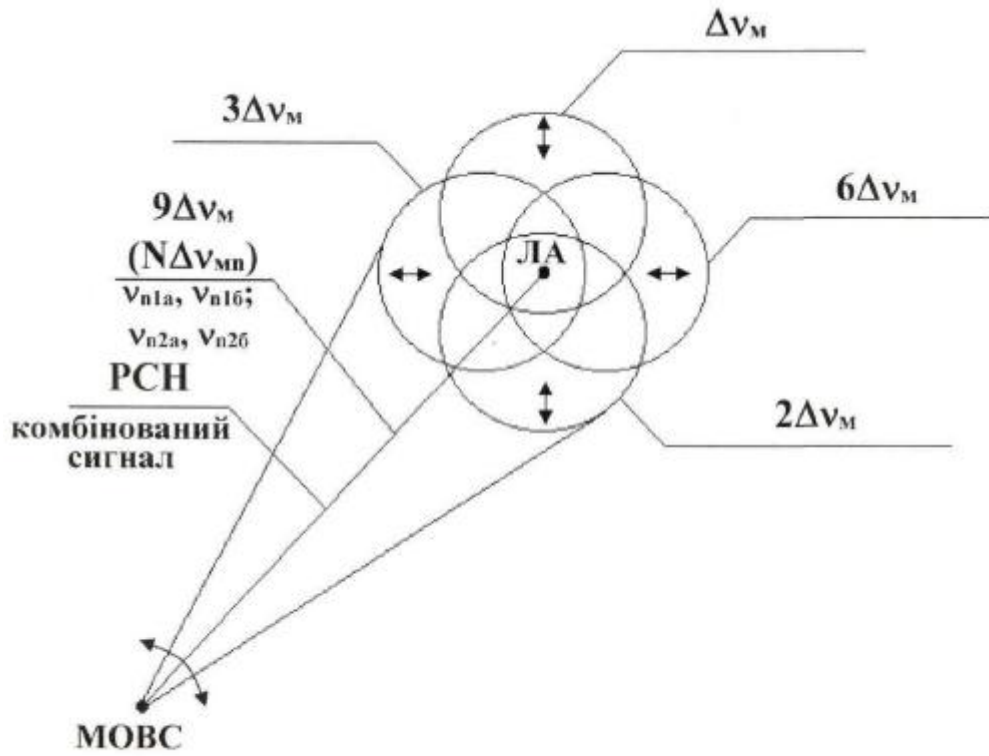
3. Патент на корисну модель № 55645, Україна, МПК G01 S 17/42, G01 S 17/66. Частотно-часовий метод пошуку, розпізнавання та вимірювання параметрів руху літального апарату /О.В. Коломійцев - № u201005225; заяв. 29.04.2010; опубл. 27.12.2010; Бюл. № 24. - 14 с.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

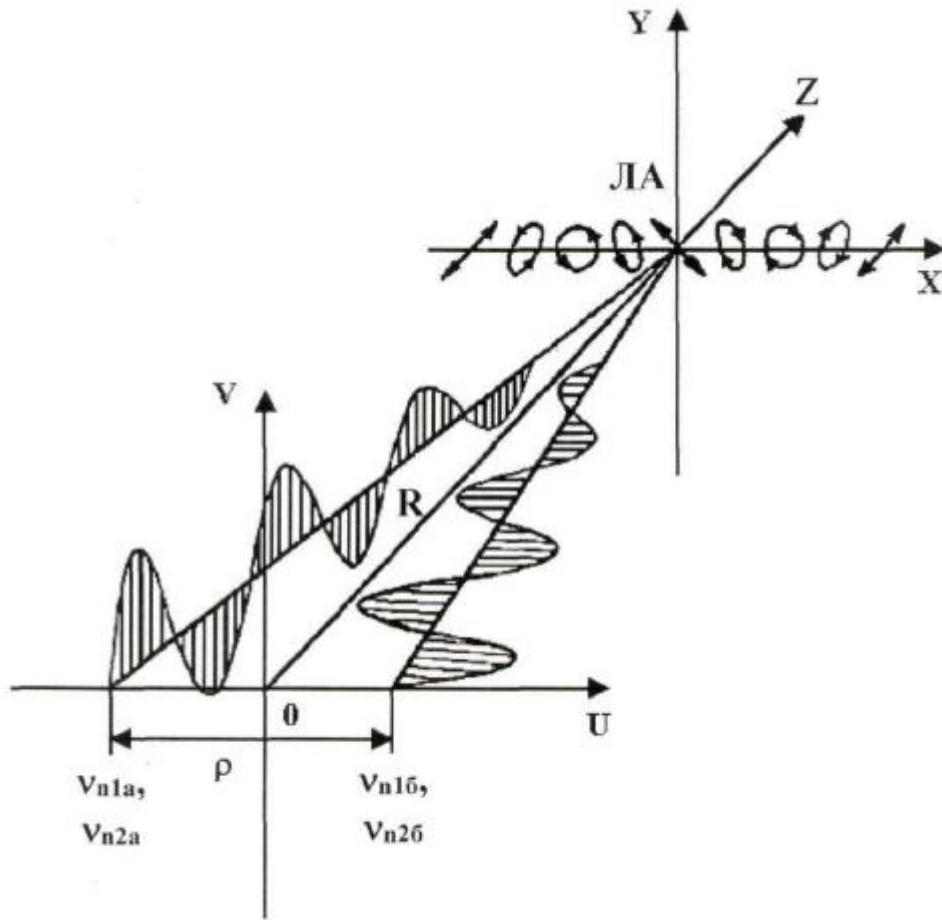
Канал вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів (ЛА) з використанням частот міжмодових биттів та можливістю пошуку, формування і обробки зображення ЛА для мобільної однопунктної вимірювальної системи, який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор подовжніх мод з багаточастотним розділенням каналів, модифікований блок дефлекторів, передавальну оптику, оптико-електронний модуль, який складений з телевізійного і інфрачервоного каналів, приймальну оптику, фотодетектор, ширококутовий підсилювач, модифікований інформаційний блок, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувачі імпульсів, тригери, реверсивні лічильники, схеми "і", схеми порівняння, електронну обчислювальну машину, апаратуру супутникових радіонавігаційних систем, апаратуру обміну даними, гіростабілізовану платформу 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 додатково введено радіолокаційний модуль.



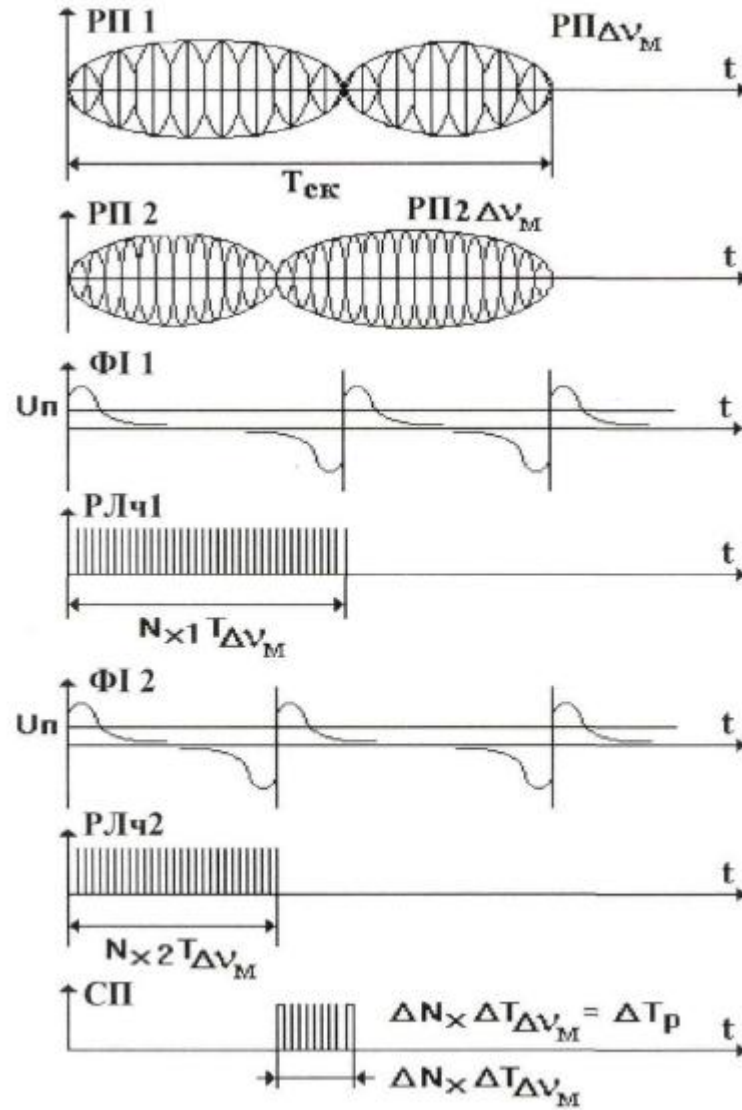
Фіг. 1



Фіг. 2



Фиг. 3



Фіг. 4