



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **155251** (13) **U**
(51) МПК
G01S 17/42 (2006.01)
G01S 17/66 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2023 04287**
(22) Дата подання заявки: **11.09.2023**
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: **01.02.2024**
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: **31.01.2024, Бюл.№ 5**

(72) Винахідник(и):
Коломійцев Олексій Володимирович (UA),
Васюта Костянтин Станіславович (UA),
Місюра Олег Миколайович (UA),
Бойко Віктор Миколайович (UA),
Долина Михайло Петрович (UA),
Калачова Вероніка Валеріївна (UA),
Коцюба Василь Петрович (UA),
Лаптев Іван Володимирович (UA),
Луценко Олексій Миколайович (UA),
Малюга Володимир Геннадійович (UA),
Малюга Андрій Володимирович (UA),
Панасенко Сергій Вікторович (UA),
Піскун Сергій Володимирович (UA),
Помогайбо Володимир Віталійович (UA),
Саїдова Оксана Сергіївна (UA)
(73) Володілець (володільці):
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ІМЕНІ
ІВАНА КОЖЕДУБА,
вул. Сумська, 77/79, м. Харків, 61023 (UA)

(54) КАНАЛ ВИМІРЮВАННЯ РАДІАЛЬНОЇ ШВИДКОСТІ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ З КІБЕРНЕТИЧНИМ ЗАХИСТОМ ІНФОРМАЦІЇ ТА РАДІОКАНАЛОМ ДЛЯ МОБІЛЬНОЇ ОДНОПУНКТНОЇ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

(57) Реферат:

Канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з кібернетичним захистом інформації та радіоканалом для мобільної однопунктної вимірювальної системи містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, модифікований селектор подовжніх мод, блок дефлекторів, передавальну оптику, радіолокаційний модуль, який складений з антени, приймально-передавальної апаратури і апаратури захисту від завад, 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, спеціалізовану електронну обчислювальну машину, блок з розширеними можливостями із введенням б, гіростабілізовану платформу та Δv_m -введення опорної частоти ($\Delta v_{m\text{оп}}$) від передавального лазера, б-введення сигналу від каналу вимірювання кутових швидкостей літального апарата. Додатково введено апаратуру обміну даними.

UA 155251 U

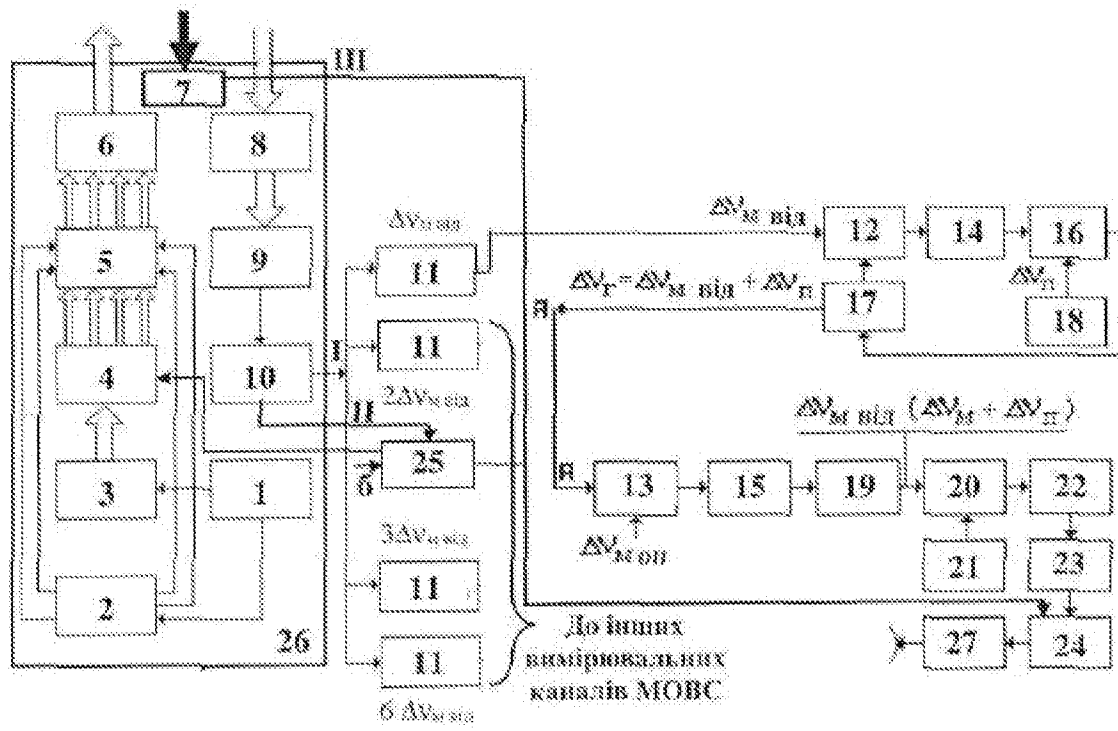


Fig. 1

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

Відомий "Канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з розширеними можливостями та кібернетичним захистом інформації" [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), радіолокаційний модуль (РЛМ), який складений з антени, приймально-передавальної апаратури і апаратури захисту від завад, приймальну оптику (ПРМО), фотодетектор (ФТД), широкопasmовий підсилювач (ШП), резонансні підсилювачі (РП), настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувачі імпульсів (ФІ), схеми "І" ("І"), лічильники (ЛЧ), змішувачі (ЗМ), фільтри (Ф), формувачі мірних імпульсів (ФМІ), дешифратор (ДШ), фазову автопідстройку частоти (ФАПЧ) на частоті міжмодових биттів, керуючий генератор (КГ), опорний генератор (ОГ) з частотою підставки $\Delta\nu_n$, спеціалізовану електронну обчислювальну машину (СЕОМ), блок з розширеними можливостями (БРМ) із введенням β та $\Delta\nu_m$ -введення опорної частоти ($\Delta\nu_{m\text{оп}}$) від передавального лазера, β -введення сигналу від каналу вимірювання кутових швидкостей літального апарата (ЛА).

Недоліком відомого каналу є те, що він не забезпечує дотримання просторової стабілізації платформи, на якій розміщується суміщена приймально-передавальна апаратура та виконавчі механізми (ВМ) по кутах азимута α і місця β .

Найбільш близьким аналогом до корисної моделі є "Канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з розширеними можливостями, гідростабілізацією та кібернетичним захистом інформації для мобільної однопунктної вимірювальної системи" [2], який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, модифікований селектор подовжніх мод, блок дефлекторів, передавальну оптику, радіолокаційний модуль, який складений з антени, приймально-передавальної апаратури і апаратури захисту від завад, приймальну оптику, фотодетектор, широкопasmовий 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 $\Delta\nu_n$, спеціалізовану електронну обчислювальну машину, блок з розширеними можливостями із введенням β , гіростабілізовану платформу (ГСП) та $\Delta\nu_m$ -введення опорної частоти ($\Delta\nu_{m\text{оп}}$) від передавального лазера, β -введення сигналу від каналу вимірювання кутових швидкостей ЛА.

Недоліком каналу найближчого аналога є те, що він не здійснює обмін інформацією за радіоканалом з центральним командним пунктом (ЦКП).

В основу корисної моделі поставлена задача створити канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з кібернетичним захистом інформації та радіоканалом для мобільної однопунктної вимірювальної системи, який дозволить здійснювати виявлення ЛА, його захват, високоточне вимірювання радіальної швидкості у широкому діапазоні дальностей, починаючи з початкового моменту його польоту, у будь-який час року, доби і за будь-якої погоди, у будь-якій точці і за будь-яким рельєфом місцевості полігону, дотримання просторової стабілізації платформи, на якій розміщуються суміщена приймально-передавальна апаратура і ВМ по кутах азимута α і місця β , збереження і захист інформації, яка оброблена під час проведення випробувань ЛА, обмін інформацією (даними) зі споживачами, які знаходяться на ЦКП та розширення набору поляризаційних ознак розпізнавання ЛА, що отримуються, та скорочення часу на його розпізнавання.

Поставлена задача вирішується тим, що у канал найближчого аналога, який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, модифікований селектор подовжніх мод, блок дефлекторів, передавальну оптику, радіолокаційний модуль, який складений з антени, приймально-передавальної апаратури і апаратури захисту від завад, приймальну оптику, фотодетектор, широкопasmовий 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 $\Delta\nu_n$, спеціалізовану електронну обчислювальну машину, блок з розширеними можливостями із введенням β , гіростабілізовану платформу та $\Delta\nu_m$ -введення опорної частоти ($\Delta\nu_{m\text{оп}}$) від передавального лазера, β -введення сигналу від каналу вимірювання кутових швидкостей ЛА, додатково введено апаратуру обміну даними (АОД).

Побудова каналу вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з кібернетичним захистом інформації та радіоканалом для мобільної однопунктної вимірювальної системи

пов'язана з використанням одномодового багаточастотного з синхронізацією подовжніх мод випромінювання єдиного лазера-передавача, частотно-часового методу вимірювання [3], РЛМ, СЕОМ та АОД.

Технічний результат, який може бути отриманий при здійсненні корисної моделі, полягає у виявленні ЛА, його захваті, високоточному вимірюванні радіальної швидкості у широкому діапазоні дальностей, у будь-який час року, доби і за будь-якої погоди, у будь-якій точці і за будь-яким рельєфом місцевості полігону, збереженні і захисті інформації, що оброблена під час проведення випробувань ЛА, обміну інформацією зі споживачами та, за необхідності, його детальному розпізнаванні.

На фіг. 1 приведена узагальнена структурна схема запропонованого каналу, де: б-введення сигналу від каналу вимірювання кутових швидкостей літального апарата; I - вимірювальний сигнал; II - сигнал з просторовою модуляцією поляризації, III - радіолокаційний сигнал.

На фіг. 2 приведено створення рівносигнального напрямку (РСН) та сканування 4-м 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 кібернетичним захистом інформації та радіоканалом для мобільної однопунктної вимірювальної системи 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 з розширеними можливостями 25 із введенням б, гіростабілізовану платформу 26, апаратуру обміну даними 27 та Δv_m -введення опорної частоти ($\Delta v_{m\text{оп}}$) від передавального лазера, б-введення сигналу від каналу вимірювання кутових швидкостей ЛА.

Робота запропонованого каналу вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з кібернетичним захистом інформації та радіоканалом для мобільної однопунктної вимірювальної системи полягає у наступному.

Із синхронізованого одномодового багаточастотного спектра випромінювання лазера-передавача (Лн) за допомогою МСПМ виділяються необхідні пари частот і окремі частоти для створення:

- лазерного сигналу з просторовою модуляцією поляризації, за умови використання сигналу з подовжніх мод (несучих частот v_n);

- РСН на основі формування сумарної ДС ЛВ, завдяки 4-м парціальним ДС ЛВ, що частково перетинаються, за умови використання комбінацій подовжніх мод ("підфарбованих" різницеви частотами міжмодових биттів) $\Delta v_{54}=v_5-v_4=\Delta v_m$, $\Delta v_{97}=v_9-v_7=2\Delta v_m$, $\Delta v_{63}=v_6-v_3=3\Delta v_m$, $\Delta v_{82}=v_8-v_2=6\Delta v_m$.

За допомогою МСПМ та блока з розширеними можливостями формується лазерний сигнал з просторовою модуляцією поляризації шляхом створення ЛВ з двох несучих частот (v_{n1} та v_{n2}) у вигляді двох променів з вертикальною (v_{n1}) та горизонтальною (v_{n2}) поляризацією (фіг. 3).

При цьому, випромінювання апертури першого і другого поляризаційних каналів в апертурній площині VOU рознесені на відомій відстані Δv_q . Різність ходу пучків до картинної площині ЛА XOY змінюється вдовж осі X від точки до точки. Обумовлена цим різність фаз (амплітуд) між поляризованими компонентами, що ортогональні, поля у картинній площині також змінюється від точки до точки.

Залежно від різності фаз (амплітуд) 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 Δv_q та відстанню до картинної площині R. Розподіл інтенсивності в реєстрованому зображенні ЛА промодульовано по гармонійному закону з коефіцієнтом модуляції, дорівнює значенню ступеня поляризації випромінювання, що відбито у даній ділянці поверхні ЛА.

Сигнал частот міжмодових биттів Δv_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.

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).

5 При цьому, лазерний сигнал з просторовою модуляцією поляризації (на несучих частотах v_{n1} та v_{n2}) проходить вдовж РСН (фіг. 2).

Прийняті ПРМО від ЛА інформаційні та лазерні імпульсні сигнали і огинаючі сигнали ДС ЛВ, відбиті у процесі сканування чотирьох ДС ЛВ, за допомогою ФТД перетворюються у електричні імпульсні сигнали на несучій частоті і різницевих частотах міжмодових биттів.

10 Підсилені ШП вони розподіляються:

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

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

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 за зміною контрасту модуляційної структури зображення несе також інформацію про типи матеріалів у складі поверхні ЛА, їх характеристики і тощо, яка відображається у СЕОМ. Тому, у БРМ здійснюється поляризаційна обробка поля, що приймається.

Так як канал, що пропонується, використовується у структурі МОВС, імпульсні сигнали радіочастоти, що надходять з РП Δv_m від, формують сигнал радіальної швидкості, а РП $2\Delta v_m$ від, РП $3\Delta v_m$ від та РП $6\Delta v_m$ від - формують сигнали для інших вимірювальних каналів (фіг. 1).

25 Принцип вимірювання радіальної швидкості ЛА полягає у наступному (фіг. 1).

На ЗМ1 від РП $6\Delta v_m$ від подається сигнал з частотою $6\Delta v_m$ від, який змішується через зворотній зв'язок зі сумішшю частот $6\Delta v_m$ від + Δv_m п від КГ та фільтрується. У ФАПЧ на частоті міжмодових биттів цей сигнал змішується з частотою v_n від ОГ.

30 Отриманий сигнал з частотою Δv_l з виходу А керуючого генератора подається на вхід ЗМ2, де змішується з опорною частотою $6\Delta v_m$. Сигнал різницевої частоти $6\Delta v_m$ від - ($\Delta v_m - v_m$ п), отриманий з виходу Ф2, через Ф1 надходить на схему "І".

35 На Лч проходить пачка імпульсів, що обумовлена мірним інтервалом від ФМІ. Виділена ДШ кількість рахункових імпульсів, пропорційна частоті v_m доп, перетворюється у СЕОМ у цифроаналоговий сигнал, який у цифровому вигляді відображає радіальну швидкість ЛА.

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

40 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.

45 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).

50 Вимірювальна інформація про кутові швидкості ЛА використовується у БРМ, де завдяки додатковій обробці елементів поляризаційної матриці розсіяння ЛА від отриманого поляризаційного поля (суми сигналів різної поляризації) забезпечується точне значення кутових швидкостей ЛА, розширюється набір ознак його розпізнавання, підвищується ефективність та скорочується час на розпізнавання ЛА, що супроводжується.

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

55 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 сумарно ДС ЛВ. Інформація від РЛМ надходить на СЕОМ.

Гіростабілізована платформа забезпечує дотримання просторової стабілізації платформи каналу, на якій розміщена суміщена приймально-передавальна апаратура та ВМ по кутах

азимута α і місця β , що дозволяє застосовувати МОВС на випробувальному полігоні у будь-якій точці та за будь-яким рельєфом місцевості.

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

ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ:

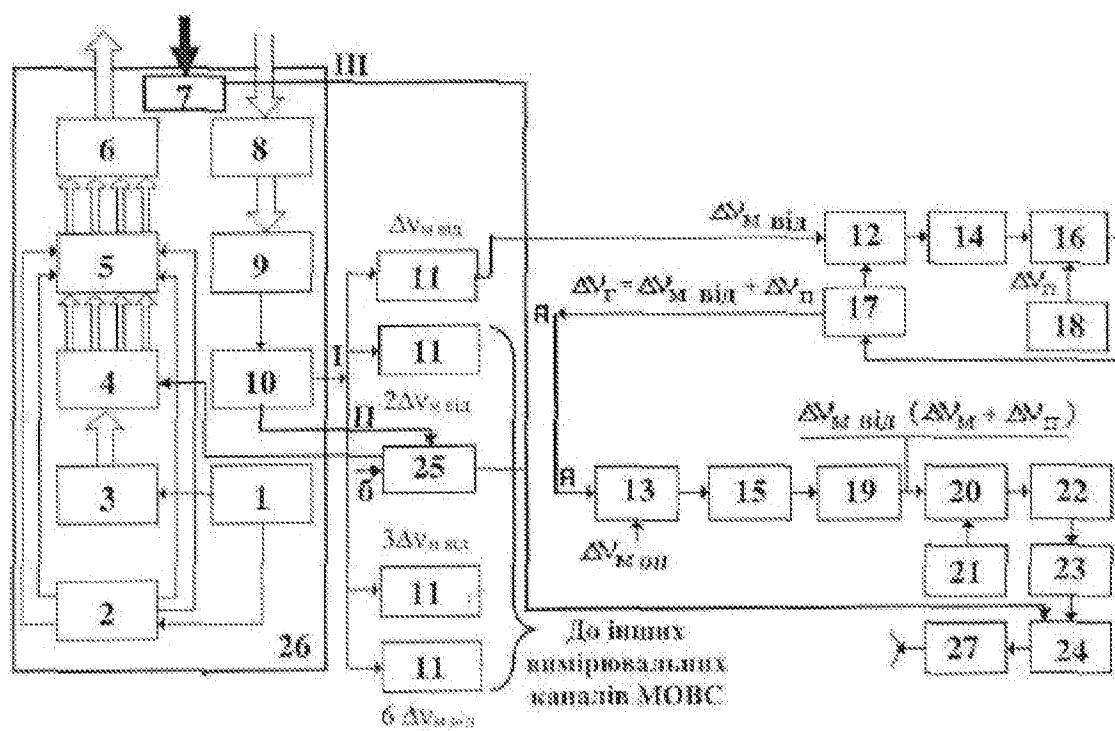
1. Патент на корисну модель № 149838, Україна, МПК G01S 17/42, G01S 17/66. Канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з розширеними можливостями та кібернетичним захистом інформації /О.В. Коломійцев, М.В. Бартош, О.А. Усачова та ін. - № u202103903; заяв. 05.07.2021; опубл. 09.12.2021; Бюл. № 49. - 5 с.

2. Патент на корисну модель № 152800, Україна, МПК G01S 17/42, G01S 17/66. Канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з розширеними можливостями, гіростабілізацією та кібернетичним захистом інформації для мобільної однопунктної вимірювальної системи /О.В. Коломійцев, К.С. Васюта, В.О. Комаров та ін. - № u202203471; заяв. 19.09.2022; опубл. 13.04.2023; Бюл. № 15. - 5 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 апарата /О.В. Коломійцев - № u201005225; заяв. 29.04.2010; опубл. 27.12.2010; Бюл. № 24. - 14 с.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з кібернетичним захистом інформації та радіоканалом для мобільної однопунктної вимірювальної системи, який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, модифікований селектор подовжніх мод, блок дефлекторів, передавальну оптику, радіолокаційний модуль, який складений з антени, приймально-передавальної апаратури і апаратури захисту від завад, 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 $\Delta\nu_n$, формувач імпульсів, схему "І", формувач мірних імпульсів, лічильник, дешифратор, спеціалізовану електронну обчислювальну машину, блок з розширеними можливостями із введенням б, гіростабілізовану платформу та $\Delta\nu_m$ -введення опорної частоти ($\Delta\nu_{m\text{ оп}}$) від передавального лазера, б-введення сигналу від каналу вимірювання кутових швидкостей літального апарата, який **відрізняється** тим, що додатково введено апаратуру обміну даними.



Dir. 1

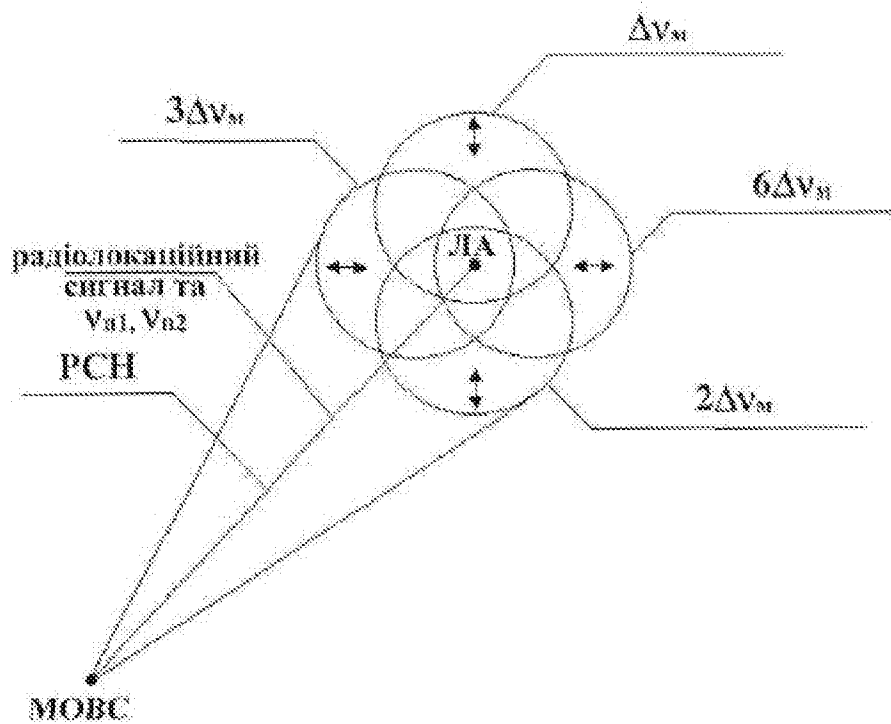


Fig. 2

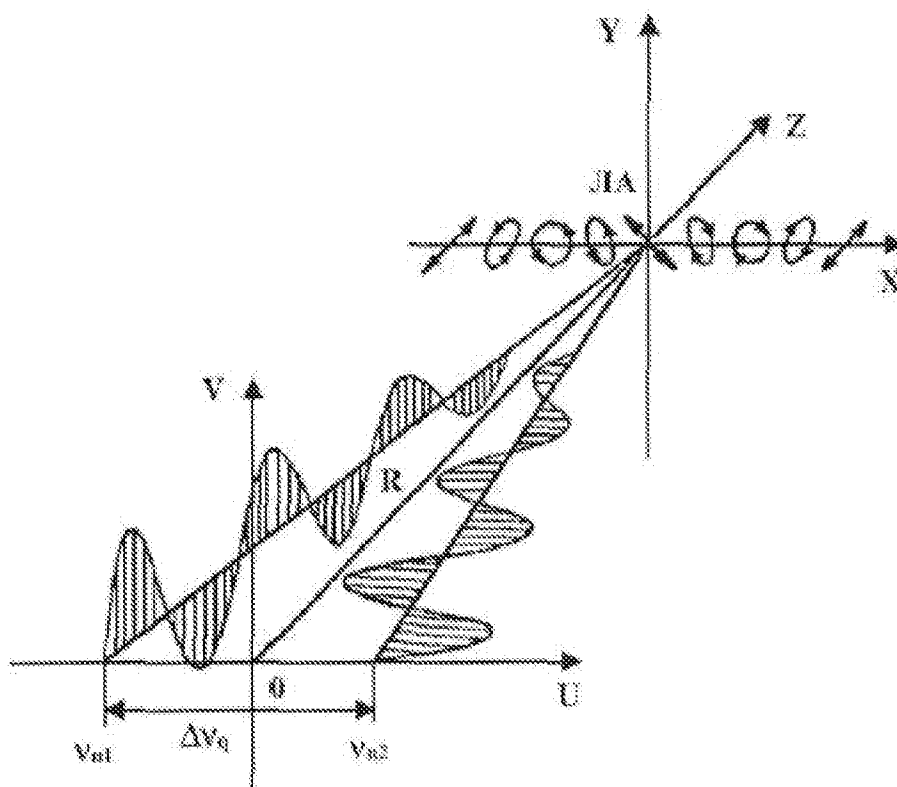


Fig. 3