



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **150146** (13) **U**
(51) МПК

G01S 11/04 (2006.01)

G01S 17/42 (2006.01)

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

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2021 04651**

(22) Дата подання заявки: **12.08.2021**

(24) Дата, з якої є чинними
права інтелектуальної
власності: **06.01.2022**

(46) Публікація відомостей
про державну
реєстрацію: **05.01.2022, Бюл.№ 1**

(72) Винахідник(и):

**Коломійцев Олексій Володимирович
(UA),**

Сачук Ігор Іванович (UA),

Альошин Геннадій Васильович (UA),

Артюх Олексій Анатолійович (UA),

Зверев Олексій Олексійович (UA),

Мороз Ольга Юріївна (UA),

Носик Андрій Михайлович (UA),

Черних Олена Петрівна (UA),

Хабоша Сергій Миколайович (UA),

Толстолузька Олена Геннадіївна (UA)

(73) Володілець (володільці):

Коломійцев Олексій Володимирович,

**вул. Астрономічна, 35-а, кв. 88, м. Харків,
61085 (UA)**

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

(57) Реферат:

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

UA 150146 U

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

Відомий "Канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з можливістю формування та обробки зображення ЛА для ЛВС" [1], який містить керуючий елемент (КЕ), блок керування дефлекторами (БКД), лазер з накачкою (Лн), модифікований селектор подовжніх мод (МСПМ), блок дефлекторів (БД), передавальну оптику (ПРДО), приймальну оптику (ПРМО), фотодетектор (ФТД), широкосмуговий підсилювач (ШП), блок формування зображення (БФЗ), резонансні підсилювачі (РП), настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувачі імпульсів (ФІ), схеми „і" ("I"), лічильники (Лч), змішувачі (ЗМ), фільтри (Ф), формувачі мірних імпульсів (ФМІ), дешифратор (ДТП), фазову автопідстройку частоти (ФАПЧ) на частоті міжмодових биттів, керуючий генератор (КГ), опорний генератор (ОГ) з частотою підставки Δv_n , електронно-цифрову обчислювальну машину (ЕЦОМ), блок відображення інформації (БВІ) та Δv_m - введення опорної частоти ($\Delta v_{m\text{оп}}$) від передавального лазера.

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

Найбільш близьким аналогом до запропонованої корисної моделі є "Канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з можливістю формування та обробки зображення ЛА для ЛВС полігонного випробувального комплексу" [2], який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, модифікований селектор подовжніх мод, блок дефлекторів, передавальну оптику, приймальну оптику, фотодетектор, широкосмуговий підсилювач, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувачі імпульсів, схеми „і", лічильники, змішувачі, фільтри, формувачі мірних імпульсів, дешифратор, фазову автопідстройку частоти на частоті міжмодових биттів, керуючий генератор, опорний генератор з частотою підставки Δv_n , електронну обчислювальну машину (ЕОМ), блок формування зображення та Δv_m - введення опорної частоти ($\Delta v_{m\text{оп}}$) від передавального лазера.

Недоліком каналу найближчого аналогу 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 формування і обробки їх зображення та кібернетичним захистом інформації, який дозволить здійснювати виявлення ЛА, його захват, стійке кутове автоматичне супроводження, високоточне вимірювання радіальної швидкості у широкому діапазоні дальностей, починаючи з початкового моменту його польоту, у будь-який час року і доби, за будь-якої погоди, збереження і захист інформації, яка оброблена під час проведення випробувань ЛА та, в разі необхідності, формувати і обробляти його зображення.

Поставлена задача вирішується тим, що канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з можливістю формування і обробки їх зображення та кібернетичним захистом інформації, який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, модифікований селектор подовжніх мод, блок дефлекторів, передавальну оптику, приймальну оптику, фотодетектор, широкосмуговий підсилювач, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, змішувачі, фільтри, фазову автопідстройку частоти на частоті міжмодових биттів, керуючий генератор, опорний генератор з частотою підставки Δv_n , формувач імпульсів, схему „і", формувач мірних імпульсів, лічильник, дешифратор, блок формування зображення, електронну обчислювальну машину (ЕОМ) та Δv_m - введення опорної частоти ($\Delta v_{m\text{оп}}$) від передавального лазера, згідно з корисною моделлю, як ЕОМ введено спеціалізовану ЕОМ та додатково введено радіолокаційний модуль, який складений з антени, приймально-передавальної апаратури і апаратури захисту від завад.

Побудова каналу вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з можливістю формування і обробки їх зображення та кібернетичним захистом 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, збереженні і захисті інформації, що оброблена під час проведення випробувань ЛА та, в разі необхідності, формуванні і обробці його зображення.

На фіг. 1 приведена узагальнена структурна схема запропонованого каналу, де: I - для визначення вимірювальної інформації; II - для визначення зображення ЛА, та III - для виявлення ЛА та його захвату на автоматичне супроводження.

На фіг. 2 приведено створення рівносигнального напрямку (РСН) та сканування 4-ма діаграмами спрямованості (ДС) лазерного випромінювання (ЛВ) у ортогональних площинах.

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

Запропонований канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з можливістю формування і обробки їх зображення та кібернетичним захистом інформації містить керуючий елемент 1, блок керування дефлекторами 2, лазер з накачкою 3, модифікований селектор подовжніх мод 4, блок дефлекторів 5, передавальну оптику 6, радіолокаційний модуль 7, який складений з антени, приймально-передавальної апаратури і апаратури захисту від завад, приймальну оптику 8, фотодетектор 9, широкопasmовий підсилювач 10, резонансні підсилювачі 11, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, змішувачі (ЗМ 1-12 і ЗМ 2-13), фільтри (Ф 1-14 і Ф 2-15), фазову автопідстройку частоти на частоті міжмодових биттів 16, керуючий генератор 17, опорний генератор 18 з частотою підставки Δv_n , формувач імпульсів 19, схему „і” 20, формувач мірних імпульсів 21, лічильник 22, дешифратор 23, спеціалізовану електронну обчислювальну машину 24, блок формування зображення 25 та Δv_m - введення опорної частоти ($\Delta v_{m\text{оп}}$) від передавального лазера.

Робота запропонованого каналу вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з можливістю формування і обробки їх зображення та кібернетичним захистом інформації 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 - 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)

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

30

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

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

35 За допомогою МСПМ та БФЗ створюється лазерний сигнал з просторовою модуляцією поляризації шляхом розведення ЛВ (несучої частоти) на два променя з поворотом площини поляризації на кут 90° в одному з них (фіг. 3).

При цьому, випромінювання апертури першого і другого каналів в апертурній площині UOY рознесені на відстані ρ . Різниця ходу пучків до картинної площині ЛА XOY змінюється вдовж осі X від точки до точки. Обумовлена цім різниця фаз між поляризованими компонентами, що ортогональні, поля у картинній площині також змінюється від точки до точки.

В залежності 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 ρ та відстанню до картинної площині R .

45 Розподіл інтенсивності в реєстрованому зображенні ЛА промодульовано за гармонійним законом з коефіцієнтом модуляції, дорівнює значенню ступеня поляризації випромінювання, що відбито, у даній ділянці поверхні ЛА.

50 Сигнал частот міжмодових биттів $\Delta v_m, 2\Delta v_m, 3\Delta v_m$ та $6\Delta v_m$ надходить на БД, що складається з 4-х п'єзоелектричних дефлекторів. Парціальні ДС ЛВ попарно зустрічно сканують БД у кожній з двох ортогональних площин (фіг. 1, 2). Період сканування задається БКД, який разом з Лн живляться від КЕ.

55 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 α і β (X і Y). При цьому, лазерний сигнал з просторовою модуляцією поляризації (v_{n1} та v_{n2}) - проходить вдовж РСН (фіг. 2).

60 Прийняті ПРМО від ЛА, відбиті у процесі сканування чотирьох ДС, лазерні імпульсні сигнали і огинаючи сигнали ДС ЛВ, за допомогою ФТД перетворюються у електричні імпульсні сигнали на різницевиих частотах міжмодових биттів.

Підсилені ШП вони розподіляються:

- у БФЗ для обробки відбитого лазерного сигналу з просторовою модуляцією поляризації, що зондує, від поверхні ЛА;

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

При цьому, імпульсні сигнали радіочастоти, що надходять з РП 1 (РП Δv_m від) формують сигнал для визначення радіальної швидкості ЛА, а РП 2 (РП $2\Delta v_m$ від), РП 3 (РП $3\Delta v_m$ від) і РП 4 (РП $6\Delta v_m$ від) - формують сигнали для інших вимірювальних каналів МОВС (фіг. 1).

10 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.

15 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, яка відображається у СЕОМ. Тому, у БФЗ здійснюється поляризаційна обробка поля, що приймається.

20 На ЗМ1 подається відбитий сигнал з частотою Δv_m від, який змішується через зворотній зв'язок зі сумішшю частот Δv_m від + v_m п, від КГ та фільтрується (Ф1). У ФАПЧ на частоті міжмодових биттів цей сигнал змішується з частотою v_p від ОГ. Отриманий сигнал з частотою Δv_p з виходу А керуючого генератора подається на вхід ЗМ), де змішується з опорною частотою $\Delta v_{m оп}$.

25 Сигнал різницевої частоти Δv_m від - $(\Delta v_m - \Delta v_m п)$, який отриманий з виходу Ф2, через Фі надходить на схему "І". На Лч проходить пачка імпульсів, що обумовлена мірним інтервалом від ФМІ. Виділена ДТП кількість рахункових імпульсів пропорційна частоті v_m допл, перетворюється у СЕОМ у цифро-аналоговий сигнал, що у цифровому вигляді відображає радіальну швидкість ЛА на цифровому табло.

30 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 доти, доки не перейде на автоматичне супроводження сумарною ДС ЛВ. Інформація від РЛМ надходить на СЕОМ.

Відображення та обробка вимірювальної інформації про радіальну швидкість відбувається у СЕОМ.

35 Для збереження інформації, яка оброблена під час проведення випробувань ЛА, у пам'яті СЕОМ 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, яка надходить на СЕОМ здійснюється за рахунок використання технології синтезу часу параметризованих паралельних програм.

40 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).

Формування ДС ЛВ і створення РСН 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.

45 **ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ:**

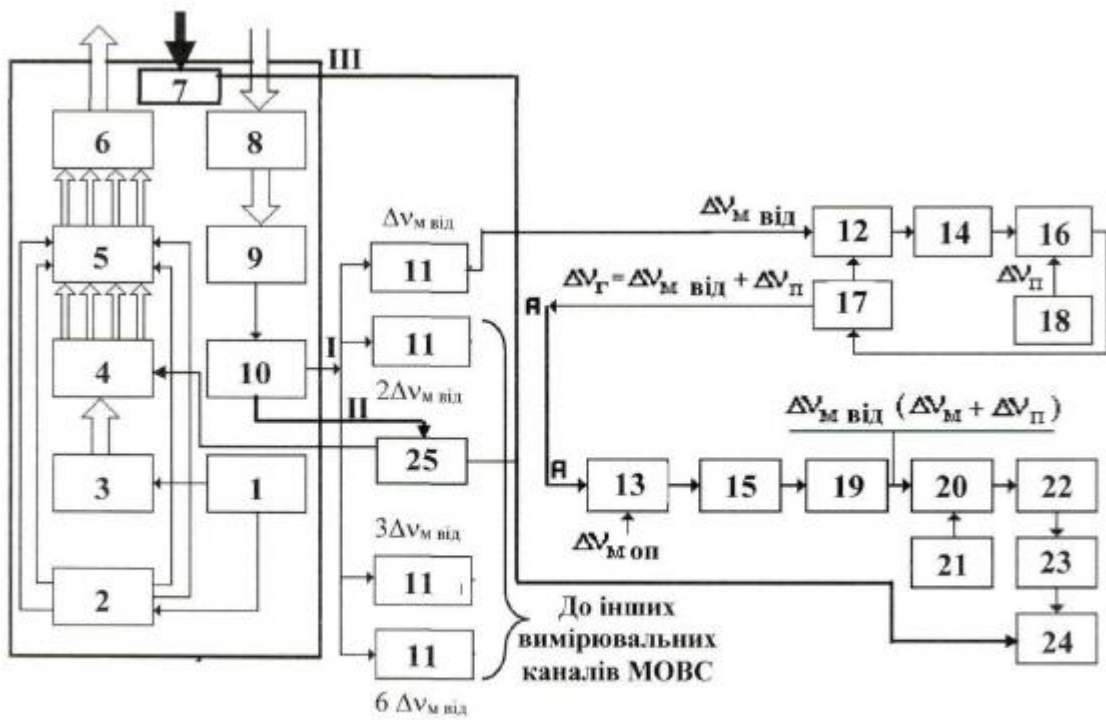
1. Патент на корисну модель №52160, Україна, МПК G01S 17/42, G01S 17/66. Канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з можливістю формування та обробки зображення ЛА для ЛВС /О.В. Коломійцев, Г.В. Альошин, Д.Г. Васильєв та ін. - №u201003668; заяв. 30.03.2010; опубл. 10.08.2010; Бюл. № 15. - 10 с

50 2. Патент на корисну модель №75327, Україна, МПК G0S 17/42, G01S 17/66. Канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з можливістю формування та обробки зображення ЛА для ЛВС полігонного випробувального комплексу /О.В. Коломійцев, Г.В. Альошин, Д.Г. Васильєв та ін. - № U201206394; заяв. 28.05.2012; опубл. 26.11.2012; Бюл. № 22. - 5 с

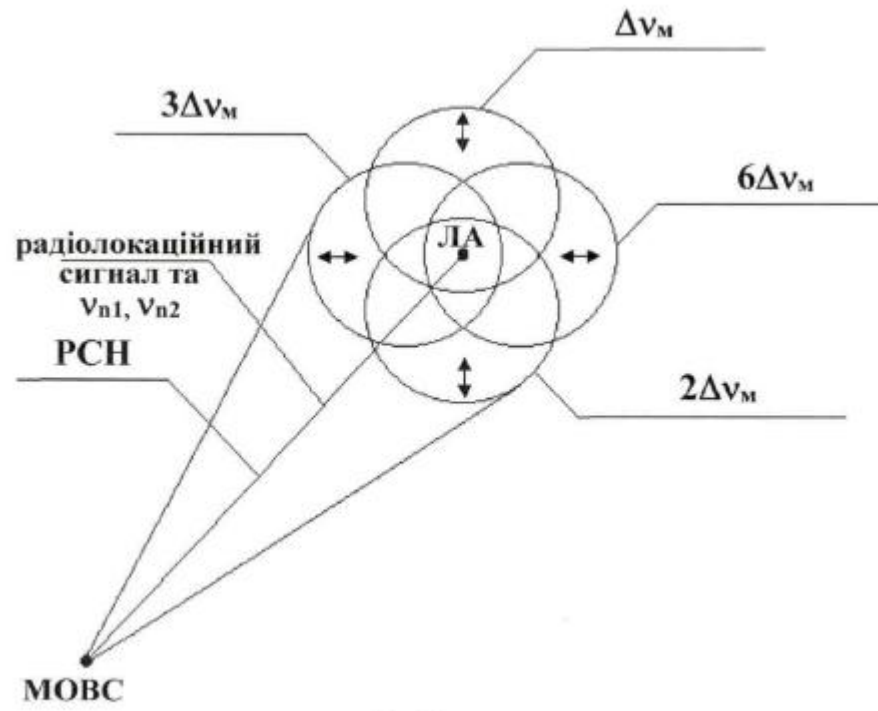
55 3. Патент на корисну модель №55645, Україна, МПК G01S 17/42, G01S 17/66. Частотно-часовий метод пошуку, розпізнавання та вимірювання параметрів руху літального апарату /О.В. Коломійцев - № u201005225; заяв. 29.04.2010; опубл. 27.12.2010; Бюл. № 24. - 14 с.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

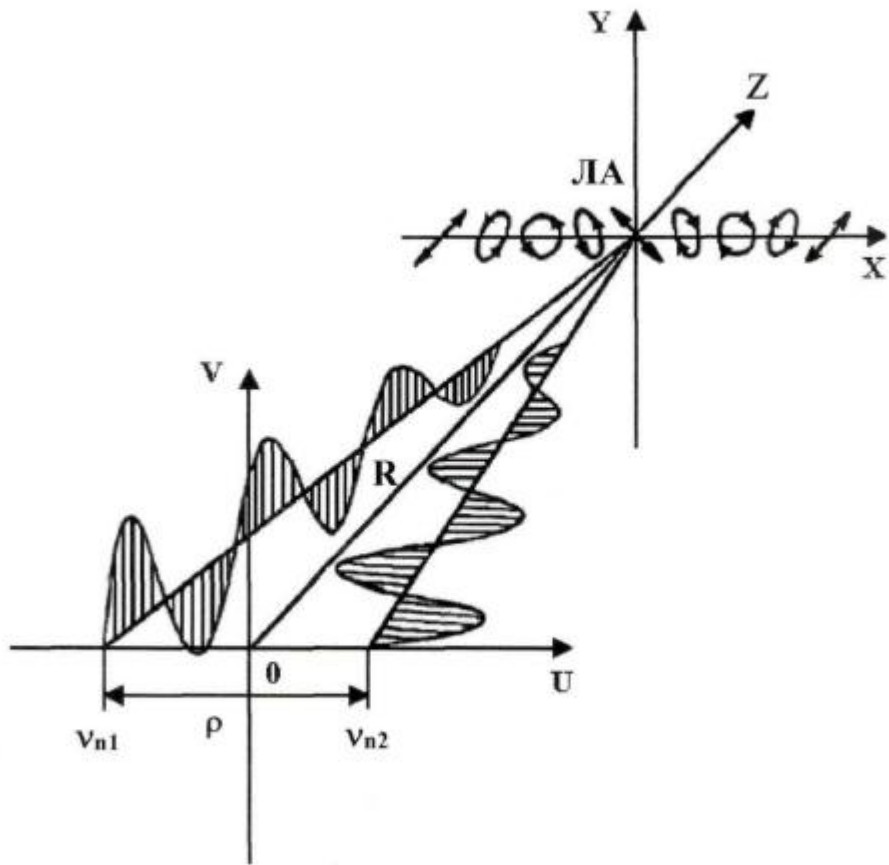
5 Канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з можливістю формування і
 10 обробки їх зображення та кібернетичним захистом інформації, який містить керуючий елемент,
 блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, модифікований селектор подовжніх мод, блок
 дефлекторів, передавальну оптику,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



Фиг. 1



Фіг. 2



Фиг. 3