



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 108502

(13) U

(51) МПК

G01S 17/42 (2006.01)

G01S 17/66 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**(21) Номер заявки: **u 2015 12110**(22) Дата подання заявки: **07.12.2015**(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **25.07.2016**(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **25.07.2016, Бюл. № 14**

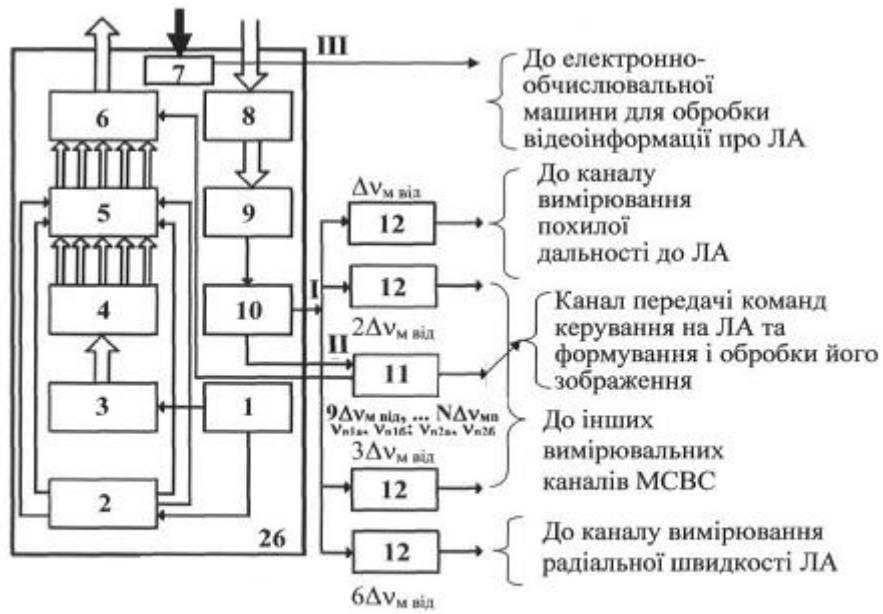
(72) Винахідник(и):
**Коломійцев Олексій Володимирович (UA),
Сачук Ігор Іванович (UA),
Галицький Олег Феліксович (UA),
Запара Денис Михайлович (UA),
Зверев Олексій Олексійович (UA),
Левагін Геннадій Андрійович (UA),
Литвиненко Михайло Іванович (UA),
Нарежний Олексій Павлович (UA),
Троцько Максим Леонідович (UA),
Худов Геннадій Володимирович (UA)**

(73) Власник(и):
**ХАРКІВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПОВІТРЯНИХ СИЛ ІМЕНІ ІВАНА
КОЖЕДУБА,
вул. Сумська, 77/79, м. Харків, 61023 (UA)**

(54) КАНАЛ ВИМІРЮВАННЯ РАДІАЛЬНОЇ ШВИДКОСТІ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ЧАСТОТ МІЖМОДОВИХ БИТТІВ ТА ДОДАТКОВОГО СКАНУВАННЯ ДЛЯ МОБІЛЬНОЇ СУМІЩЕНОЇ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ**(57) Реферат:**

Канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів та додаткового сканування для комбінованої лазерної системи містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою (Лн), селектор подовжніх мод з багаточастотним розділенням каналів (СПМ БРК), модифікований блок дефлекторів, передавальну оптику, оптико-електронний модуль, який складений з телевізійного і інфрачервоного каналів, приймальну оптику, фотодетектор, широкосмуговий підсилювач, інформаційний блок, 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, електронну обчислювальну машину та $6\Delta\nu_m$ - введення опорної частоти ($6\Delta\nu_{m\text{оп}}$) від передавального лазера (Лн+СПМ БРК). В канал додатково введено гіростабілізовану платформу.

UA 108502 U



Фіг. 1

Корисна модель належить до галузі електрозв'язку і може бути використана для побудови передавальної частки мобільної суміщеної вимірювальної системи (МСВС).

Відомий "Канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів та додаткового сканування для полігонного випробувального комплексу" [1], який містить керуючий елемент (КЕ), блок керування дефлекторами (БКД), лазер з накачкою (Лн), селектор подовжніх мод з багаточастотним розділенням каналів (СПМ БРК), модифікований блок дефлекторів (МБД), передавальну оптику (ПРДО), приймальну оптику (ПРМО), фотодетектор (ФТД), широкосмуговий підсилювач (ШП), інформаційний блок (ІБ), 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 (ДШ), фазову автопідстройку частоти (ФАПЧ) на частоті міжмодових биттів, керуючий генератор (КГ), опорний генератор (ОГ) з частотою підставки $\Delta\nu_{\text{п}}$, електронну обчислювальну машину (ЕОМ) та $6\Delta\nu_{\text{м}}$ - введення опорної частоти ($6\Delta\nu_{\text{м оп}}$) від передавального лазера (Лн+СПМ БРК).

Недоліком відомого каналу є те, що він не здійснює об'єктивний контроль у денних і нічних умовах під час проведення випробувань літального апарата (ЛА).

Найближчим аналогом до заявленої корисної моделі є "Канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів та додаткового сканування для комбінованої лазерної системи" [2], який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор подовжніх мод з багаточастотним розділенням каналів, модифікований блок дефлекторів, передавальну оптику, оптико-електронний модуль (ОЕМ), який складений з телевізійного і інфрачервоного каналів, приймальну оптику, фотодетектор, широкосмуговий підсилювач, інформаційний блок, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, змішувачі, фільтри, фазову автопідстройку частоти на частоті міжмодових биттів, керуючий генератор, опорний генератор з частотою підставки $\Delta\nu_{\text{п}}$, формувач імпульсів, схему "І", формувач мірних імпульсів, лічильник, дешифратор, електронну обчислювальну машину та $6\Delta\nu_{\text{м}}$ - введення опорної частоти ($6\Delta\nu_{\text{м оп}}$) від передавального лазера (Лн+СПМ БРК).

Недоліком каналу-аналогу 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 .

В основу корисної моделі поставлена задача створити канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів та додаткового сканування для мобільної суміщеної вимірювальної системи, який дозволить здійснювати високоточне вимірювання радіальної швидкості ЛА у широкому діапазоні дальностей, багатоканальний (N) інформаційний взаємозв'язок з ним на частотах міжмодових биттів $9\Delta\nu_{\text{м}} \dots N\Delta\nu_{\text{мп}}$, об'єктивний контроль, розширення функціональних можливостей під час проведення випробувань ЛА у нічний час, збереження отриманої інформації, дотримання просторової стабілізації платформи, на якій розміщуються суміщена приймально-передавальна апаратура і ВМ по кутах азимута α і місця β та, в разі необхідності, його пошук (сканування сумарною діаграмою спрямованості (ДС) лазерного випромінювання у заданій зоні за заданим законом сканування).

Поставлена задача вирішується тим, що у канал-аналог, який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор подовжніх мод з багаточастотним розділенням каналів, модифікований блок дефлекторів, передавальну оптику, оптико-електронний модуль, який складений з телевізійного і інфрачервоного каналів, приймальну оптику, фотодетектор, широкосмуговий підсилювач, інформаційний блок, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, змішувачі, фільтри, фазову автопідстройку частоти на частоті міжмодових биттів, керуючий генератор, опорний генератор з частотою підставки $\Delta\nu_{\text{п}}$, формувач імпульсів, схему "І", формувач мірних імпульсів, лічильник, дешифратор, електронну обчислювальну машину та $6\Delta\nu_{\text{м}}$ - введення опорної частоти ($6\Delta\nu_{\text{м оп}}$) від передавального лазера (Лн+СПМ БРК), додатково введено гіростабілізовану платформу (ГСП).

Побудова каналу вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів та додаткового сканування для мобільної суміщеної 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 R' ЛА у широкому діапазоні дальностей,

починаючи з початкового моменту його польоту, багатоканальному (N) інформаційному взаємозв'язку з ним на частотах міжмодових биттів, здійсненні об'єктивного контролю у денних і нічних умовах, збереженні інформації, яка оброблена під час проведення випробувань ЛА, забезпеченні просторової стабілізації платформи, на якій розмішуються суміщена приймально-передавальна апаратура і виконавчі механізми та, в разі необхідності, його пошук.

На фіг. 1 наведено передавальний бік узагальненої структурної схеми запропонованого каналу, де: I - вимірювальний сигнал; II - інформаційний сигнал; III - комбінований сигнал у видимому і інфрачервоному діапазонах.

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

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

Запропонований канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів та додаткового сканування для мобільної суміщеної вимірювальної системи містить керуючий елемент 1, блок керування дефлекторами 2, лазер з накачкою 3, селектор подовжніх мод з багаточастотним розділенням каналів 4, модифікований блок дефлекторів 5, передавальну оптику 6, оптико-електронний модуль 7, який складений з телевізійного і інфрачервоного каналів, приймальну оптику 8, фотодетектор 9, ширококутовий підсилювач 10, інформаційний блок 11, резонансні підсилювачі 12, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, змішувачі (ЗМ 1-13 і ЗМ 2-14), фільтри (Ф 1-15 і Ф 2-16), фазову автопідстройку частоти на частоті міжмодових биттів 17, керуючий генератор 18, опорний генератор 19 з частотою підставки Δv_n , формувач імпульсів 20, схему "і" 21, формувач мірних імпульсів 22, лічильник 23, дешифратор 24, електронну обчислювальну машину 25, гіростабілізовану платформу 26 та $6\Delta v_m$ - введення опорної частоти ($6\Delta v_{m\text{оп}}$) від передавального лазера (Лн+СПМ БРК).

Робота запропонованого каналу вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів та додаткового сканування для мобільної суміщеної вимірювальної системи полягає у наступному.

Зі спектра випромінювання одномодового багаточастотного з синхронізацією подовжніх мод лазера-передавача (Лн) за допомогою СПМ БРК виділяються необхідні пари частот для створення:

- багатоканального (N) інформаційного зв'язку, за умови використання сигналів комбінацій подовжніх мод (на різницевій частоті міжмодових биттів $\Delta v_{101}=v_{10}-v_1=9\Delta v_m, \dots N\Delta v_{mn}$);

- РСН на основі формування сумарної ДС лазерного випромінювання, за допомогою 4-х парціальних діаграм спрямованості, що частково перетинаються, за умови використання комбінацій подовжніх мод ("підфарбованих" різницевиими частотами міжмодових биттів):

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

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

Груповий лазерний сигнал, який складений з частот міжмодових биттів $N\Delta v_{mn}$, минаючи МБД, потрапляє на ПРДО, де змішується (модулюється) з інформаційним сигналом від ІБ та формує багатоканальний (N) інформаційний сигнал, що передається на ЛА (створення взаємозв'язку).

Водночас імпульсний лазерний сигнал (вимірювальний) частот міжмодових биттів $\Delta v_m, 2\Delta v_m, 3\Delta v_m$ і $6\Delta v_m$ надходить на МБД, що складається з 4-х п'єзоелектричних дефлекторів. Парціальні ДС лазерного випромінювання попарно зустрічно сканують МБД 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 в скановані точки простору, оскільки здійснюється зустрічне сканування двома парами ДС лазерного випромінювання у кожній з двох ортогональних площин α і β (X і Y).

При цьому інформаційний лазерний сигнал частот $9\Delta v_m \dots N\Delta v_{mn}$ проходить вдовж РСН (фіг. 2).

Прийняті ПРМО від ЛА інформаційний та відбиті, в процесі сканування чотирьох ДС, лазерні імпульсні сигнали і огинаючі сигнали ДС лазерного випромінювання за допомогою фотодетектора перетворюються в електричні імпульсні сигнали на різницевих частотах міжмодових биттів.

Підсилені ширококутовим підсилювачем, вони розподіляються:

- в ІБ для обробки інформації, яка приймається від ЛА;

- 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.

При цьому імпульсні сигнали радіочастоти, що надходять з РП4 (РП $6\Delta v_M$), формують сигнал радіальної швидкості R' , а РП 1 (РП Δv_M), РП 2 (РП $2\Delta v_M$) і РП 3 (РП $3\Delta v_M$) - формують сигнали для інших вимірювальних каналів КЛС.

Принцип вимірювання радіальної швидкості ЛА для МСВС полягає у наступному. На перший змішувач (ЗМ1) від РП 4 (РП $6\Delta v_M$) подається сигнал з частотою $6\Delta v_M$ від, який змішується через зворотний зв'язок з сумішню частот $6\Delta v_M$ від + v_M п, від КГ та фільтрується. У ФАПЧ на частоті міжмодових биттів цей сигнал змішується з частотою v_n від ОГ. Отриманий сигнал з частотою Δv_r з виходу А керуючого генератора подається на вхід другого змішувача (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". На лічильник проходить пачка імпульсів, обумовлена мірним інтервалом від ФМ1. Виділена дешифратором кількість рахункових імпульсів пропорційна частоті v_M допл, перетворюється у ЕОМ у цифро-аналоговий сигнал, що у цифровому вигляді відображає радіальну швидкість ЛА на цифровому табло.

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

Відображення інформації, що приймається (передається) від ЛА, об'єктивний контроль та обробка (вимірювання) кутової швидкості відбувається в 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, яка поступає на ЕОМ здійснюється за рахунок використання технології синтезу часу параметризованих паралельних програм.

Кількість інформаційних каналів (N) залежить від кількості комбінацій парних мод (несучих частот v_n), які мають необхідні вихідні характеристики для використання.

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

В разі необхідності виявлення ЛА під час його пошуку, груповий сигнал, який складений з частот міжмодових биттів, за допомогою МБД сканується сумарною ДС у заданій зоні за заданим законом сканування, де кут та напрямок відхилення ДС задається БКД (фіг. 1, 2).

Джерела інформації:

1. Патент на корисну модель № 81936, Україна, МПК G01 S 17/42, G01 S 17/66. Канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів та додаткового сканування для полігонного випробувального комплексу. / О.В. Коломійцев, І.І. Сачук, Г.В. Альошин та ін. - № u201302169; заяв. 21.02.2013; опубл. 10.07.2013; Бюл. № 13. - 5 с.

2. Патент на корисну модель № 99173, Україна, МПК G01 S 17/42, G01 S 17/66. Канал вимірювання радіальної швидкості літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів та додаткового сканування для комбінованої лазерної системи. / О.В. Коломійцев, І.І. Сачук, Г.В. Альошин та ін. - № u201412014; заяв. 06.11.2014; опубл. 25.05.2015; Бюл. № 10. - 5 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 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 використанням частот міжмодових биттів та додаткового сканування для комбінованої лазерної системи, який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою (Лн), селектор подовжніх мод з багаточастотним розділенням каналів (СПМ БРК), модифікований блок дефлекторів, передавальну оптику, оптико-електронний модуль, який складений з телевізійного і інфрачервоного каналів, приймальну оптику, фотодетектор, ширококутовий підсилювач, інформаційний блок, 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, електронну обчислювальну машину та

$6\Delta\nu_m$ - введення опорної частоти ($6\Delta\nu_{m\text{ on}}$) від передавального лазера (Лн+СПМ БРК), який **відрізняється** тим, що додатково введено гіростабілізовану платформу.

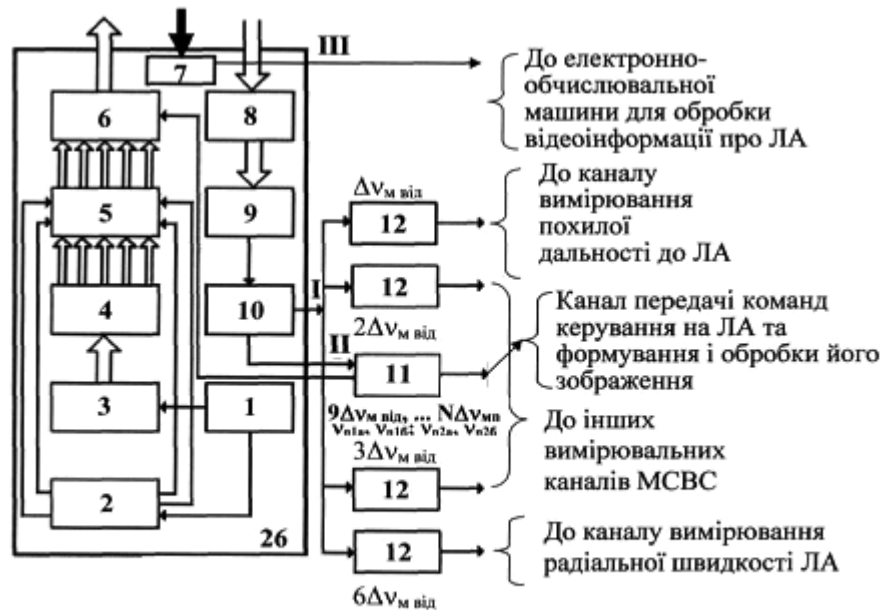


Fig. 1

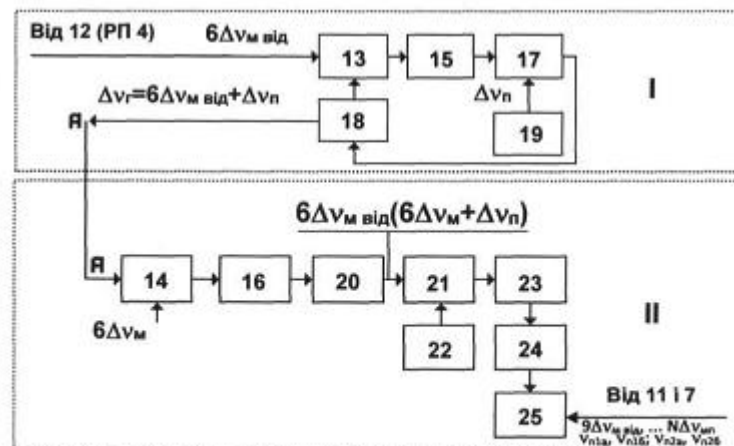
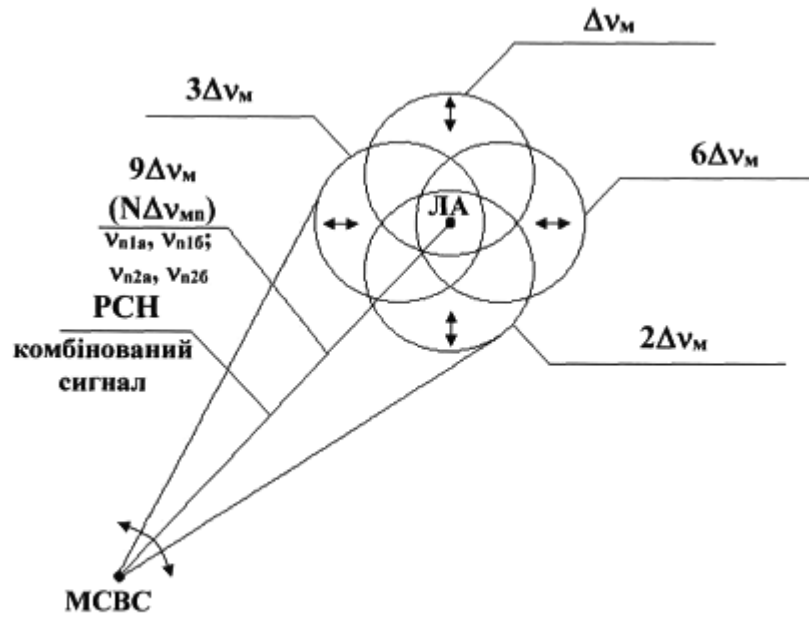


Fig. 2



Фіг. 3

Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

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