



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **148616** (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

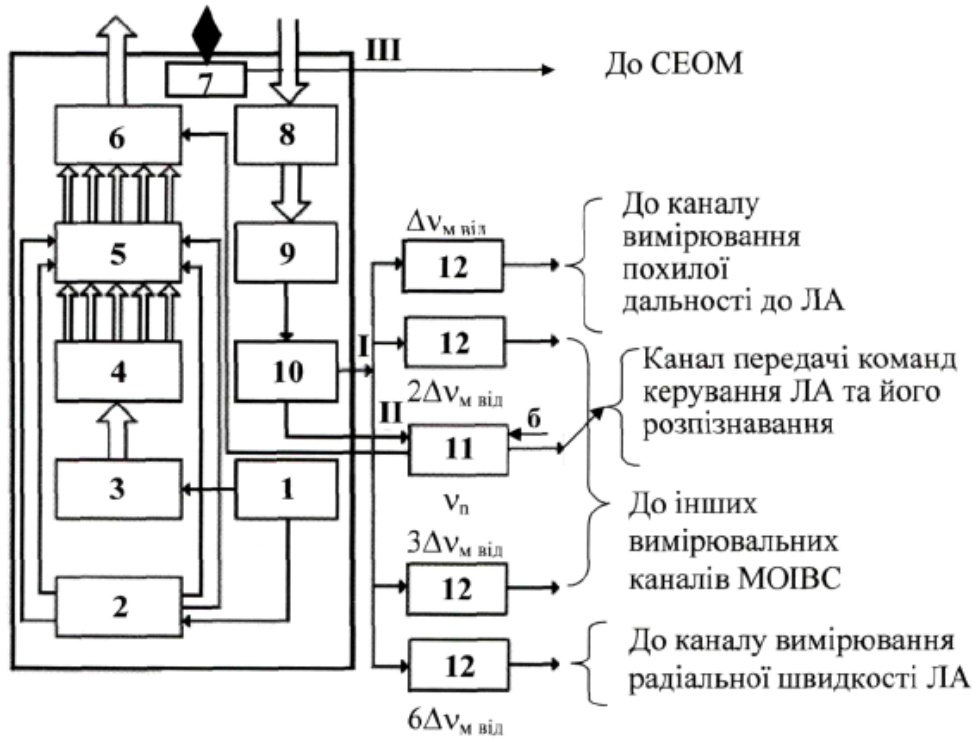
| | |
|---|---|
| <p>(21) Номер заявки: u 2021 02145</p> <p>(22) Дата подання заявки: 23.04.2021</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 26.08.2021</p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 25.08.2021, Бюл.№ 34</p> | <p>(72) Винахідник(и): Коломійцев Олексій Володимирович (UA), Сачук Ігор Іванович (UA), Захарченко Ірина Вікторівна (UA), Зверєв Олексій Олексійович (UA), Ковальчук Дар'я Олексіївна (UA), Кулешов Олександр Васильович (UA), Кучук Ніна Георгіївна (UA), Павлій Владислав Олександрович (UA), Панченко Володимир Іванович (UA), Усик Вікторія Валеріївна (UA)</p> <p>(73) Володілець (володільці): Коломійцев Олексій Володимирович, вул. Астрономічна, 35-А, кв. 88, м. Харків, 61085 (UA)</p> |
|---|---|

(54) КАНАЛ ВИМІРЮВАННЯ РАДІАЛЬНОЇ ШВИДКОСТІ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ З КІБЕРНЕТИЧНИМ ЗАХИСТОМ ІНФОРМАЦІЇ ТА РОЗШИРЕНИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ ДЛЯ МОБІЛЬНОЇ ОДНОПУНКТНОЇ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

(57) Реферат:

Канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з кібернетичним захистом інформації та розширеними можливостями для мобільної однопунктної інформаційно-вимірювальної системи містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою (Лн), модифікований селектор подовжніх мод (МСГТМ), модифікований блок дефлекторів, передавальну оптику, приймальну оптику, фотодетектор, широкосмуговий підсилювач, інформаційний блок з розширеними можливостями з б - введенням сигналу від каналу вимірювання кутових швидкостей літального апарата, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, змішувачі, формувачі імпульсів, фазову автопідстройку частоти на частоті міжмодових биттів, керуючий генератор, опорний генератор з частотою підставки Δv_n , фільтр, схему "і", лічильник, формувач мірних імпульсів, дешифратор, електронну обчислювальну машину (ЕОМ) та $6\Delta v_m$ - введення опорної частоти $(6\Delta v_{m\text{оп}})$ від передавального лазера (Лн+МСПМ). При цьому після ЕОМ виведено блок відображення інформації про радіальну швидкість ЛА, як ЕОМ введено спеціалізовану ЕОМ та додатково введено радіолокаційний модуль, який складений з антени, приймально-передавальної апаратури і апаратури захисту від завад.

UA 148616 U



Фиг. 1

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 розширеними можливостями" [1], який містить керуючий елемент (КЕ), блок керування дефлекторами (БКД), лазер з накачкою (Лн), модифікований селектор подовжніх мод (МСПМ), модифікований блок дефлекторів (МБД), передавальну оптику (ПРДО), приймальну оптику (ГТРМО), фотодетектор (ФТД), ширококутовий підсилювач (ШП), інформаційний блок з розширеними можливостями (ІБРМ) з б - введенням сигналу від каналу вимірювання кутових швидкостей літального апарату (ЛА), резонансні підсилювачі (РП), настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувачі імпульсів (ФІ), схему "і" ("І"), лічильник (Лч), змішувачі (ЗМ), фільтр (Ф), формувач 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) про радіальну швидкість ЛА та $6\Delta v_m$ - введення опорної частоти ($6\Delta v_{mon}$) від передавального лазера (Лн+МСПМ).

Недоліком відомого каналу є те, що канал 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 МСПМ та розширеними можливостями для ЛІВС полігонного випробувального комплексу" [2], який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, модифікований селектор подовжніх мод, модифікований блок дефлекторів, передавальну оптику, приймальну оптику, фотодетектор, ширококутовий підсилювач, інформаційний блок з розширеними можливостями з б - введенням сигналу від каналу вимірювання кутових швидкостей ЛА, 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 підставки Δv_n , електронну обчислювальну машину, (ЕОМ), блок відображення інформації про радіальну швидкість ЛА та $6\Delta v_m$ - введення опорної частоти ($6\Delta v_{mon}$) від передавального лазера (Лн+МСПМ).

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 кібернетичним захистом інформації та розширеними можливостями для мобільної однопунктної інформаційно-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-якій точці полігону, у будь-який час року і доби, за будь-якої погоди, багатоканальний (N)

інформаційний взаємозв'язок з ЛА на несучих частотах V_n , збереження і захист інформації, що оброблена під час проведення випробувань ЛА та, завдяки використанню поляризаційних ознак ЛА, що отримуються, детально розпізнавати його за короткий час.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що у канал найближчий аналогу, який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, модифікований селектор подовжніх мод, модифікований блок дефлекторів, передавальну оптику, приймальну оптику, фотодетектор, ширококутовий підсилювач, інформаційний блок з розширеними можливостями з б - введенням сигналу від каналу вимірювання кутових швидкостей ЛА, 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 підставки Δv_n , електронну обчислювальну машину, блок відображення інформації про радіальну швидкість ЛА та $6\Delta v_m$ - введення опорної частоти ($6\Delta v_{mon}$) від передавального лазера (Лн+МСПМ), після ЕОМ виведено блок відображення інформації про радіальну швидкість ЛА, 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 кібернетичним захистом інформації та розширеними можливостями для мобільної однопунктної інформаційно-вимірювальної системи пов'язана з використанням одномодового багаточастотного з синхронізацією подовжніх мод випромінювання єдиного лазера-передавача, частотно-часового методу вимірювання [3], РЛМ та СЕОМ.

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-якій точці полігону, у будь-який час року і доби, за будь-якої погоди, багатоканальному інформаційному взаємозв'язку з ЛА, захисту і збереженні інформації, що оброблена під час проведення випробувань та, в разі необхідності, детальному розпізнаванні ЛА.

На фіг. 1 приведено передавальний бік узагальненої структурної схеми запропонованого каналу, де: I - вимірювальний сигнал; II - інформаційний сигнал; III - радіолокаційний сигнал; б - введення сигналу від каналу вимірювання кутових швидкостей ЛА.

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

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

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

Запропонований канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з кібернетичним захистом інформації та розширеними можливостями для мобільної однопунктної інформаційно-вимірювальної системи містить керуючий елемент 1, блок керування дефлекторами 2, лазер з накачкою 3, модифікований селектор подовжніх мод 4, модифікований 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, широкосмуговий підсилювач 10, інформаційний блок з розширеними можливостями 11 з б - введенням сигналу від каналу вимірювання кутових швидкостей ЛА, резонансні підсилювачі 12, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, змішувачі (ЗМ 1-13 і ЗМ 2-14), формувачі імпульсів 15, фазову автопідстройку частоти на частоті міжмодових

биттів 16, керуючий генератор 17, опорний генератор з частотою підставки ΔV_n 18, фільтр 19, схему "і" 20, лічильник 21, формувач мірних імпульсів 22, дешифратор 23, спеціалізовану

електронну обчислювальну машину 24 та $6\Delta V_m$ - введення опорної частоти $(6\Delta V_{mon})$ від передавального лазера (Лн+МСПМ).

Робота запропонованого каналу вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з кібернетичним захистом інформації та розширеними можливостями для мобільної однопунктної інформаційно-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:

- багатоканального (N) інформаційного зв'язку та 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 частково перетинаючихся 4-х парціальних ДС ЛВ, за умови використання комбінацій подовжніх мод ("підфарбованих" різницевиими частотами міжмодових биттів)

$$\Delta v_{54} = v_5 - v_4 = \Delta v_m, \quad \Delta v_{97} = v_9 - v_7 = 2\Delta v_m, \quad \Delta v_{63} = v_6 - v_3 = 3\Delta v_m,$$

$$\Delta v_{82} = v_8 - v_2 = 6\Delta v_m$$

Також, за допомогою МСПМ та ІБРМ створюється 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. 4).

При цьому, випромінювання апертури першого і другого поляризаційних каналів в апертурній площині VOU рознесені на відомій відстані ΔV_q . Різниця ходу пучків до картинної площині ЛА XOY змінюється вдовж осі X від точки до точки. Обумовлена цією різницею фаз

(амплітуд) між поляризованими компонентами, що ортогональні, поля у картинній плоскості також змінюється від точки до точки. В залежності від різності фаз (амплітуд) у картинній плоскості змінюється вигляд поляризації сумарного поля сигналу, що зондує від лінійної через еліптичну і циркулюючу до лінійної, ортогональної к початкової і т.д. Період зміни вигляду

5 поляризації визначається базою між випромінювачами Δv_q та відстанню до картинної плоскості 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.

10 Груповий сигнал, який складений з несучих частот V_n , минаючи МБД, потрапляє на ПРДО, де змішується (модулюється) з інформаційним сигналом від ІБРМ та формує багатоканальний (N) інформаційний сигнал, що передається на ЛА (фіг. 1-3).

15 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 ЛВ попарно зустрічно сканують МБД у кожній з двох ортогональних площин (фіг. 1, 3). Період сканування задається БКД, який разом з Лн живляться від КЕ.

20 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 скануєми точки простору, оскільки здійснюється-зустрічне сканування двома парами ДС ЛВ у кожній з двох ортогональних площин α і β (X і Y).

При цьому, інформаційний та лазерний сигнали з просторовою модуляцією поляризації на несучих частотах V_n проходять вдовж РСН (фіг. 3).

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

Підсилені ШП вони розподіляються:

- у ІБРМ для обробки інформації, що приймається від ЛА та відбитого лазерного сигналу з просторовою модуляцією поляризації, що зондує, від його поверхні;

30 - 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 РП 4 $(РП\ 6\Delta v_{m\text{ від}})$ формують сигнал радіальної швидкості, а РП 1 $(РП\ \Delta v_{m\text{ від}})$, РП 2 $(РП\ 2\Delta v_{m\text{ від}})$ і РП 3 $(РП\ 3\Delta v_{m\text{ від}})$ - для інших вимірювальних каналів МОІВС.

35 При відбитті від поверхні ЛА лазерного сигналу з просторовою модуляцією поляризації, що зондує, 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 і тощо, що відображається у СЕОМ. Тому, у

40 ІБРМ також здійснюється поляризаційна обробка поля, що приймається. Так як канал, що пропонується, використовується у структурі МОІВС, імпульсні сигнали радіочастоти, що надходять з РП 4 $(РП\ 6\Delta v_{m\text{ від}})$ формують сигнал для визначення радіальної швидкості ЛА, а РП1 $(РП\ \Delta v_{m\text{ від}})$, РП2 $(РП\ 2\Delta v_{m\text{ від}})$ і РП3 $(РП\ 3\Delta v_{m\text{ від}})$ - для інших вимірювальних каналів.

45 Принцип вимірювання радіальної швидкості ЛА полягає у наступному.

На ЗМ1 від РП 4 $(РП\ 6\Delta v_{m\text{ від}})$ подається сигнал з частотою $6\Delta v_{m\text{ від}}$, який змішується через зворотній зв'язок з сумішшю частот $6\Delta v_{m\text{ від}} + v_{m\text{ н}}$ від КГ та фільтрується. У ФАПЧ на

частоті міжмодових биттів цей сигнал змішується з частотою V_n від ОГ. Отриманий сигнал з

частотою Δv_z з виходу А керуючого генератора подається на вхід ЗМ2, де зміщується з опорною частотою $6\Delta v_m$. Сигнал різницевої частоти $6\Delta v_{m\text{ від}} - (\Delta v_m - v_{mn})$, отриманий з виходу Ф2, через Ф1 надходить на схему "І".

На Лч проходить пачка імпульсів, яка обумовлена мірним інтервалом від ФМІ. Виділена ДТТІ

5 кількість рахункових імпульсів, яка пропорційна частоті $v_{m\text{ допл}}$, перетворюється у СЕОМ у цифроаналоговий сигнал, який у цифровому вигляді відображає радіальну швидкість ЛА на цифровому табло.

Відображення інформації, що приймається (передається) від ЛА та обробка вимірювальної інформації про радіальну швидкість 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. Підвищення швидкості обробки інформації, яка поступає на СЕОМ здійснюється за рахунок використання технології синтезу часу параметризованих паралельних програм.

15 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 від каналу вимірювання кутових швидкостей використовується у ІБРМ, де, завдяки додатковій обробці елементів поляризаційної матриці розсіяння ЛА, від отриманого поляризаційного поля (суми сигналів різної поляризації) 20 забезпечується точне значення кутових швидкостей ЛА, розширюється набір ознак його розпізнавання, підвищується ефективність та скорочується час на розпізнавання ЛА, що супроводжується.

В разі необхідності виявлення ЛА у заданій точці простору груповий сигнал, який складений 25 з частот міжмодових биттів і несучих частот v_n , сканується у заданій зоні за заданим законом сканування у вигляді сумарної ДС ЛВ за допомогою МБД, де кут та напрямок відхилення сумарної ДС ЛВ задається БКД (фіг. 1, 2).

Кількість інформаційних каналів, що формуються, залежить від кількості мод (v_n) , які мають необхідні вихідні характеристики для використання.

30 Формування сумарної ДС ЛВ, створення РСН, інформаційного каналу для каналу, що пропонується, пов'язано із задоволенням жорстких вимог, які пред'являються до спектру випромінювання одномодового багаточастотного лазера-передавача, тобто високоточної синхронізації подовжніх мод і стабілізації частот міжмодових биттів.

35 Джерела інформації:

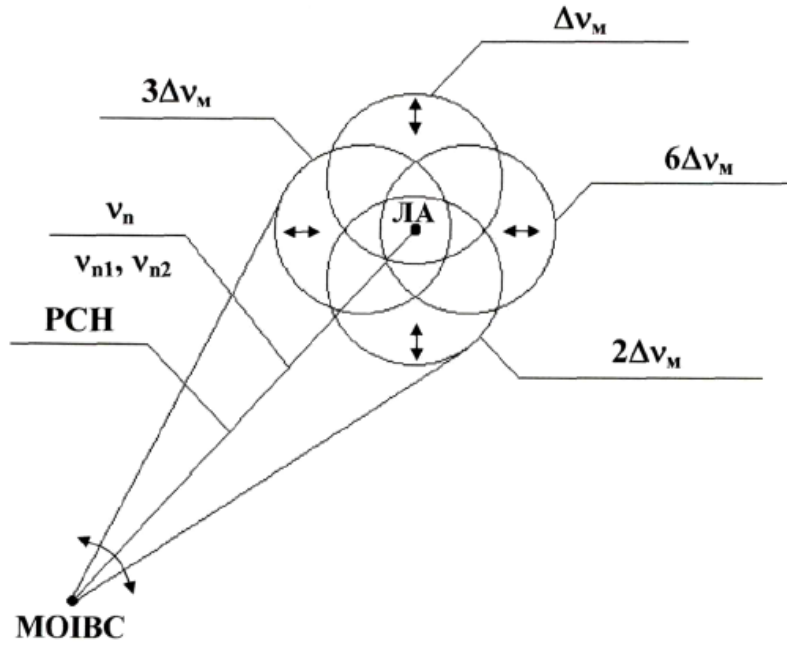
1. Патент на корисну модель № 60334, Україна, МПК G01S 17/42, G01S17/66. Канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з розширеними можливостями /О.В. Коломійцев, Г.В. Альошин, Д.Г. Васильєв та ін. - № u201101746; заяв. 14.02.2011; опубл. 10.06.2011; Бюл. № 11.-10 с.

40 2. Патент на корисну модель №75128, Україна, МПК G01S17/42, G01S17/66. Канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з МСПМ та розширеними можливостями для ЛІВС полігонного випробувального комплексу /О.В. Коломійцев, О.С. Балабуха, О.А. Наконечний та ін. - № u201204764; заяв. 17.04.2012; опубл. 26.11.2012; Бюл. № 22. - 6 с

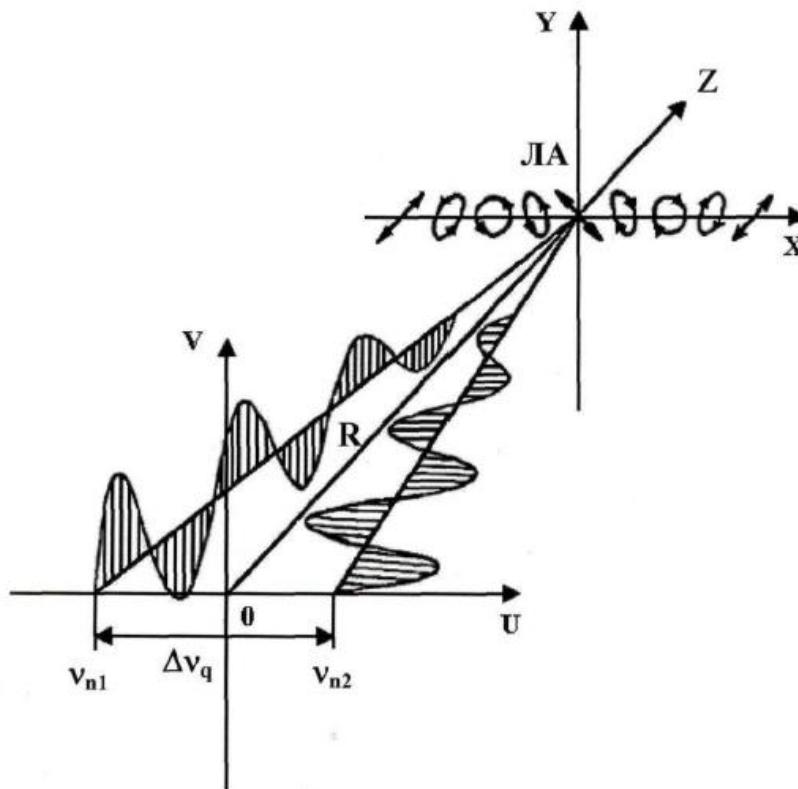
45 3. Патент на корисну модель №55645, Україна, МПК G01S 17/42, G01S17/66. Частотно-часовий метод пошуку, розпізнавання та вимірювання параметрів руху літального апарату /О.В. Коломійцев - № u201005225; заяв. 29.04.2010; опубл. 27.12.2010; Бюл. № 24. - 14 с

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

50 Канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з кібернетичним захистом інформації та розширеними можливостями для мобільної однопунктної інформаційно-вимірювальної системи, який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою (Лн), модифікований селектор подовжніх мод (МСГТМ), модифікований блок дефлекторів, передавальну оптику, приймальну оптику, фотодетектор, ширококутовий 55 підсилювач, інформаційний блок з розширеними можливостями з б - введенням сигналу від каналу вимірювання кутових швидкостей літального апарату, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, змішувачі, формувачі імпульсів, фазову автопідстройку



Фиг. 3



Фиг. 4