



УКРАЇНА

(19) UA
(51) МПК

(11) 155376

(13) U

G01S 11/04 (2006.01)

G01S 17/42 (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 04289**
(22) Дата подання заявки: **11.09.2023**
(24) Дата, з якої є чинними
права інтелектуальної
власності: **22.02.2024**
(46) Публікація відомостей
про державну
реєстрацію: **21.02.2024, Бюл.№ 8**

(72) Винахідник(и):
Коломійцев Олексій Володимирович
(UA),
Васюта Костянтин Станіславович (UA),
Третяк В'ячеслав Федорович (UA),
Воронін Андрій Володимирович (UA),
Служенко Віталій Олександрович (UA),
Глушко Анатолій Петрович (UA),
Долина Михайло Петрович (UA),
Єлін Віталій Михайлович (UA),
Іванов Олег Віталійович (UA),
Литвин Андрій Володимирович (UA),
Малюга Володимир Геннадійович (UA),
Матюх Юрій Володимирович (UA),
Панасенко Сергій Вікторович (UA),
Підлісний Ігор Павлович (UA),
Чечуй Олександр Вікторович (UA)

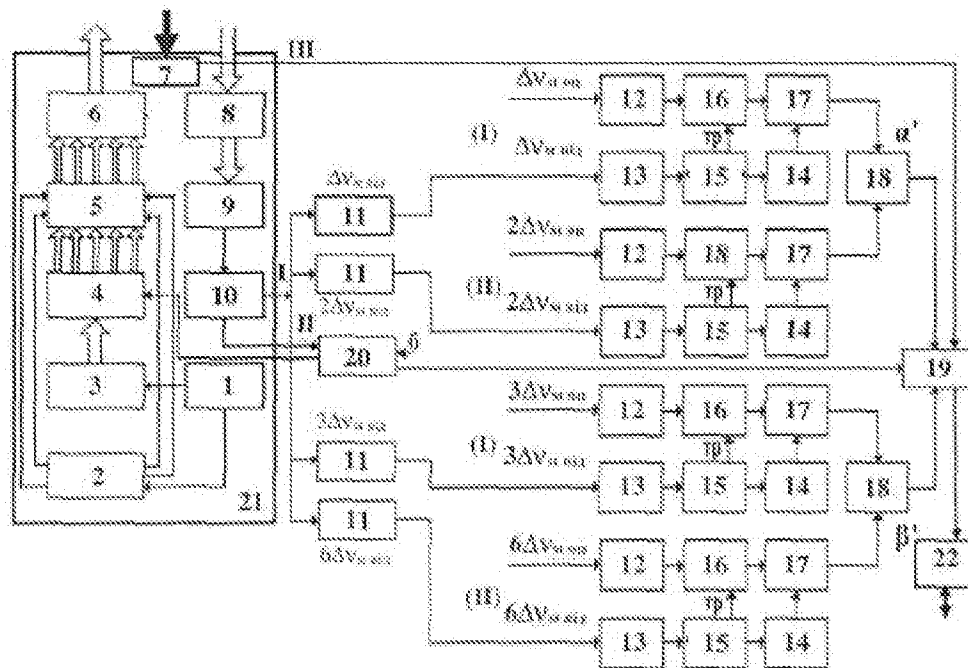
(73) Володілець (володільці):
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ІМЕНІ
ІВАНА КОЖЕДУБА,
вул. Сумська, 77/79, м. Харків, 61023 (UA)

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

(57) Реферат:

Канал вимірювання кутових швидкостей 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, широкопasmовий підсилювач, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувачі імпульсів, тригери, реверсивні лічильники, схеми "і", схеми порівняння, спеціалізовану електронну обчислювальну машину, блок з розширеними можливостями із введенням б, гіростабілізовану платформу та $\Delta v_{м оп}$ введення опорних сигналів з частотами міжмодових биттів ($\Delta v_{м оп}$, $2\Delta v_{м оп}$, $3\Delta v_{м оп}$, $6\Delta v_{м оп}$) від передавального лазера, б-введення сигналу від каналу вимірювання кутових швидкостей літального апарата. Додатково введено апаратуру обміну даними.

UA 155376 U



Фиг. 1

Запропонована 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 розширеними можливостями та кібернетичним захистом інформації" [1], який містить керуючий елемент (КЕ), блок керування дефлекторами (БКД), лазер з накачкою (Лн), модифікований селектор подовжніх мод (МСНМ), 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), блок з розширеними можливостями (БРМ) із введенням б, резонансні підсилювачі (РП), настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувачі імпульсів (ФІ), тригери "1"/"0" (Тр), схеми "і" ("І"), резонансні лічильники (РЛч), схеми порівняння (СП), спеціалізовану електронну обчислювальну машину (СЕОМ) та $\Delta v_{\text{м оп}}$ -введення опорних сигналів з частотами міжмодових биттів ($\Delta v_{\text{м оп}}$, $2\Delta v_{\text{м оп}}$, $3\Delta v_{\text{м оп}}$, $6\Delta v_{\text{м оп}}$) від передавального лазера, б-введення сигналу від каналу вимірювання кутових швидкостей літального апарата (ЛА).

Недоліками 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 запропонованої корисної моделі є канал вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів з розширеними можливостями, гіростабілізацією та кібернетичним захистом інформації для мобільної однопунктної вимірювальної системи (МОВС)[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, блок з розширеними можливостями із введенням б, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувачі імпульсів, тригери, схеми "і", реверсивні лічильники, схеми порівняння, спеціалізовану електронну обчислювальну машину, гіростабілізовану платформу (ГСП) та $\Delta v_{\text{м оп}}$ -введення опорних сигналів з частотами міжмодових биттів ($\Delta v_{\text{м оп}}$, $2\Delta v_{\text{м оп}}$, $3\Delta v_{\text{м оп}}$, $6\Delta v_{\text{м оп}}$) від передавального лазера, б-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 поставлено задачу створити канал вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів з кібернетичним захистом інформації та радіоканалом для мобільної однопунктної вимірювальної системи, який дозволить здійснювати виявлення ЛА, його захват, високоточне вимірювання кутових швидкостей 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 за рахунок того, 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, тригери, схеми "і", реверсивні лічильники, схеми порівняння, спеціалізовану електронну обчислювальну машину, блок з розширеними можливостями із введенням б, гіростабілізовану платформу та $\Delta v_{\text{м оп}}$ -введення опорних сигналів з частотами міжмодових биттів ($\Delta v_{\text{м оп}}$, $2\Delta v_{\text{м оп}}$, $3\Delta v_{\text{м оп}}$, $6\Delta v_{\text{м оп}}$) від передавального лазера, б-введення сигналу від каналу вимірювання кутових швидкостей ЛА, згідно з корисною моделлю додатково містить апаратуру обміну даними (АОД),

Побудова каналу вимірювання кутових швидкостей 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 кутових швидкостей 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 необхідністю, його

детальному розпізнаванні.
На фіг. 1 приведена узагальнена структурна схема запропонованого каналу, де: $\Delta v_{m\text{ оп}}$, $2\Delta v_{m\text{ оп}}$, $3\Delta v_{m\text{ оп}}$, $6\Delta v_{m\text{ оп}}$ -введення опорних сигналів з частотами міжмодових биттів від лазера-передавача; б-введення сигналу вимірювальної інформації про кутові швидкості ЛА; I - для визначення вимірювальної інформації; II - для визначення деталізованого зображення ЛА; III - для виявлення ЛА та його захвату на автоматичне супроводження.

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.

На фіг. 4 приведені епюри напрямку з виходів блоків запропонованого каналу. Запропонований канал вимірювання кутових швидкостей 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 поміх, приймальну оптику 8, фотодетектор 9, широкосмуговий підсилювач 10, резонансні підсилювачі 11, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувачі імпульсів (ФІ 1-12, ФІ 2-13, ФІ 3-14), тригери 15, реверсивні лічильники 16, схеми, "і" 17, схеми порівняння 18, спеціалізовану електронну обчислювальну машину 19, блок з розширеними можливостями 20 із введенням б, гіростабілізовану платформу 21, апаратуру обміну даними 22 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, б-введення сигналу від каналу вимірювання кутових швидкостей ЛА.

Робота запропонованого каналу вимірювання кутових швидкостей 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 виділяють необхідні пари частот і окремі частоти для створення:

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

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

$$\Delta v_{54} = \nu_5 - \nu_4 = \Delta v_m, \Delta v_{97} = \nu_9 - \nu_7 = 2\Delta v_m, \Delta v_{63} = \nu_6 - \nu_3 = 3\Delta v_m, \Delta v_{82} = \nu_8 - \nu_2 = 6\Delta v_m.$$

За допомогою МСПМ та БРМ формують лазерний сигнал з просторовою модуляцією поляризації шляхом створення ЛВ з двох несучих частот (ν_{n1} та ν_{n2}) у вигляді двох променів з вертикальною (ν_{n1}) та горизонтальною (ν_{n2}) поляризаціями (фіг. 3).

При цьому, випромінювання апертури першого і другого поляризаційних каналів в апертурній площині V_0U рознесені на відомій відстані $\Delta \nu_q$. Різність ходу пучків до картинної площині ЛА XOY змінюють вдовж осі X від точки до точки. Обумовлена цим різність фаз (амплітуд) між поляризованими компонентами, що ортогональні, поля у картинній площині також змінюють 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 визначають базою між випромінювачами $\Delta \nu_q$ та відстанню до картинної площині R . Розподіл інтенсивності в реєстрованому зображенні ЛА промодульовано за гармонійним законом з коефіцієнтом модуляції, дорівнює значенню ступеня поляризації випромінювання, що відбито, в даній ділянці поверхні ЛА.

Сигнал частот міжмодових биттів Δv_m , $2\Delta v_m$, $3\Delta v_m$, $6\Delta v_m$, надходить на БД, що складають з 4-х п'єзоелектричних дефлекторів. Парціальні ДС ЛВ попарно зустрічно сканують БД у кожній з двох ортогональних площин (фіг. 1, 2). Період сканування задають БКД, який разом з Лн живлять 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 $v_8, v_2 = 6\Delta v_m$, фокусують у скановані точки простору, оскільки здійснюють зустрічне сканування двома нарами ДС ЛВ у кожній з двох ортогональних площин α і β (X і Y).

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 перетворюють у електричні імпульсні сигнали на несучій частоті і різницевих частотах міжмодових биттів.

Підсилені ШП вони розподіляють:

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

- по РН, 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.

При відбитті лазерного сигналу з просторовою модуляцією поляризації, що зондує, від поверхні ЛА змінюють 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, що відображають і запам'ятовують у СЕОМ. Тому, у БРМ також здійснюють поляризаційну обробку поля, що приймається.

Імпульсні сигнали радіочастоти, що надходять з РП Δv_m від та РП $2\Delta v_m$ від, формують сигнал прискорення α' , а РП $3\Delta v_m$ від та РП $6\Delta v_m$ від - прискорення β' .

Формування сигналу прискорення α' полягає у наступному.

Виділені імпульси ФІ 1 першої лінії (I) від опорної частоти Δv_m оп надходять на РЛч 1 (фіг. 3). У цей же час відбитий від ЛА оптичний сигнал частоти міжмодових биттів, який перетворюють ФТД у радіочастоту міжмодових биттів Δv_m від, змінюють по закону руху ДС ЛВ, перетворюють 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 схему порівняння. Другий імпульс від Тр надходить на реверсивний вхід того ж РЛч, який здійснює зворотний рахунок імпульсів, що надходять через нього. Третій і т.д, імпульси надходять на Тр та роблять аналогічні дії першому.

Другий імпульс не надходить на схему "I", а третій імпульс надходить, як і перший, на ФІ 3, схему "I", пропускає різностне число на СП і т.д.

Таким чином, в РЛч записують число імпульсів, що дорівнює різності подовженого та покороченого півперіоду сканування (руху ДС ЛВ). Півперіод сканування подовжується тоді, коли швидкість руху ЛА співпадає зі швидкістю руху ДС ЛВ, а коли не співпадає - покорочується (фіг. 4).

Формування сигналу прискорення β' відбувається таким же чином, як для прискорення α' .

Відображення та обробка вимірювальної інформації про кутові швидкості відбувається у СЕОМ.

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

Підвищення швидкості обробки інформації, яка надходить на СЕОМ, здійснюють 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).

Вимірювальна інформація про кутові швидкості ЛА використовують у БРМ, де завдяки додатковій обробці елементів поляризаційної матриці розсіяння ЛА від отриманого поляризаційного поля (суми сигналів різної поляризації) забезпечують точне значення кутових швидкостей ЛА, розширюють набір ознак його розпізнавання, підвищують ефективність та скорочують час на розпізнавання ЛА, що супроводжується.

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

За несприятливих погодних умов (дощ, сніг і тощо) захоплення (захват) РЛМ на супроводження ЛА починають шляхом перегляду області простору, де він знаходиться.

Супроводження РЛМ триває до тих пір, поки не перейде на автоматичне супроводження сумарною 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'являють до спектра випромінювання одномодового багаточастотного лазера-передавача, тобто високоточної синхронізації подовжніх мод і стабілізації частот міжмодових биттів.

ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ:

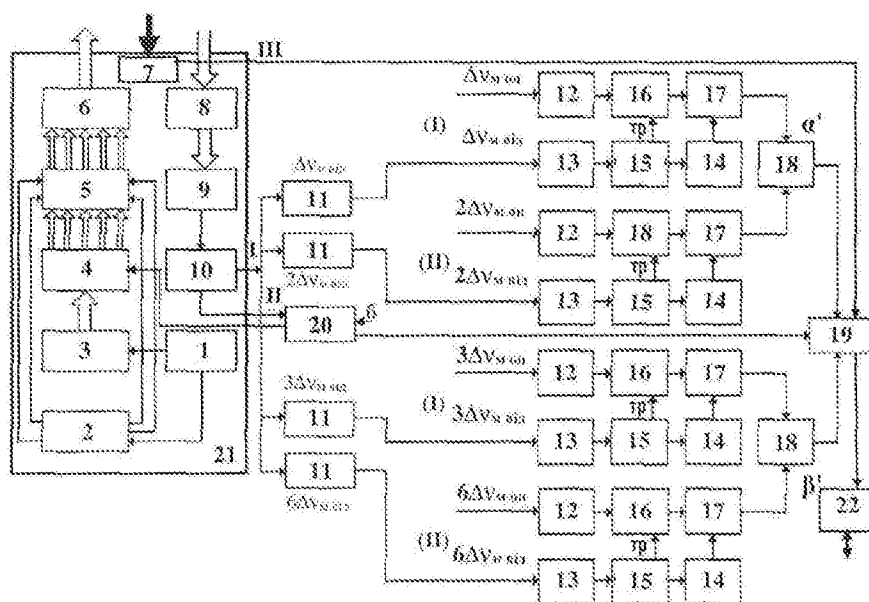
1. Патент на корисну модель № 149838, Україна, МПК G01S 11/04, G01S 17/42. Канал вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів з розширеними можливостями та кібернетичним захистом інформації /О.В. Коломійцев, А.С. Семенова, В.В. Пустоваров та ін. - № u202103891; заяв. 05.07.2021; опубл. 05.05.2022; Бюл. № 18. - 6 с.

2. Патент на корисну модель № 153119. Україна, МПК G01S 11/04, G01S 17/42, Канал вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів з розширеними можливостями, гіростабілізацією та кібернетичним захистом інформації для мобільної однопунктної вимірювальної системи (МОВС) /О.В. Коломійцев, К.С. Васюта, В.О. Комаров та ін... - № u202203470; заяв. 19.09.2022; опубл. 25.05.2023; Бюл. № 21. - 6 с.

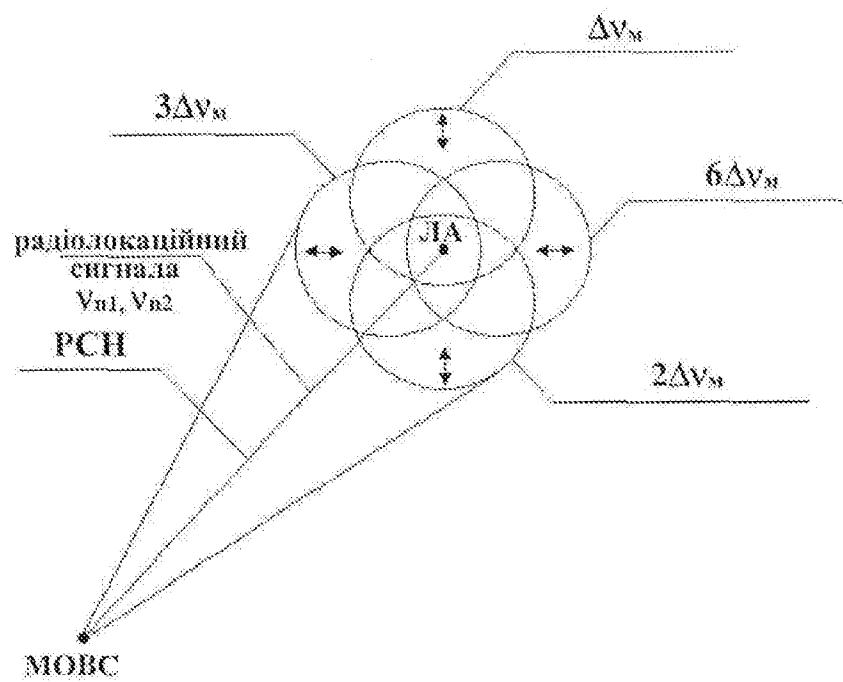
3. Патент на корисну модель № 55645, Україна. МПК G01S 17/42, G01S 17/66. Частотно-часовий метод пошуку, розпізнавання та вимірювання параметрів руху літального апарата /О.В. Коломійцев - № u201005225; заяв. 29.04.2010; опубл. 27,12,2010; Бюл. № 24. - 14 с.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

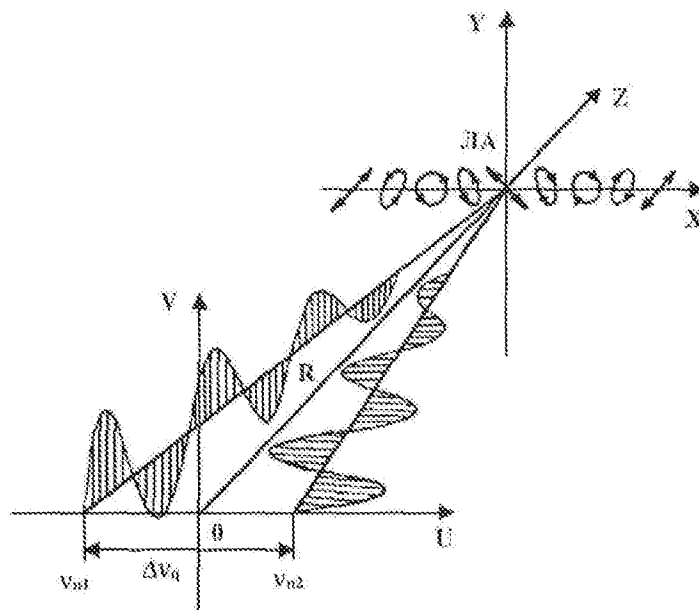
Канал вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів з кібернетичним захистом інформації та радіоканалом для мобільної однопунктної вимірювальної системи, який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, модифікований селектор подовжніх мод, блок дефлекторів, передавальну 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, формувачі імпульсів, тригери, реверсивні лічильники, схеми "і", схеми порівняння, спеціалізовану електронну обчислювальну машину, блок з розширеними можливостями із введенням б, гіростабілізовану платформу та $\Delta v_{м оп}$ введення опорних сигналів з частотами міжмодових биттів ($\Delta v_{м оп}$, $2\Delta v_{м оп}$, $3\Delta v_{м оп}$, $6\Delta v_{м оп}$) від передавального лазера, б-введення сигналу від каналу вимірювання кутових швидкостей літального апарата, який **відрізняється** тим, що додатково введено апаратуру обміну даними.



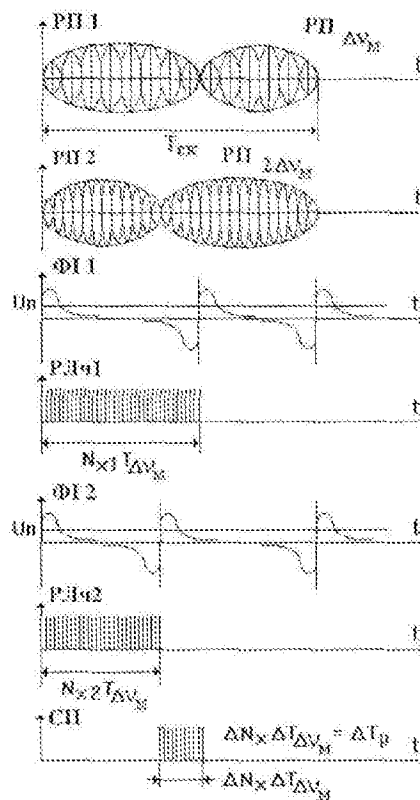
Фиг. 1



Фиг. 2



dir. 3



Dec 4