



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **74267** (13) **U**

(51) МПК

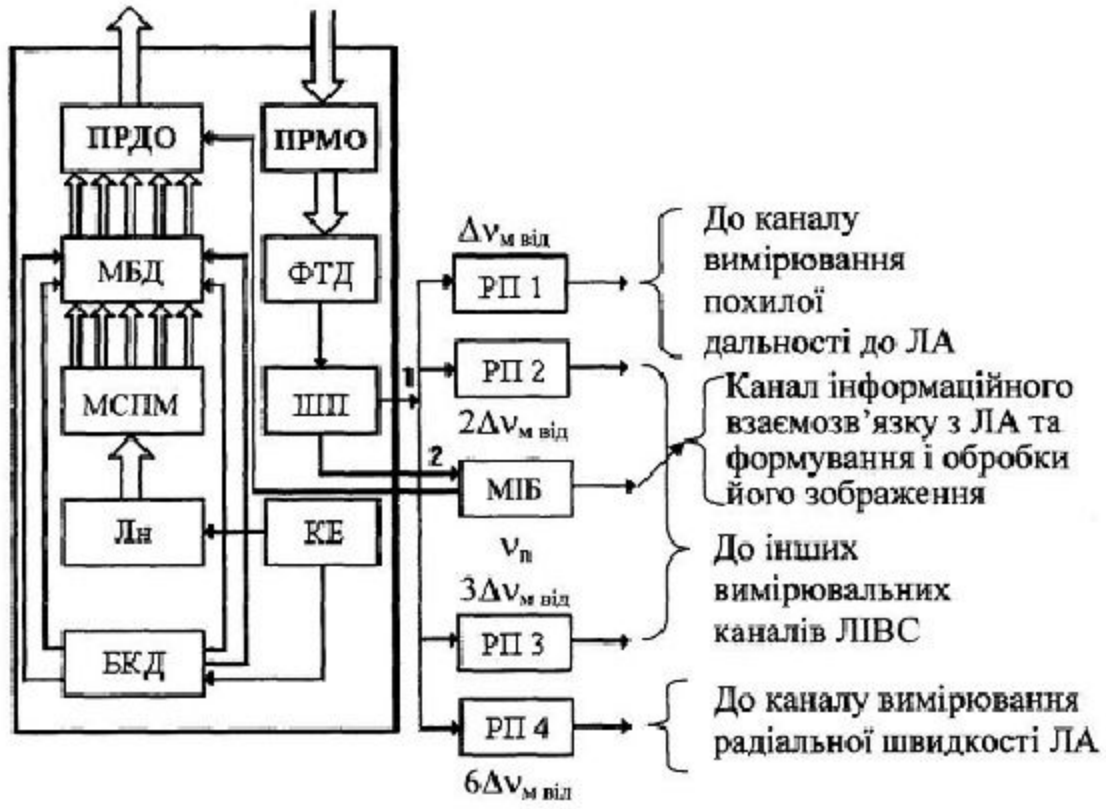
**G01S 17/42** (2006.01)**G01S 17/66** (2006.01)ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

(21) Номер заявки: <b>u 2012 03428</b>	(72) Винахідник(и): <b>Коломійцев Олексій Володимирович (UA), Балабуха Олексій Сергійович (UA), Васильєв Дмитро Геннадійович (UA), Катунін Альберт Миколайович (UA), Клівець Сергій Іванович (UA), Орлов Сергій Володимирович (UA), Рондін Юрій Петрович (UA), Сачук Ігор Іванович (UA), Храпчинський Василь Олегович (UA), Хударковський Костянтин Ігорович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>22.03.2012</b>	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>25.10.2012</b>	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.10.2012, Бюл.№ 20</b>	(73) Власник(и): <b>ХАРКІВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ІМЕНІ ІВАНА КОЖЕДУБА, вул. Сумська, 77/79, м. Харків, 61023 (UA)</b>

**(54) КАНАЛ ВИМІРЮВАННЯ РАДІАЛЬНОЇ ШВИДКОСТІ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ З МСПМ ТА МОЖЛИВІСТЮ ФОРМУВАННЯ І ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕННЯ ЛА ДЛЯ ЛІВС ПОЛІГОННОГО ВИПРОБУВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ****(57) Реферат:**

Канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з МСПМ та можливістю формування і обробки зображення ЛА для ЛІВС полігонного випробувального комплексу містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою (Лн), модифікований селектор подовжніх мод (МСПМ), модифікований блок дефлекторів, передавальну оптику, приймальну оптику, фотодетектор, ширококутовий підсилювач, модифікований інформаційний блок, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувачі імпульсів, схему І, лічильник (Лч), змішувачі, фільтр, формувач мірних імпульсів, дешифратор, фазову автопідстройку частоти на частоті міжмодових биттів, керуючий генератор, опорний генератор з частотою підставки  $\Delta v_n$ , блок відображення вимірювальної інформації про радіальну швидкість  $R'$  літального апарата і  $6\Delta v_m$  - введення опорної частоти ( $6\Delta v_{m\text{оп}}$ ) від передавального лазера (Лн+МСПМ). Після Лч замість електронно-цифрової обчислювальної машини введено електронну обчислювальну машину.

UA 74267 U



Фіг. 1

Запропонована корисна модель належить до галузі електрозв'язку і може бути використана для побудови передавальної частини лазерної інформаційно-вимірювальної системи (ЛІВС) з частотно-часовим методом (ЧЧМ) пошуку, розпізнавання та вимірювання параметрів руху літального апарату (ЛА).

5 Відомий "Канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з додатковим скануванням" [1], який містить керуючий елемент (КЕ), блок керування дефлекторами (БКД), лазер з накачкою (Лн), багатоканальний селектор подовжніх мод (БСПМ), модифікований блок дефлекторів (МБД), передавальну оптику (ПРДО), приймальну оптику (ПРМО), фотодетектор (ФТД), ширококутовий підсилювач (ШП), інформаційний блок (ІБ), резонансні підсилювачі (РП),  
10 настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувачі імпульсів, схему 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  $\Delta v_n$ , електронно-цифрову обчислювальну машину (ЕЦОМ), блок відображення вимірювальної інформації (БВІ) про радіальну швидкість  $R'$  ЛА та  $6\Delta v_m$  -  
15 введення опорної частоти ( $6\Delta v_{m_{оп}}$ ) від передавального лазера (Лн+БСПМ).

Недоліком відомого каналу є те, що він не може формувати та обробляти зображення ЛА.

Найбільш близьким до запропонованого технічним рішенням, вибраним як прототип є "Канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з можливістю формування та обробки зображення ЛА" [2], який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами,  
20 лазер з накачкою, модифікований селектор подовжніх мод (МСПМ), модифікований блок дефлекторів, передавальну оптику, приймальну оптику, фотодетектор, ширококутовий підсилювач, модифікований інформаційний блок (МІБ), резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувачі імпульсів, схему І, лічильник, змішувачі, фільтр, формувач мірних імпульсів, дешифратор, фазову автопідстройку частоти на частоті  
25 міжмодових биттів, керуючий генератор, опорний генератор з частотою підставки  $\Delta v_n$ , електронно-цифрову обчислювальну машину, блок відображення вимірювальної інформації про радіальну швидкість  $R'$  ЛА і  $6\Delta v_m$  - введення опорної частоти ( $6\Delta v_{m_{оп}}$ ) від передавального лазера (Лн+МСПМ).

Недоліком каналу-прототипу є те, що він не забезпечує збереження інформації, яка оброблена під час проведення випробувань ЛА.

В основу корисної моделі поставлена задача створити канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з МСПМ та можливістю формування і обробки зображення ЛА для ЛІВС полігонного випробувального комплексу, який дозволить здійснювати виявлення ЛА, високоточне вимірювання радіальної швидкості у широкому діапазоні дальностей, починаючи з  
35 початкового моменту його польоту, багатоканальний (N) інформаційний взаємозв'язок з ЛА на несучих частотах  $v_n$ , збереження інформації, яка оброблена під час проведення випробувань та, в разі необхідності, формування і обробку його зображення.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що у канал-прототип, який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, модифікований селектор  
40 подовжніх мод, модифікований блок дефлекторів, передавальну оптику, приймальну оптику, фотодетектор, ширококутовий підсилювач, модифікований інформаційний блок, 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  
45 підставки  $\Delta v_n$ , електронно-цифрову обчислювальну машину, блок відображення вимірювальної інформації про радіальну швидкість  $R'$  ЛА і  $6\Delta v_m$  - введення опорної частоти ( $6\Delta v_{m_{оп}}$ ) від передавального лазера (Лн+МСПМ), після ДШ замість ЕЦОМ введено електронну обчислювальну машину (ЕОМ).

Побудова каналу вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з МСПМ та  
50 можливістю формування і обробки зображення ЛА для ЛІВС полігонного випробувального комплексу пов'язана з використанням ЧЧМ [3] та синхронізованого одномодового багаточастотного випромінювання єдиного лазера-передавача.

Технічний результат, який може бути отриманий при здійсненні корисної моделі, полягає у виявленні ЛА, високоточному вимірюванні радіальної швидкості у широкому діапазоні  
55 дальностей, починаючи з початкового моменту його польоту, створенні багатоканального (N) інформаційного взаємозв'язку з ЛА, збереженні інформації, яка оброблена під час проведення випробувань та, в разі необхідності, формуванні і обробці зображення ЛА.

На фіг. 1 приведено передавальний бік узагальненої структурної схеми запропонованого каналу, де: 1 - вимірювальний сигнал; 2 - інформаційний сигнал та сигнал із просторовою  
60 модуляцією поляризації.

На фіг. 2 приведена узагальнена структурна схема запропонованого каналу, де: I - структурна схема реалізації стежачого принципу вимірювання; II - структурна схема вимірювання радіальної швидкості ЛА.

5 На фіг. 3 приведено створення рівносигнального напрямку (РСН) та сканування сумарною діаграмою спрямованості (ДС) лазерного випромінювання у невеликому куті і окремо 4-ма ДС в ортогональних площинах.

На фіг. 4 приведено створення лазерного сигналу із просторовою модуляцією поляризації.

10 Запропонований канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з МСПМ та можливістю формування і обробки зображення ЛА для ЛІВС полігонного випробувального комплексу містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, модифікований селектор подовжніх мод, модифікований блок дефлекторів, передавальну оптику, приймальну оптику, фотодетектор, широкосмуговий підсилювач, модифікований інформаційний блок, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувачі імпульсів, схему I, лічильник, змішувачі, фільтр, формувач мірних імпульсів, 15 дешифратор, фазову автопідстройку частоти на частоті міжмодових биттів, керуючий генератор, опорний генератор з частотою підставки  $\Delta v_n$ , електронну обчислювальну машину, блок відображення вимірювальної інформації про радіальну швидкість  $R'$  ЛА і  $6 \Delta v_m$  - введення опорної частоти ( $6 \Delta v_{m\text{оп}}$ ) від передавального лазера (Лн+МСПМ).

20 Робота каналу вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з МСПМ та можливістю формування і обробки зображення ЛА для ЛІВС полігонного випробувального комплексу полягає у наступному. Із синхронізованого одномодового багаточастотного спектра випромінювання лазера-передавача (Лн) за допомогою МСПМ виділяються необхідні пари частот і окремі частоти для створення:

25 - багатоканального (N) інформаційного зв'язку, за умови використання сигналу подовжніх мод (несучих частот  $v_n$ );

- лазерного сигналу із просторовою модуляцією поляризації, за умови використання сигналу з подовжньої моди  $v_n$  (в подальшому  $v_{n1}, v_{n2}$ );

30 - рівносигнального напрямку на основі формування сумарної ДС лазерного випромінювання, завдяки 4-м парціальним ДС, які частково перетинаються, за умови використання комбінацій подовжніх мод ("підфарбованих" різницевиими частотами міжмодових биттів):

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

Груповий сигнал, який складений із несучих частот  $v_n$ , минаючи МБД, потрапляє на ПРДО, де змішується (модулюється) з інформаційним сигналом від МІБ та формує багатоканальний (N) інформаційний сигнал, що передається на ЛА (взаємозв'язок) (фіг. 1-3).

35 Також, за допомогою МСПМ та модифікованого інформаційного блока створюється лазерний сигнал із просторовою модуляцією поляризації шляхом розведення лазерного випромінювання (несучої частоти  $v_n$ ) на два променя ( $v_{n1}$  та  $v_{n2}$ ) з поворотом плоскості поляризації на кут  $90^\circ$  в одному з них (фіг. 3). При цьому випромінювання апертури першого і другого каналів в апертурній плоскості  $UOV$  рознесені на відстані  $r$ . Різниця ходу пучків до картинної плоскості ЛА  $XOY$  змінюється вдовж осі  $X$  від точки до точки. Обумовлена цим різниця фаз між поляризованими компонентами, що ортогональні, поля у картинній плоскості також змінюється від точки до точки. В залежності від різності фаз у картинній плоскості змінюється вигляд поляризації сумарного поля сигналу, що зондує від лінійної через еліптичну і циркулюючу до лінійної, ортогональної до початкової і т.д. Період зміни вигляду поляризації 45 визначається базою між випромінювачами  $r$  та відстанню до картинної плоскості  $R$ . Розподіл інтенсивності в реєстрованому зображенні ЛА промодульовано по гармонійному закону з коефіцієнтом модуляції, дорівнює значенню ступеня поляризації випромінювання, що відбито, в даній ділянці поверхні ЛА.

50 Водночас сигнал частот міжмодових биттів  $\Delta v_m, 2\Delta v_m, 3 \Delta v_m$  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.

60 Проходячи через ПРДО, груповий лазерний імпульсний сигнал пар частот  $v_5, v_4=2 \Delta v_m, v_9, v_7=2 \Delta v_m, v_6, v_3=3 \Delta v_m$  та  $v_8, v_2=6 \Delta v_m$  фокусується в скановані точки простору, оскільки здійснюється зустрічне сканування двома парами ДС лазерного випромінювання у кожній із двох ортогональних площин  $\alpha$  і  $\beta$  або  $X$  і  $Y$ . При цьому інформаційний сигнал на частотах  $N v_n$  та сигнал із просторовою модуляцією поляризації  $v_{n1}, v_{n2}$  проходять вдовж РСН (фіг. 2).

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 МІБ для обробки інформації, що приймається від ЛА та відбитого лазерного сигналу із просторовою модуляцією поляризації, що зондує, від його поверхні;

5 - по РП, що настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів  $\Delta v_{m \text{ від}}$ ,  $2 \Delta v_{m \text{ від}}$ ,  $3 \Delta v_{m \text{ від}}$ ,  $6 \Delta v_{m \text{ від}}$ .

При цьому імпульсні сигнали радіочастоти, що надходять з РП4 (РП  $6 \Delta v_{m \text{ від}}$ ), формують сигнал радіальної швидкості, а РП 1 (РП  $\Delta v_{m \text{ від}}$ ), РП 2 (РП  $\Delta v_{m \text{ від}}$ ) і РП 3 (РП  $3 \Delta v_{m \text{ від}}$ ) - для інших вимірювальних каналів ЛІВС.

10 При відбитті лазерного сигналу із 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 по зміні контрасту модуляційної структури зображення несе також інформацію про типи матеріалів у складі поверхні ЛА, їх характеристики тощо. Тому у МІБ здійснюється поляризаційна обробка поля, що приймається.

15 Принцип вимірювання радіальної швидкості R' ЛА полягає в наступному (фіг. 1, 2). На перший змішувач (ЗМ1) від РП 4 (РП  $6\Delta v_m$ ) подається сигнал із частотою  $6\Delta v_{m \text{ від}}$ , який змішується через зворотній зв'язок зі сумішню частот  $6\Delta v_{m \text{ від}} + v_{m \text{ п}}$  від КГ та фільтрується. У ФАПЧ на частоті міжмодових биттів цей сигнал змішується з частотою  $v_n$  від ОГ. Отриманий сигнал з частотою  $\Delta v_r$  з виходу А керуючого генератора подається на вхід другого змішувача (ЗМ2), де змішується з опорною частотою  $6 \Delta v_m$ .

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

25 Виділена дешифратором кількість рахункових імпульсів пропорційна частоті  $v_{m \text{ дол}}$ , перетворюється в ЕОМ у цифро-аналоговий сигнал, який у цифровому вигляді відображає радіальну швидкість ЛА на цифровому табло блока відображення інформації. Для збереження інформації, яка оброблена під час проведення випробувань ЛА, в пам'яті ЕОМ використовується база даних - сукупність взаємопов'язаних даних, організованих у відповідності до схеми даних таким чином, щоб з ними міг працювати користувач.

30 В разі необхідності виявлення ЛА у заданій точці простору груповий сигнал, який складений із частот міжмодових биттів і несучих частот  $v_n$ , сканується у заданій зоні із заданим законом сканування у вигляді сумарної ДС лазерного випромінювання за допомогою модифікованого блока дефлекторів, де кут та напрямок відхилення сумарної ДС задається БКД.

35 Формування сумарної ДС лазерного випромінювання, створення РСН, інформаційного каналу і лазерного сигналу із просторовою модуляцією поляризації 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), що формуються, залежить від кількості мод (несучих частот  $v_n$ ), які мають необхідні вихідні характеристики для використання.

Джерела інформації:

1. Патент на корисну модель №43790, Україна, МПК G01S 17/42, G01 S 17/66. Канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з додатковим скануванням. /О.В. Коломійцев, Г.В. Альошин, В.В. Белімов та ін. - № u200904605; заяв. 08.05.2009; опубл. 25.08.2009; Бюл. № 16.-8 с.

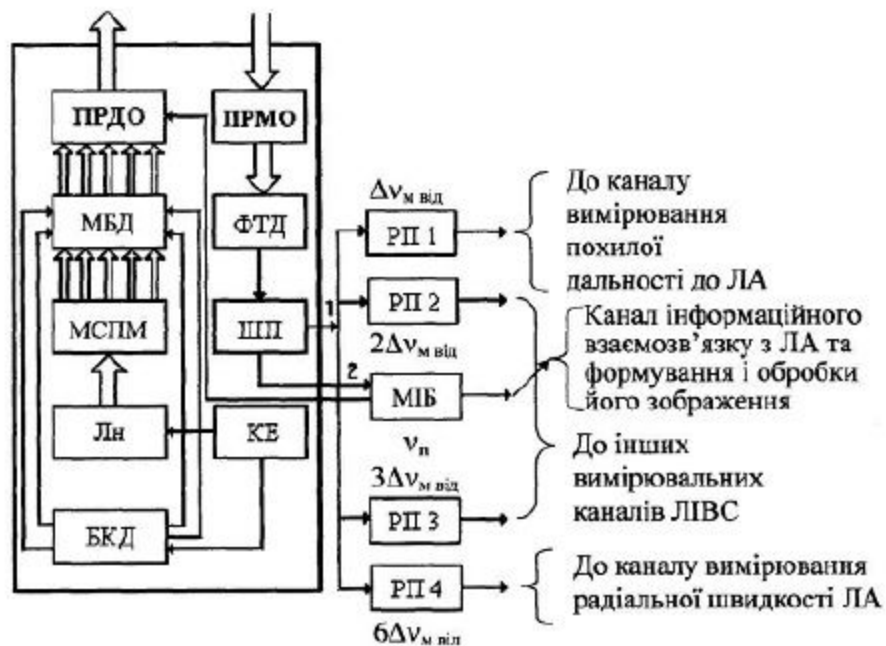
2. Патент на корисну модель №51039, Україна, МПК G01S 17/42, G01S 17/66. Канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з можливістю формування та обробки зображення ЛА. /О.В. Коломійцев, Г.В. Альошин, Д.Г. Васильєв та ін. - № u201001245; заяв. 08.02.2010; опубл. 25.06.2010; Бюл. № 12.-10 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 апарату. /О.В. Коломійцев - № u201005225; заяв. 29.04.2010; опубл. 27.12.2010; Бюл. № 24.-14 с.

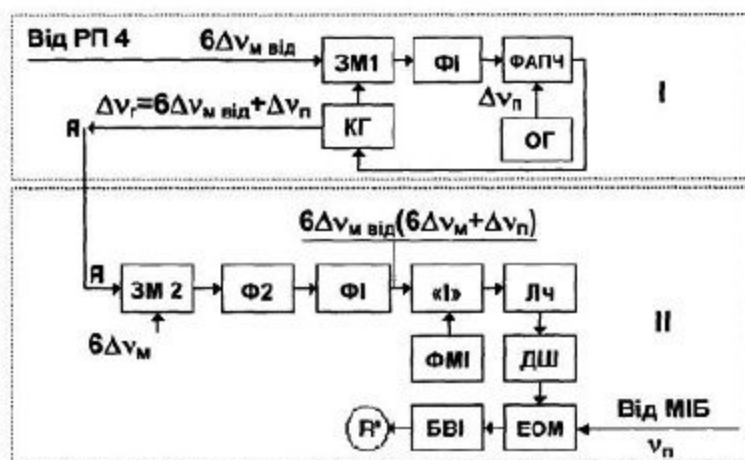
#### 55 ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з МСПМ та можливістю формування і обробки зображення ЛА для ЛІВС полігонного випробувального комплексу, який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою (Лн), модифікований селектор подовжніх мод (МСПМ), модифікований блок дефлекторів,

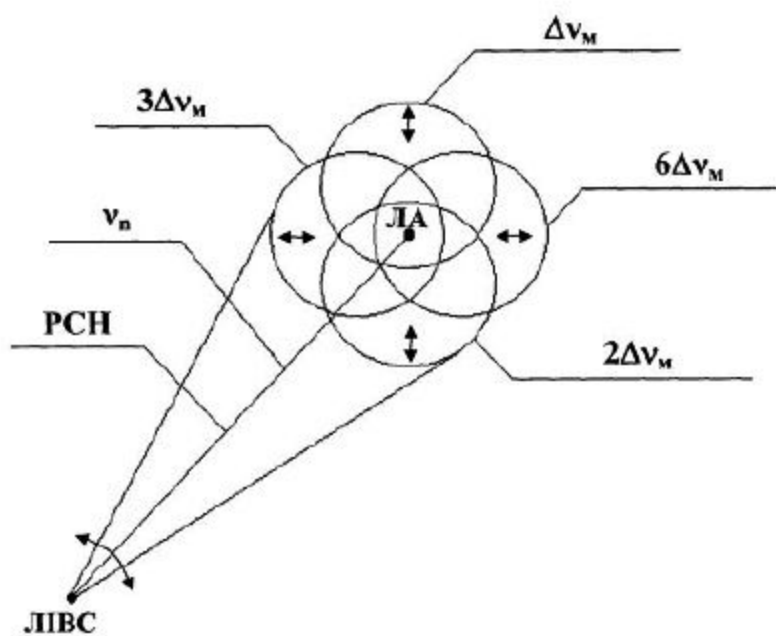
5 передавальну оптику, приймальну оптику, фотодетектор, широкосмуговий підсилювач, модифікований інформаційний блок, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувачі імпульсів, схему I, лічильник (Лч), змішувачі, фільтр, формувач мірних імпульсів, дешифратор, фазову автопідстройку частоти на частоті міжмодових биттів, керуючий генератор, опорний генератор з частотою підставки  $\Delta v_n$ , блок відображення вимірювальної інформації про радіальну швидкість  $R'$  літального апарата і  $6\Delta v_m$  - введення опорної частоти ( $6\Delta v_{m\text{оп}}$ ) від передавального лазера (Лн+МСПМ), який **відрізняється** тим, що після Лч замість електронно-цифрової обчислювальної машини введено електронну обчислювальну машину.



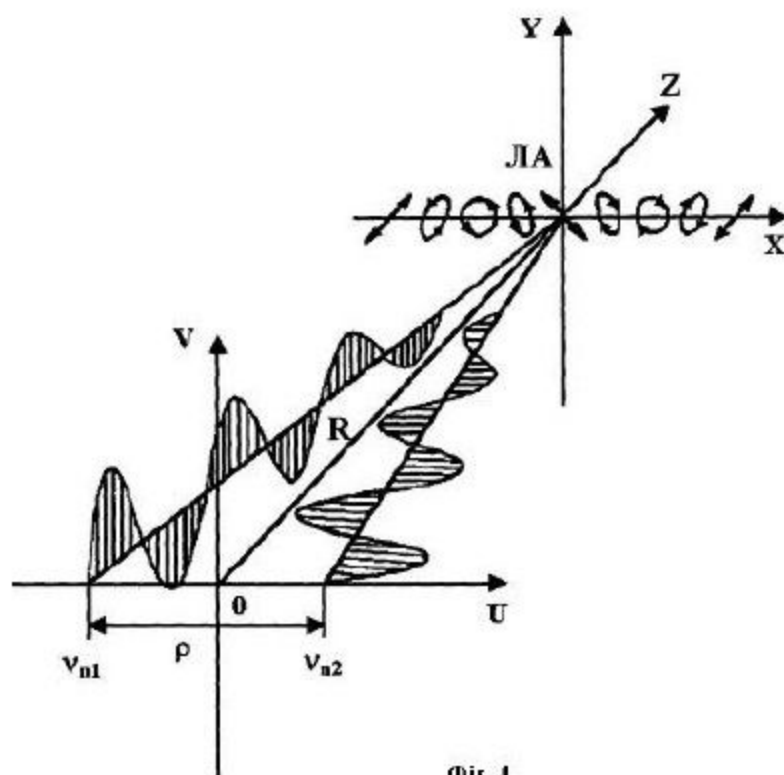
Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3



Фіг. 4

Комп'ютерна верстка Л. Купенко

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601