



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **135103** (13) **U**
(51) МПК**G01S 17/42** (2006.01)**G01S 17/66** (2006.01)МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**(21) Номер заявки: **u 2019 00999**(22) Дата подання заявки: **31.01.2019**(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **10.06.2019**(46) Публікація відомостей **10.06.2019, Бюл.№ 11**
про видачу патенту:

(72) Винахідник(и):

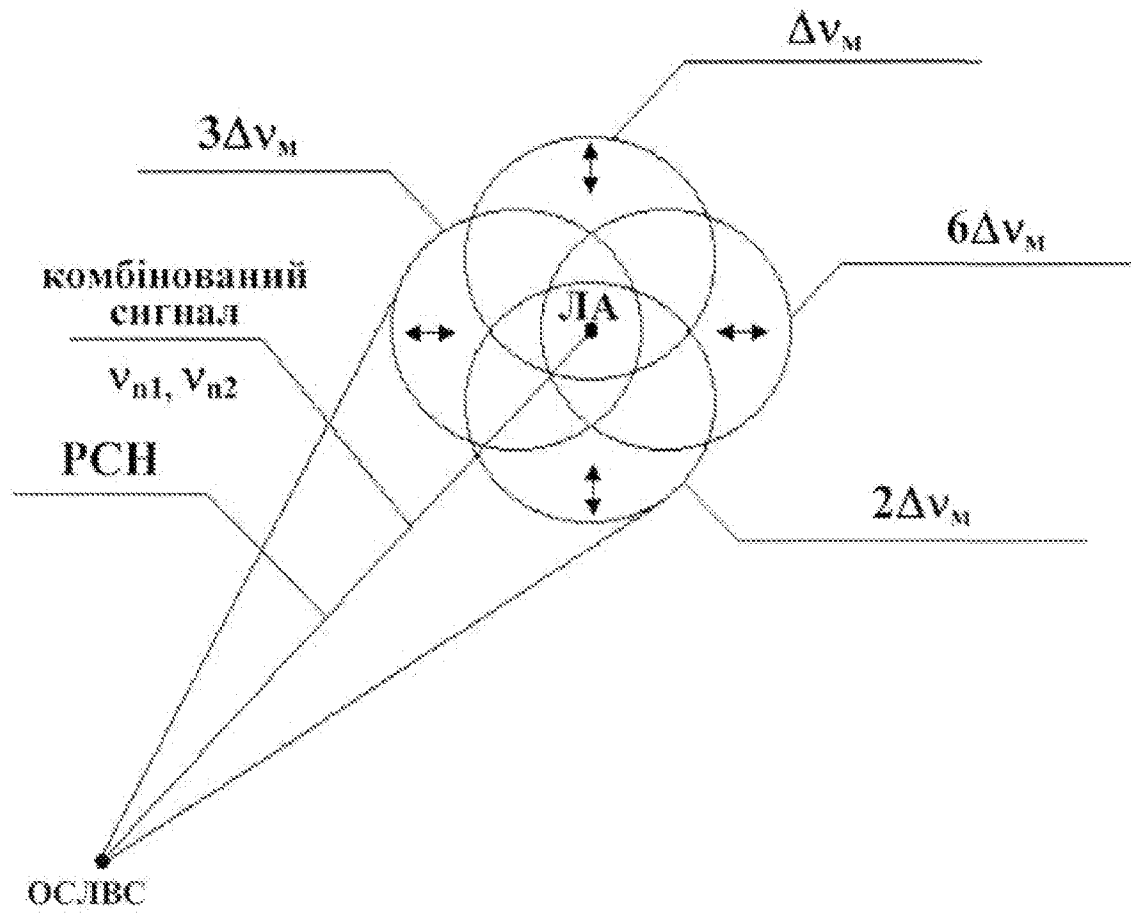
**Тюрін Віталій Вікторович (UA),
Опенько Павло Вікторович (UA),
Кас'яненко Максим Вікторович (UA),
Салій Анатолій Григорович (UA),
Майстров Олексій Олексійович (UA),
Кіреєнко Володимир Володимирович
(UA),
Попов Сергій Едуардович (UA),
Поліщук Василь Володимирович (UA),
Коломійцев Олексій Володимирович
(UA),
Сачук Ігор Іванович (UA)**

(73) Власник(и):

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ОБОРОНИ УКРАЇНИ ІМЕНІ ІВАНА
ЧЕРНЯХОВСЬКОГО,
просп. Повітрофлотський, 28, м. Київ-49,
03049 (UA)****(54) КАНАЛ ВИМІРЮВАННЯ РАДІАЛЬНОЇ ШВИДКОСТІ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ З РОЗШИРЕНИМИ
МОЖЛИВОСТЯМИ ДЛЯ МОБІЛЬНОЇ ОДНОПУНКТНОЇ СУМІЩЕНОЇ ЛАЗЕРНОЇ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ
СИСТЕМИ****(57) Реферат:**

Канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з розширеними можливостями для мобільної однопунктної суміщеної лазерної вимірювальної системи, який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, модифікований селектор подовжніх мод, блок дефлекторів, передавальну оптику, оптико-електронний модуль, який складений з телевізійного і інфрачервоного каналів, приймальну оптику, фотодетектор, широкосмуговий підсилювач, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, змішувачі, фільтри, фазове автопідстрювання частоти на частоті міжмодових биттів, керуючий генератор, опорний генератор з частотою підставки Δv_n , формувач імпульсів, схему "і", формувач мірних імпульсів, лічильник, дешифратор, електронну обчислювальну машину, блок з розширеними можливостями з введенням б, апаратуру обміну даними, 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, причому додатково введено апаратуру супутникових радіонавігаційних систем.

UA 135103 U



Фиг. 2

Запропонована корисна модель належить до галузі електрозв'язку і може бути використана для побудови мобільної однопунктної суміщеної лазерної вимірювальної системи (ОСЛВС).

Відомий "Канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з розширеними можливостями для мобільної суміщеної вимірювальної системи" [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), оптико-електронний модуль (ОЕМ), який складений з телевізійного і інфрачервоного каналів, приймальну оптику (ПРМО), фотодетектор (ФТД), широкосмуговий 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), фазове автопідстроювання частоти (ФАПЧ) на частоті міжмодових биттів, керуючий генератор (КГ), опорний генератор (ОГ) з частотою підставки Δv_n , електронну обчислювальну машину (ЕОМ), блок з розширеними можливостями (БРМ) з введенням б, гіростабілізовану платформу (ГСП) та Δv_n - введення опорної частоти ($\Delta v_{m\text{ оп}}$) від передавального лазера, б - введення сигналу від каналу вимірювання кутових швидкостей літального апарата (ЛА).

Недоліком відомого каналу є те, що він не здійснює обмін інформацією за радіоканалом зі споживачами центрального командного пункту (ЦКП).

Найближчим аналогом до запропонованої корисної моделі є "Канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з розширеними можливостями для мобільної суміщеної лазерної вимірювальної системи" [2], який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, модифікований селектор подовжніх мод, блок дефлекторів, передавальну оптику, оптико-електронний модуль, який складений з телевізійного і інфрачервоного каналів, приймальну оптику, фотодетектор, широкосмуговий підсилювач, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, змішувачі, фільтри, фазове автопідстроювання частоти на частоті міжмодових биттів, керуючий генератор, опорний генератор з частотою підставки Δv_n , формувач імпульсів, схему „і”, формувач мірних імпульсів, лічильник, дешифратор, електронну обчислювальну машину, блок з розширеними можливостями з введенням б, апаратуру обміну даними (АОД), гіростабілізовану платформу та Δv_m - введення опорної частоти ($\Delta v_{m\text{ оп}}$) від передавального лазера, б - введення сигналу від каналу вимірювання кутових швидкостей ЛА.

Недоліком каналу найближчого аналога є те, що він здійснює оперативну високоточну навігацію.

В основу корисної моделі поставлена задача створити канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з розширеними можливостями для мобільної однопунктної суміщеної лазерної вимірювальної системи, який дозволить здійснювати високоточне вимірювання радіальної швидкості ЛА у широкому діапазоні дальностей, починаючи з початкового моменту його польоту, об'єктивний контроль у нічний і денний час доби, обробку, відображення, збереження і передачу споживачам на ЦКП інформацію, яка отримана під час проведення випробувань ЛА, дотримання просторової стабілізації платформи, на якій розміщуються суміщена приймально-передавальна апаратура і ВМ по кутах α і β , оперативна високоточна навігація 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, блок дефлекторів, передавальну оптику, оптико-електронний модуль, який складений з телевізійного і інфрачервоного каналів, приймальну оптику, фотодетектор, широкосмуговий підсилювач, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, змішувачі, фільтри, фазове автопідстроювання частоти на частоті міжмодових биттів, керуючий генератор, опорний генератор з частотою підставки Δv_n , формувач імпульсів, схему „і”, формувач мірних імпульсів, лічильник, дешифратор, електронну обчислювальну машину, блок з розширеними можливостями з введенням б, апаратуру обміну даними, гіростабілізовану платформу та Δv_m - введення опорної частоти ($\Delta v_{m\text{ оп}}$) від передавального лазера, б - введення сигналу від каналу вимірювання кутових швидкостей ЛА, додатково введено апаратуру супутникових радіонавігаційних систем (АСРНС).

Побудова каналу вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з розширеними можливостями для мобільної однопунктної суміщеної лазерної вимірювальної системи пов'язана з використанням одномодового багаточастотного з синхронізацією подовжніх мод випромінювання єдиного лазера-передавача, частотно-часового методу (ЧЧМ) вимірювання [3] та ОЕМ.

Технічний результат, який може бути отриманий при здійсненні корисної моделі полягає у високоточному вимірюванні радіальної швидкості ЛА, здійсненні об'єктивного контролю у денних і нічних умовах, оперативних обробці, відображенні, збереженні і видачі споживачам інформації, яка отримана, високоточній навігації та, в разі необхідності, розпізнаванні ЛА.

5 Суть корисної моделі пояснюється кресленням.

На Фіг. 1 приведена узагальнена структурна схема запропонованого каналу, де: б - введення сигналу від каналу вимірювання кутових швидкостей ЛА; I - вимірювальний сигнал; II - сигнал з просторовою модуляцією поляризації, III - комбінований сигнал у видимому і інфрачервоному діапазонах.

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

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

Запропонований канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з розширеними можливостями для мобільної однопунктної суміщеної лазерної 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, оптико-електронний модуль 7, який складений з телевізійного і інфрачервоного каналів, приймальну оптику 8, фотодетектор 9, широкосмуговий 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), фазове автопідстроювання 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, електронну обчислювальну машину 24, блок з розширеними можливостями 25 з введенням б, апаратуру супутникових радіонавігаційних систем 26, апаратуру обміну даними 27, гіростабілізовану платформу 28 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 розширеними можливостями для мобільної однопунктної суміщеної лазерної вимірювальної системи полягає у наступному.

30 Із синхронізованого одномодового багаточастотного спектра випромінювання лазера-передавача 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);

35 РСН на основі формування сумарної ДС ЛВ, завдяки частково 4-ом парціальним ДС ЛВ, які перетинаються, за умови використання комбінацій подовжніх мод ("підфарбованих" різницею частотами міжмодових биттів)

$$\Delta v_{54} = v_5 - v_4 = \Delta v_m, \Delta v_{97} = v_9 - v_7 = 2\Delta v_m, \Delta v_{63} = v_6 - v_3 = 3\Delta v_m, \Delta v_{82} = v_8 - v_2 = 6\Delta v_m.$$

40 За допомогою МСПМ та БРМ 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}) поляризаціями (Фіг. 3). При цьому випромінювання апертури першого і другого поляризаційних каналів в апертурній площині VOU рознесені на відомій відстані Δv_g . Різниця ходу пучків до картинної площини ЛА XOY змінюється вдовж осі X від точки до точки. Обумовлена цим різниця фаз (амплітуд) між поляризованими компонентами, що ортогональні, поля у картинній площині також змінюється від точки до точки.

45 В залежності від різниці 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_g та відстанню до картинної площини R. Розподіл інтенсивності в реєстрованому зображенні ЛА промодульовано по гармонійному закону з коефіцієнтом модуляції, дорівнює значенню ступеня поляризації випромінювання, що відбито в даній ділянці поверхні ЛА.

50 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.

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 в скановані точки простору, оскільки здійснюється зустрічне сканування двома парами ДС ЛВ у кожній з двох ортогональних площин

α і β (або X і Y). При цьому лазерний сигнал з просторовою модуляцією поляризації (на несучих частотах (ν_{n1} та (ν_{n2}) проходить вдовж РСН (Фіг. 2).

Прийняті ПРМО від ЛА лазерні імпульсні сигнали і огинаючі сигнали ДС ЛВ, відбиті в 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:

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

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

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. 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 ЕОМ. Тому у БРМ здійснюється поляризаційна обробка поля, що приймається.

Так як канал, що пропонується, використовується в структурі ОСЛВС, імпульсні сигнали радіочастоти, що надходять з РП 1 (РП $\Delta\nu_m$ від.) формують сигнал радіальної швидкості, а РП 2 (РП $2\Delta\nu_m$ від.), РП 3 (РП $3\Delta\nu_m$ від.) і РП 4 (РП $6\Delta\nu_m$ від.) - формують сигнали для інших вимірювальних каналів (Фіг. 1).

Принцип вимірювання радіальної швидкості ЛА полягає у наступному.

На ЗМ1 від РП 4 (РП $6\Delta\nu_m$ від.) подається сигнал з частотою $6\Delta\nu_m$ від., який змішується через зворотний зв'язок з сумішню частот $6\Delta\nu_m$ від. + ν_m п від КГ та фільтрується. У ФАПЧ на частоті міжмодових биттів цей сигнал змішується з частотою ν_n від ОГ.

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

На Лч проходить пачка імпульсів, обумовлена мірним інтервалом від ФМІ. Виділена ДШ кількість рахункових імпульсів, пропорційна частоті ν_m доп... перетворюється в ЕОМ у цифро-аналоговий сигнал, який у цифровому вигляді відображає радіальну швидкість ЛА.

Оптико-електронний модуль постійно здійснює у денних і нічних умовах у видимому та інфрачервоному діапазонах спостереження за ЛА, який супроводжується.

Відображення інформації про об'єктивний контроль та радіальну швидкість ЛА відбувається на моніторі ЕОМ.

Для збереження інформації, яка оброблена під час проведення випробувань ЛА, в пам'яті ЕОМ 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, що надходить на ЕОМ здійснюється за рахунок розпаралелення процесу побудови одного дерева рішень та їх ансамблів.

Вимірювальна інформація про кутові швидкості ЛА використовується у БРМ, де завдяки додатковій обробці елементів поляризаційної матриці розсіяння ЛА від отриманого поляризаційного поля забезпечується точне значення кутових швидкостей ЛА, розширюється набір ознак його розпізнавання, підвищується ефективність розпізнавання ЛА, що супроводжується.

Апаратура супутникових радіонавігаційних систем забезпечує можливість в будь-якій точці земної поверхні, у будь-який час року і доби, за будь-якої погоди визначити (уточнити) параметри ОСЛВС - три координати і три складові вектора швидкості.

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

Гіростабілізована платформа забезпечує дотримання просторової стабілізації платформи каналу, на якій розміщена суміщена приймально-передавальна апаратура та ВМ по кутах азимута α і місця β .

Формування ДС ЛВ та 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.

Джерела інформації:

1. Патент на корисну модель № 107049, Україна, МПК G01 S 17/42, G01 S 17/66. Канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з розширеними можливостями для

мобільної суміщеної вимірювальної системи /П.В. Щипанський, П.В. Опенько, О.В. Коломійцев та ін. - № u201508051; заяв. 12.08.2015; опубл. 25.05.2016; Бюл. № 10. - 9 с.

2. Патент на корисну модель № 127650, Україна, МПК G01 S 17/42, G01 S 17/66. Канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з розширеними можливостями для мобільної суміщеної лазерної вимірювальної системи /В.В. Тюрін, П.В. Опенько, А.Г. Салій та ін. - № u201803575; Заяв. 03.04.2018; Опубл. 10.08.2018; Бюл. № 15. - 8 с.

3. Патент на корисну модель № 55645, Україна, МПК G01 S 17/42, G01 S 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

Канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з розширеними можливостями для мобільної однопунктної суміщеної лазерної вимірювальної системи, який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, модифікований селектор подовжніх мод, блок дефлекторів, передавальну оптику, оптико-електронний модуль, який складений з телевізійного і інфрачервоного каналів, приймальну оптику, фотодетектор, широкосмуговий підсилювач, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, змішувачі, фільтри, фазове автопідстроювання частоти на частоті міжмодових биттів, керуючий генератор, опорний генератор з частотою підставки Δv_n , формувач імпульсів, схему "І", формувач мірних імпульсів, лічильник, дешифратор, електронну обчислювальну машину, блок з розширеними можливостями з введенням б, апаратуру обміну даними, 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, який **відрізняється** тим, що додатково введено апаратуру супутникових радіонавігаційних систем.

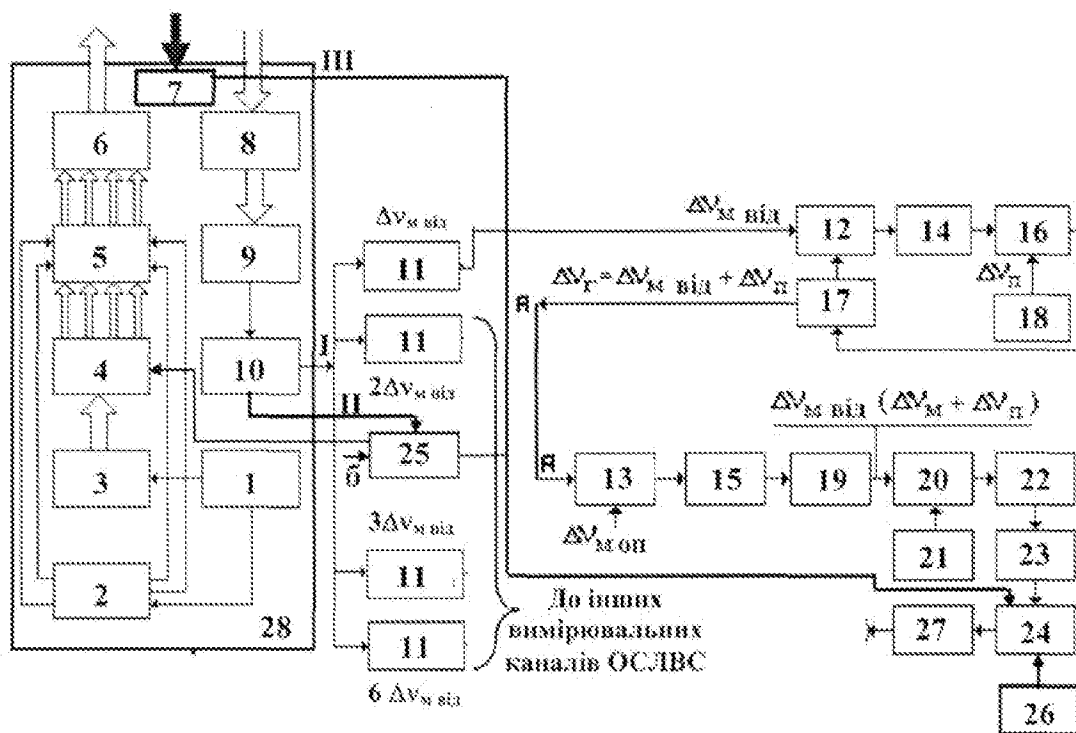
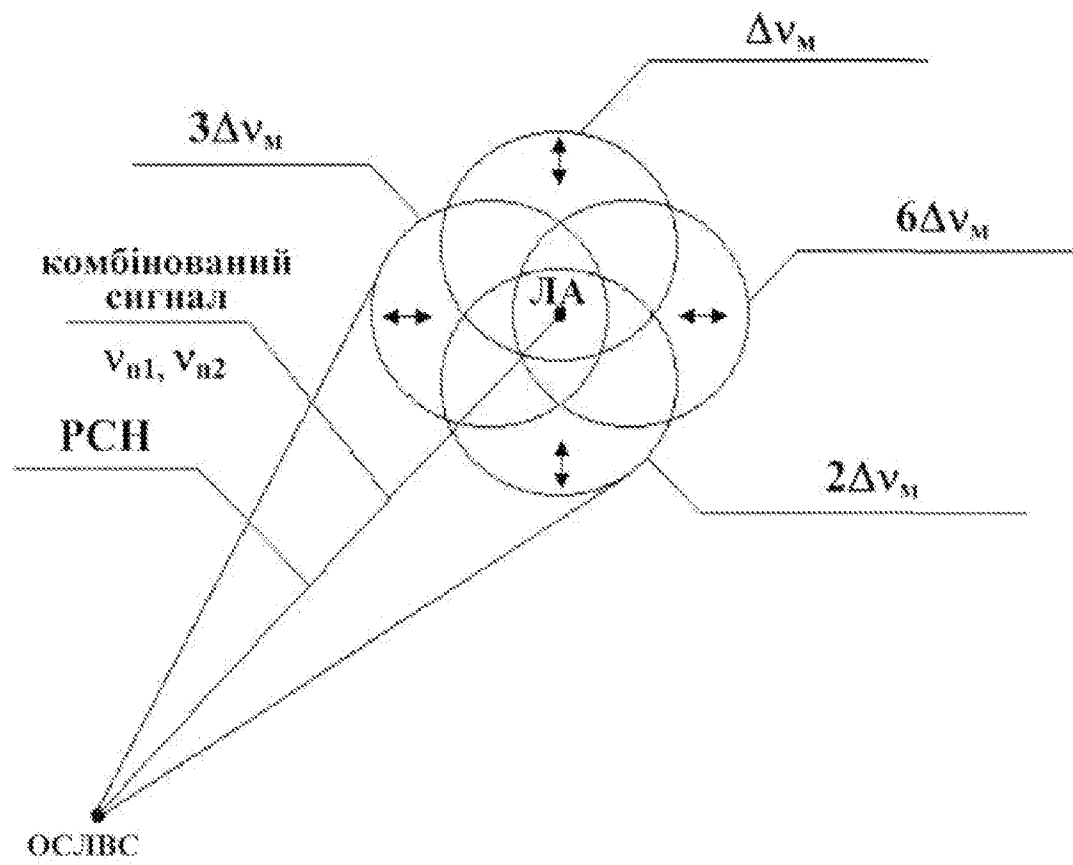
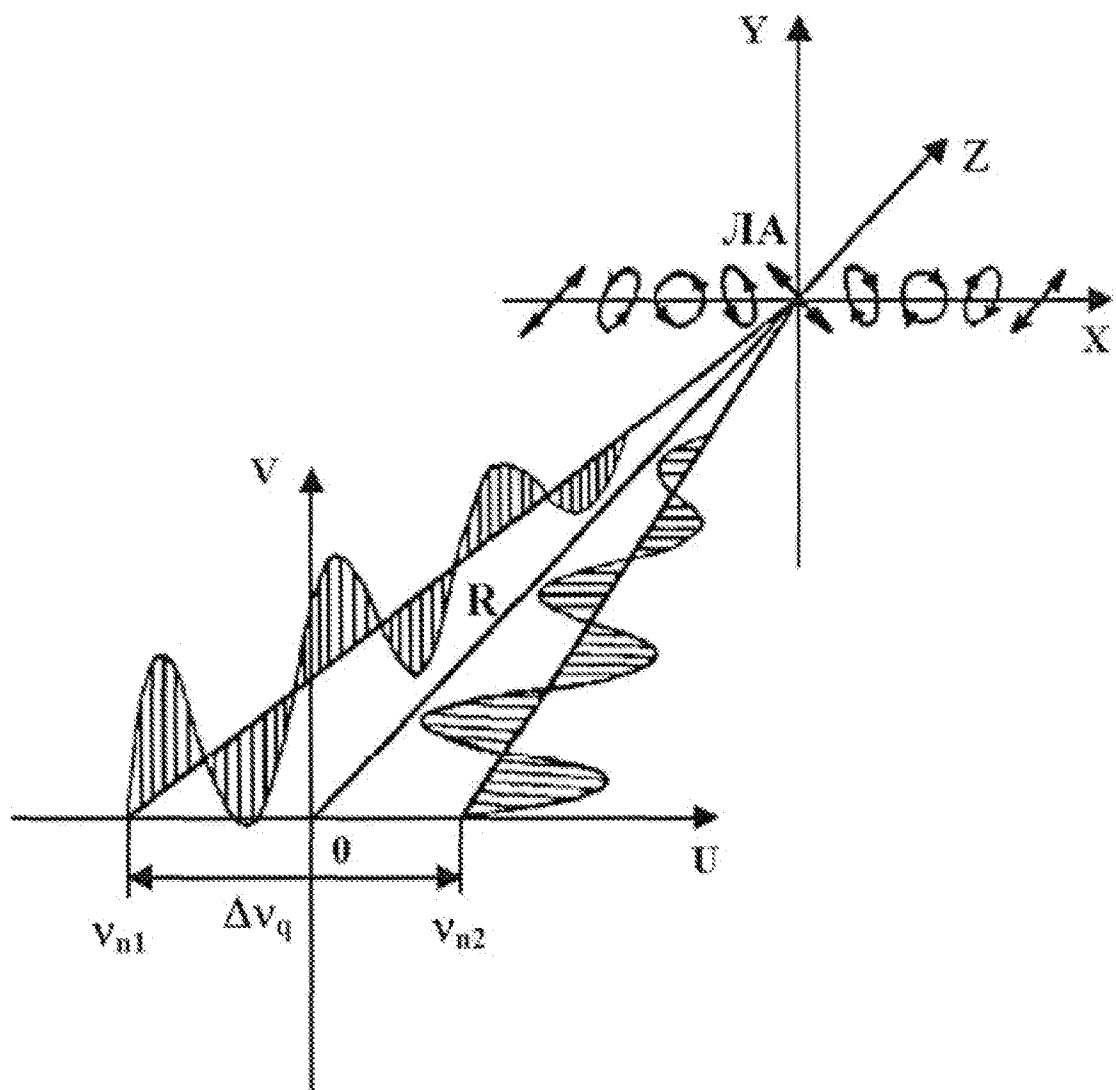


Fig. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601