



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **151622** (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**

<p>(21) Номер заявки: <b>u 2022 01711</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>24.05.2022</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: <b>18.08.2022</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: <b>17.08.2022, Бюл.№ 33</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Коломійцев Олексій Володимирович (UA), Заковоротний Олександр Юрійович (UA), Кучук Ніна Георгіївна (UA), Жилін Володимир Анатолійович (UA), Сльчанінов Дмитро Борисович (UA), Івашко Андрій Васильович (UA), Куцак Віктор Анатолійович (UA), Носик Андрій Михайлович (UA), Петрукович Дмитро Євгенович (UA), Порошин Сергій Михайлович (UA), Пугачов Роман Володимирович (UA), Соболь Максим Олегович (UA), Фастовський Едуард Георгійович (UA)</b></p> <p>(73) Володілець (володільці): <b>Коломійцев Олексій Володимирович, вул. Астрономічна, 35-а, кв. 88, м. Харків, 61085 (UA)</b></p>
---	--

**(54) КАНАЛ ВИМІРЮВАННЯ РАДІАЛЬНОЇ ШВИДКОСТІ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ З МОЖЛИВІСТЮ ЇХ ПОШУКУ, ФОРМУВАННЯ І ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕННЯ ТА КІБЕРНЕТИЧНИМ ЗАХИСТОМ ОТРИМАНОЇ ІНФОРМАЦІЇ**

**(57) Реферат:**

Канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з можливістю їх пошуку, формування і обробки зображення та кібернетичним захистом отриманої інформації містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою (Лн), селектор подовжніх мод з багаточастотним розділенням каналів (СПМ БРК), модифікований блок дефлекторів, передавальну оптику, приймальну оптику, фотодетектор, широкосмуговий підсилювач, модифікований інформаційний блок, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, змішувачі, фільтри, фазову автопідстройку частоти на частоті міжмодових биттів, керуючий генератор, опорний генератор з частотою підставки  $\Delta v_n$ , формувач імпульсів, схему "і", формувач мірних імпульсів, лічильник, дешифратор, електронну обчислювальну машину (ЕОМ) та  $6\Delta v_m$  - введення опорної частоти ( $6\Delta v_{m\text{оп}}$ ) від передавального лазера (Лн+СПМ БРК). Як електронну обчислювальну машину (ЕОМ) введено спеціалізовану ЕОМ та додатково введено радіолокаційний модуль, який складений з антени, приймально-передавальної апаратури і апаратури захисту від завад.

UA 151622 U



Запропонована корисна модель належить до галузі електрозв'язку і може бути використана для побудови мобільної однопунктної інформаційно-вимірювальної системи (МОІВС).

Відомий "Канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів та можливістю пошуку, формування і обробки зображення ЛА" [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), приймальну оптику (ПРМО), фотодетектор (ФТД), ширококутовий підсилювач (ШП), модифікований інформаційний блок (МІБ), резонансні підсилювачі (РП), настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувачі імпульсів (ФІ), схему "і" ("I"), 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  $\Delta\nu_n$ , електронно-цифрову обчислювальну машину (ЕЦОМ), блок відображення інформації (БВІ) про радіальну швидкість R" літального апарата (ЛА) та  $\delta\Delta\nu_m$  - введення опорної частоти ( $\delta\Delta\nu_{m\text{оп}}$ ) від передавального лазера (Лн+СПМ БРК).

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

Найбільш близьким аналогом до запропонованої корисної моделі є "Канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів та можливістю пошуку, формування і обробки зображення ЛА для полігонного випробувального комплексу" [2], який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор подовжніх мод з багаточастотним розділенням каналів, модифікований блок дефлекторів, передавальну оптику, приймальну оптику, фотодетектор, ширококутовий підсилювач, модифікований інформаційний блок, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувачі імпульсів, схему "I", лічильник, змішувачі, фільтр, формувач мірних імпульсів, дешифратор, фазову автопідстройку частоти на частоті міжмодових биттів, керуючий генератор, опорний генератор з частотою підставки  $\Delta\nu_n$ , електронну обчислювальну машину (ЕОМ) та  $\delta\Delta\nu_m$  - введення опорної частоти ( $\delta\Delta\nu_{m\text{оп}}$ ) від передавального лазера (Лн+СПМ БРК).

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

В основу корисної моделі поставлена задача створити канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з можливістю їх пошуку, формування і обробки зображення та кібернетичним захистом отриманої інформації, який дозволить здійснювати виявлення ЛА, його захват, стійке кутове автоматичне супроводження, високоточне вимірювання радіальної швидкості (R") у широкому діапазоні дальностей, у будь-який час року і доби, за будь-якої погоди, багатоканальну (N) передачу команд керування ЛА на частотах міжмодових биттів  $9\Delta\nu_m \dots N\Delta\nu_{m\text{оп}}$ , збереження і захист інформації, яка оброблена під час проведення випробувань та, в разі необхідності, пошук ЛА у заданій зоні простору за заданим законом сканування діаграмами спрямованості (ДС), формування і обробку його зображення.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор подовжніх мод з багаточастотним розділенням каналів, модифікований блок дефлекторів, передавальну оптику, приймальну оптику, фотодетектор, ширококутовий підсилювач, модифікований інформаційний блок, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувачі імпульсів, схему "I", лічильник, змішувачі, фільтр, формувач мірних імпульсів, дешифратор, фазову автопідстройку частоти на частоті міжмодових биттів, керуючий генератор, опорний генератор з частотою підставки  $\Delta\nu_n$ , електронну обчислювальну машину та  $\delta\Delta\nu_m$  - введення опорної частоти ( $\delta\Delta\nu_{m\text{оп}}$ ) від передавального лазера (Лн+СПМ БРК), згідно з корисною моделлю, як ЕОМ введено спеціалізовану ЕОМ (СЕОМ) та додатково введено радіолокаційний модуль (РЛМ), який складений з антени, приймально-передавальної апаратури і апаратури захисту від завад.

Побудова каналу вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з можливістю їх пошуку, формування і обробки зображення та кібернетичним захистом отриманої інформації пов'язана з використанням одномодового багаточастотного з синхронізацією подовжніх мод випромінювання єдиного лазера-передавача, частотно-часового методу вимірювання [3] та РЛМ.

Технічний результат, який може бути отриманий при здійсненні корисної моделі полягає у виявленні ЛА, його захваті, стійкому кутовому автоматичному супроводженні, високоточному

вимірюванні радіальної швидкості у широкому діапазоні дальностей, у будь-який час року і доби, за будь-якої погоди, багатоканальний (N) передачі команд керування на ЛА на частотах міжмодових биттів, збереженні і захисті інформації, яка оброблена та, в разі необхідності, пошуку ЛА у заданій зоні простору, формуванні і обробки його зображення.

5 На фіг. 1 приведено передавальний бік узагальненої структурної схеми запропонованого каналу, де: I - вимірювальний сигнал; II - інформаційний сигнал та сигнал з просторовою модуляцією поляризації; III - радіолокаційний сигнал.

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

На фіг. 3 приведено створення рівносигнального напрямку (РСН) та сканування сумарною ДС лазерного випромінювання (ЛВ) у невеликому куті і окремо 4-мя ДС ЛВ у ортогональних площинах.

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

15 Запропонований канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з можливістю їх пошуку, формування і обробки зображення та кібернетичним захистом отриманої інформації 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, радіолокаційний модуль 7, який складений з антени, приймально-  
20 передавальної апаратури і апаратури захисту від завад, приймальну оптику 8, фотодетектор 9, ширококутовий підсилювач 10, модифікований інформаційний блок 11, резонансні підсилювачі 12, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, змішувачі (ЗМ 1-13 і ЗМ 2-14), фільтри (Ф 1-15 і Ф 2-16), фазову автопідстройку частоти на частоті міжмодових биттів 17, керуючий генератор 18, опорний генератор 19 з частотою підставки  $\Delta v_n$ , формувач імпульсів 20, схему "і"  
25 21, формувач мірних імпульсів 22, лічильник 23, дешифратор 24, спеціалізовану електронну обчислювальну машину 25 та  $6\Delta v_m$  - введення опорної частоти ( $6\Delta v_m_{оп}$ ) від передавального лазера (Лн+СПМ БРК).

Робота запропонованого каналу вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з можливістю їх пошуку, формування і обробки зображення та кібернетичним захистом отриманої  
30 інформації полягає у наступному (фіг. 1-4). Зі спектра випромінювання одномодового багаточастотного з синхронізацією подовжніх мод лазера-передавача (Лн) 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

35  $\Delta v_{101} = v_{10} - v_1 = 9\Delta v_m, \dots N\Delta v_m$ );

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

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

$$\Delta v_{54} = v_5 - v_4 = \Delta v_m, \Delta v_{97} = v_9 - v_7 = 2\Delta v_m,$$

$$\Delta v_{63} = v_6 - v_3 = 3\Delta v_m, \Delta v_{82} = v_8 - v_2 = 6\Delta v_m.$$

45 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 (створення взаємозв'язку) (фіг. 1, 2).

50 За допомогою СПМ БРК та МІБ створюються два лазерні сигнали з просторовою модуляцією поляризації шляхом розведення ЛВ (кожної несучої частоти  $v_{n1}$  та  $v_{n2}$ ) на два променя (вертикальної і горизонтальної поляризаціями) з поворотом площини поляризації на кут  $90^\circ$  в одному з них ( $v_{n1a}, v_{n1b}$ , та  $v_{n2a}, v_{n2b}$ , фіг. 3, 4).

При цьому, випромінювання апертури першого і другого каналів в апертурній площині  $UOV$  рознесені на відстані  $\rho$ . Різниця ходу пучків до картинної площини ЛА  $XOY$  змінюється вдовж осі X від точки до точки. Обумовлена цією різницею фаз між поляризованими компонентами, що ортогональні, поля у картинній площині також змінюється від точки до точки. Залежно від різності фаз у картинній площині 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 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 його поверхні.

5 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 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.

10 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 ( $v_{n1a}$ ,  $v_{n1b}$ , та  $v_{n2a}$ ,  $v_{n2b}$ ) проходять вдовж РСН (фіг. 3).

15 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.

20 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 і тощо, відображається у СЕОМ. Тому, у МІБ здійснюється поляризаційна обробка поля, що приймається.

25 Прийняті ПРМО від ЛА, відбиті у процесі сканування 4-ох ДС ЛВ, лазерні імпульсні сигнали і огинаючи сигнали ДС ЛВ за допомогою ФТД перетворюються у електричні імпульсні сигнали на різницевих 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.

30 Імпульсні сигнали радіочастоти, що надходять з РП  $6\Delta v_m$  формують сигнал для визначення радіальної швидкості ЛА, а РП  $\Delta v_m$ , РП  $2\Delta v_m$  і РП  $3\Delta v_m$  - формують сигнали для інших вимірювальних каналів МОІВС.

Принцип вимірювання радіальної швидкості ЛА для МОІВС полягає у наступному (фіг. 1, 2).

35 На ЗМ1 від РП  $6\Delta v_m$  подається сигнал з частотою  $6\Delta v_m$  від, який змішується через зворотній зв'язок з сумішшю частот  $6\Delta v_m$  від +  $v_m$  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 ЗМ2, де змішується з опорною частотою  $6\Delta v_m$ .

40 Сигнал різницевої частоти  $6\Delta v_m$  від - ( $\Delta v_m - v_m$  п), отриманий з виходу Ф2, через Ф1, надходить на схему "I". На Лч проходить пачка імпульсів, що обумовлена мірним інтервалом від ФМ1.

Виділена дешифратором кількість рахункових імпульсів пропорційна частоті  $v_{допл}$ , перетворюється у СЕОМ у цифро-аналоговий сигнал, що у цифровому вигляді відображає радіальну швидкість ЛА на цифровому табло.

45 Відображення інформації, що приймається (передається) від ЛА, та обробка (вимірювання) радіальної швидкості відбувається у СЕОМ.

Для збереження інформації, яка оброблена під час проведення випробувань ЛА, в пам'яті СЕОМ використовується база даних - сукупність взаємопов'язаних даних, організованих у відповідності до схеми даних таким чином, щоб з ними міг працювати користувач.

50 Підвищення швидкості обробки інформації, яка надходить на СЕОМ, здійснюється за рахунок використання технології синтезу часу параметризованих паралельних програм.

Комплексна програмно-технічна система захисту інформації (даних) у СЕОМ забезпечує уникнення ризиків витоку відомостей, що становлять закриту інформацію (захист від потенційних кібератак та незаконного заволодіння сторонніми особами).

55 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 простору за заданим законом сканування, де кут та напрямок відхилення ДС ЛВ задається БКД (фіг. 1, 2).

За несприятливими погодними умовами (дощ, сніг і тощо) захоплення (захват) РЛМ на супроводження ЛА починається шляхом перегляду області простору, де він знаходиться.

Супроводження РЛМ триває до тих пір, поки не перейде на автоматичне супроводження сумарною ДС ЛВ МОІВС. Інформація від РЛМ надходить на СЕОМ.

Кількість інформаційних каналів (N) залежить від кількості комбінацій парних мод (несучих частот  $\nu_n$ ), які мають необхідні вихідні характеристики для використання.

5 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:

10 1. Патент на корисну модель № 61868, Україна, МПК G01S 17/42, G01S 17/66. Канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів та можливістю пошуку, формування і обробки зображення ЛА. /О.В. Коломійцев, С.В. Бугаєв, Д.Г. Васильєв та ін. - № u201104008; заяв. 04.04.2011; опубл. 25.07.2011; Бюл. № 14. - 10 с.

15 2. Патент на корисну модель № 85944, Україна, МПК G01S 17/42, G01S 17/66. Канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів та можливістю пошуку, формування і обробки зображення ЛА для полігонного випробувального комплексу. /О.В. Коломійцев, І.І. Сачук, Г.В. Альошин та ін. - № U201306334; заяв. 22.05.2013; опубл. 10.12.2013; Бюл. № 23. - 6 с.

20 3. Патент на корисну модель № 55645, Україна, МПК G01S 17/42, G01S 17/66. Частотно-часовий метод пошуку, розпізнавання та вимірювання параметрів руху літального апарата. /О.В. Коломійцев – № u201005225; заяв. 29.04.2010; опубл. 27.12.2010; Бюл. № 24. - 14 с.

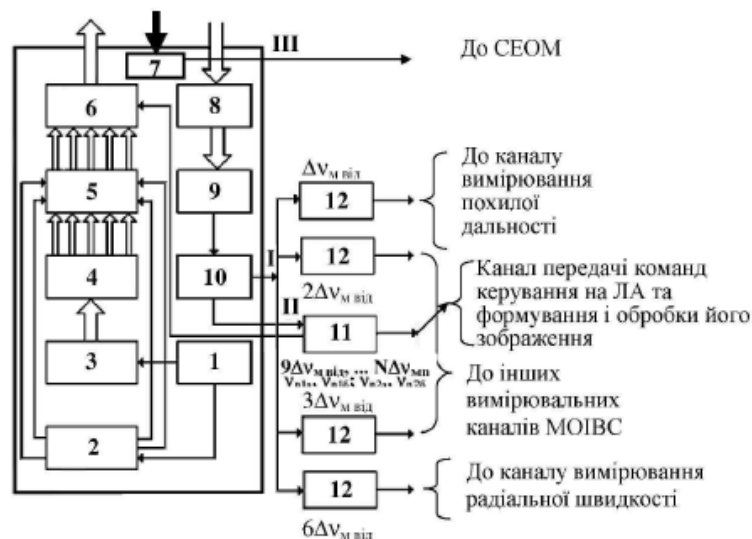
ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

25

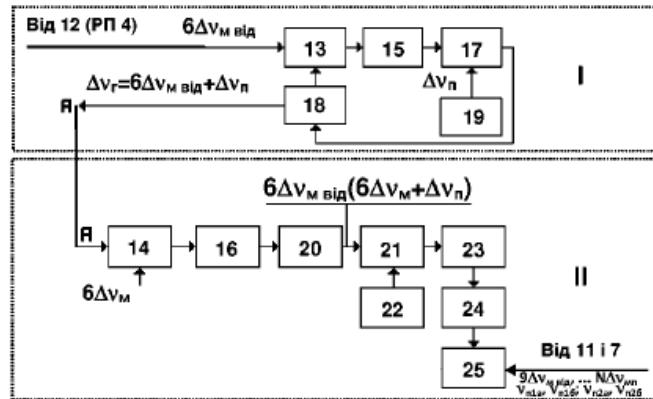
Канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з можливістю їх пошуку, формування і обробки зображення та кібернетичним захистом отриманої інформації, який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою (Лн), селектор подовжніх мод з багаточастотним розділенням каналів (СПМ БРК), модифікований блок дефлекторів, передавальну оптику, приймальну оптику, фотодетектор, широкосмуговий підсилювач, модифікований інформаційний блок, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, змішувачі, фільтри, фазову автопідстройку частоти на частоті міжмодових биттів, керуючий генератор, опорний генератор з частотою підставки  $\Delta\nu_n$ , формувач імпульсів, схему "І", формувач мірних імпульсів, лічильник, дешифратор, електронну обчислювальну машину (ЕОМ) та  $6\Delta\nu_m$  - введення опорної частоти ( $6\Delta\nu_{m\text{оп}}$ ) від передавального лазера (Лн+СПМ БРК), який **відрізняється** тим, що як електронну обчислювальну машину (ЕОМ) введено спеціалізовану ЕОМ та додатково введено радіолокаційний модуль, який складений з антени, приймально-передавальної апаратури і апаратури захисту від завад.

30

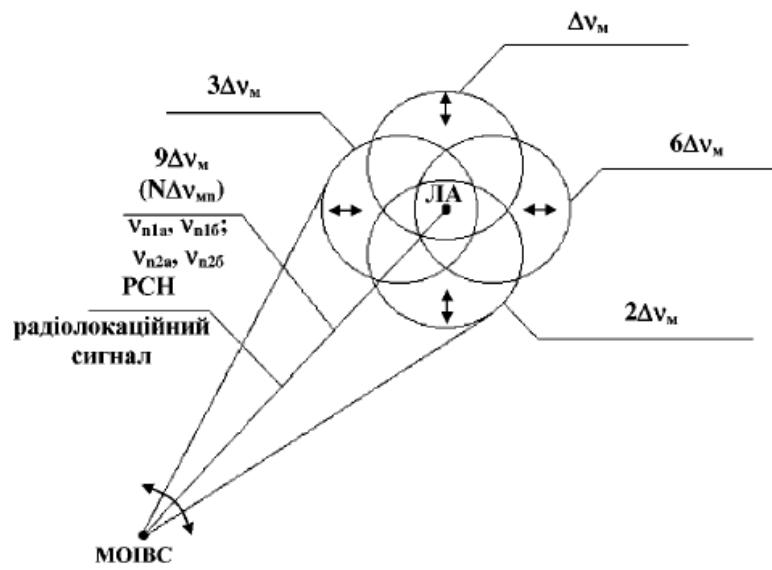
35



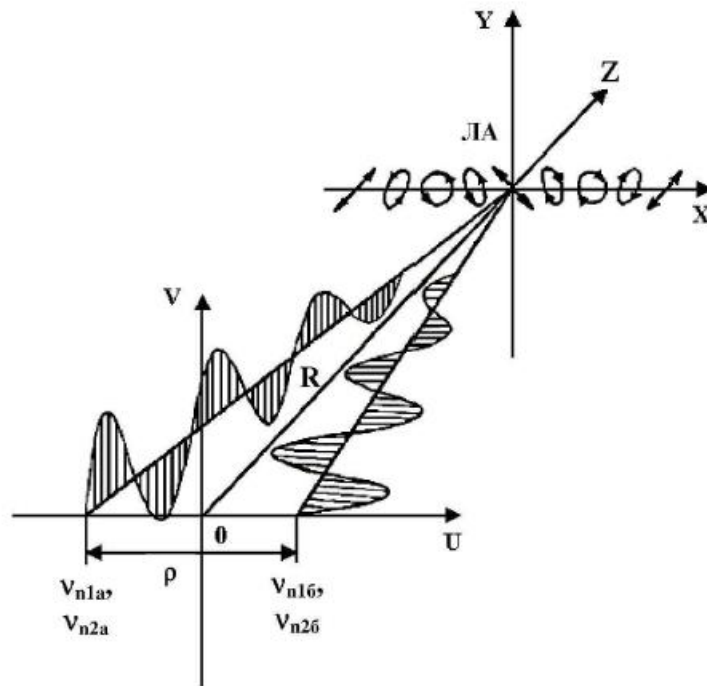
Фіг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4