



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 151679

(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

(21) Номер заявки: **u 2022 01709**

(22) Дата подання заявки: **24.05.2022**

(24) Дата, з якої є чинними
права інтелектуальної
власності: **26.08.2022**

(46) Публікація відомостей
про державну
реєстрацію: **25.08.2022, Бюл.№ 34**

(72) Винахідник(и):

Коломійцев Олексій Володимирович
(UA),

Заковоротний Олександр Юрійович (UA),

Кучук Георгій Анатолійович (UA),

Єльчанінов Дмитро Борисович (UA),

Івашко Андрій Васильович (UA),

Корольова Яна Юріївна (UA),

Носик Андрій Михайлович (UA),

Петрукович Дмитро Євгенович (UA),

Пугачов Роман Володимирович (UA),

Соболь Максим Олегович (UA),

Усик Вікторія Валеріївна (UA),

Фастовський Едуард Георгійович (UA)

(73) Володілець (володільці):

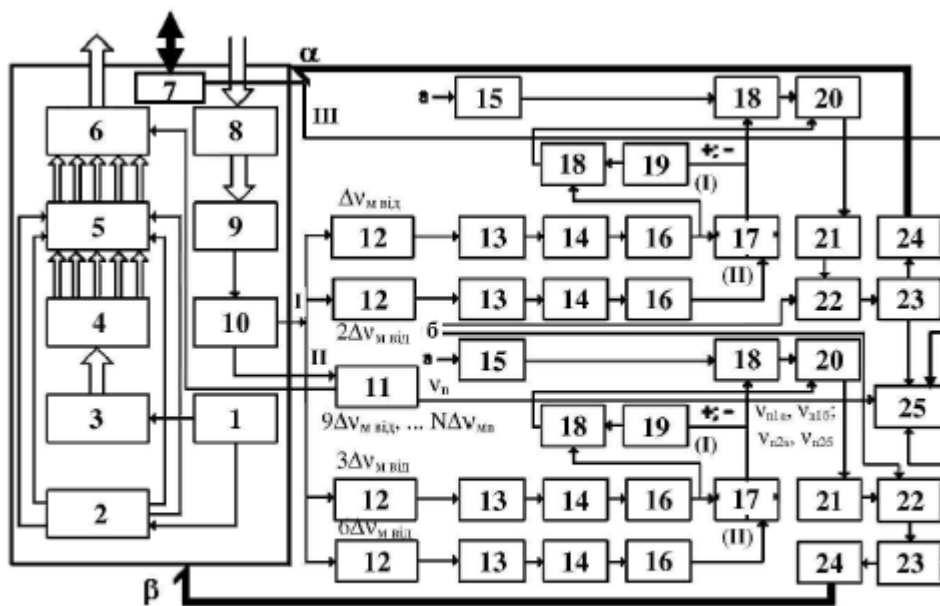
Коломійцев Олексій Володимирович,
вул. Астрономічна, 35-а, кв. 88, м. Харків,
61085 (UA)

**(54) КАНАЛ АВТОМАТИЧНОГО СУПРОВОДЖЕННЯ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ЗА НАПРЯМКОМ З
МОЖЛИВІСТЮ ЇХ ПОШУКУ, ФОРМУВАННЯ І ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕННЯ ТА КІБЕРНЕТИЧНИМ
ЗАХИСТОМ ОТРИМАНОЇ ІНФОРМАЦІЇ**

(57) Реферат:

Канал автоматичного супроводження літальних апаратів за напрямком з можливістю їх пошуку, формування і обробки зображення та кібернетичним захистом отриманої інформації містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор подовжніх мод з багаточастотним розділенням каналів, модифікований блок дефлекторів, передавальну оптику, радіолокаційний модуль, який складений з антени, приймально-передавальної апаратури і апаратури захисту від поміх, приймальну оптику, фотодетектор, широкопasmовий підсилювач, модифікований інформаційний блок, резонансні підсилювачі настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, детектори, фільтри, формувачі імпульсів, тригери ("1"/"0"), схеми "і", лінії затримки, лічильники, цифро-аналогові перетворювачі, фільтри нижніх частот, підсилювачі (фільтри) сигналу похибки, виконавчі механізми, спеціалізовану електронну обчислювальну машину та а - введення опорного сигналу з частотою $\Delta\nu_m$ від передавального лазера, б - введення сигналу від каналу вимірювання кутових швидкостей літального апарата.

UA 151679 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 автоматичного супроводження літальних апаратів за напрямком з використанням частот міжмодових биттів та можливістю пошуку, формування і обробки зображення ЛА" [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), модифікований інформаційний блок (МІБ), резонансні підсилювачі (РП), настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, детектори (Дет), фільтри (Ф), формувачі імпульсів (ФІ), тригери (Тр) ("1"|"0"), схеми "і" ("І"), лінії затримки (ЛЗ), лічильники (ЛЧ), цифро-аналогові перетворювачі (ЦАП), фільтри нижніх частот (ФНЧ), підсилювачі (фільтри) сигналу похибки (ПСП), виконавчі механізми (ВМ), електронно-цифрову обчислювальну машину (ЕЦОМ) та а - введення опорного сигналу з частотою $\Delta\nu_m$ від передавального лазера, б - введення сигналу від каналу вимірювання кутових швидкостей літального апарата (ЛА).

Недоліком відомого каналу є те, що він не забезпечує збереження інформації, яка оброблена під час проведення випробувань ЛА.

Найбільш близьким аналогом до запропонованої корисної моделі є "Канал автоматичного супроводження літальних апаратів за напрямком з використанням частот міжмодових биттів та можливістю пошуку, формування і обробки зображення ЛА для полігонного випробувального комплексу" [2], який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор подовжніх мод з багаточастотним розділенням каналів, модифікований блок дефлекторів, передавальну оптику, приймальну оптику, фотодетектор, широкосмуговий підсилювач, модифікований інформаційний блок, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, детектори, фільтри, формувачі імпульсів, тригери ("1"|"0"), схеми "і", лінії затримки, лічильники, цифро-аналогові перетворювачі, фільтри нижніх частот, підсилювачі (фільтри) сигналу похибки, виконавчі механізми, електронну обчислювальну машину (ЕОМ) та а - введення опорного сигналу з частотою $\Delta\nu_m$ від передавального лазера, б - введення сигналу від каналу вимірювання кутових швидкостей ЛА.

Недоліком каналу найближчого аналога 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 автоматичного супроводження літальних апаратів за напрямком з можливістю їх пошуку, формування і обробки зображення та кібернетичним захистом отриманої інформації, який дозволить здійснювати виявлення ЛА, його захват, стійке кутове автоматичне супроводження, високоточне вимірювання кутів азимута α і місця β у широкому діапазоні дальностей, у будь-який час року і доби, за будь-якої погоди, багатоканальну (N) передачу команд керування ЛА на частотах міжмодових биттів $9\Delta\nu_m \dots N\Delta\nu_{\text{мп}}$ збереження і захист інформації, яка оброблена під час проведення випробувань та, в разі необхідності, пошук ЛА у заданій зоні простору за заданим законом сканування діаграмами спрямованості (ДС), формування і обробку його зображення.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що у канал найближчого аналога, який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор подовжніх мод з багаточастотним розділенням каналів, модифікований блок дефлекторів, передавальну оптику, приймальну оптику, фотодетектор, широкосмуговий підсилювач, модифікований інформаційний блок, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, детектори, фільтри, формувачі імпульсів, тригери ("1"|"0"), схеми "і", лінії затримки, лічильники, цифро-аналогові перетворювачі, фільтри нижніх частот, підсилювачі (фільтри) сигналу похибки, виконавчі механізми, електронну обчислювальну машину (ЕОМ) та а - введення опорного сигналу з частотою $\Delta\nu_m$ від передавального лазера, б - введення сигналу від каналу вимірювання кутових швидкостей ЛА, згідно з корисною моделлю, 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 автоматичного супроводження літальних апаратів за напрямком з можливістю їх пошуку, формування і обробки зображення та кібернетичним захистом отриманої інформації пов'язана з використанням одномодового багаточастотного з синхронізацією подовжніх мод випромінювання єдиного лазера-передавача, частотно-часового методу вимірювання [3] та РЛМ.

Технічний результат, який може бути отриманий при здійсненні корисної моделі, полягає у виявленні ЛА, його захваті, стійкому кутовому автоматичному супроводженні, високоточному

вимірюванні кутів азимута і місця у широкому діапазоні дальностей, у будь-який час року і доби, за будь-якої погоди, багатоканальний (N) передачі команд керування на ЛА на частотах міжмодових биттів, збереженні і захисті інформації, яка оброблена та, в разі необхідності, пошуку ЛА у заданій зоні простору, формуванні і обробки його зображення.

5 Корисна модель пояснюється кресленнями.

На фіг. 1 приведена узагальнена структурна схема запропонованого каналу, де: I - вимірювальний сигнал; II - інформаційний сигнал та сигнал з просторовою модуляцією поляризації; III - радіолокаційний сигнал; а - введення опорного сигналу з частотою Δv_m ($3\Delta v_m$) від лазера-передавача; б - введення сигналу від каналу вимірювання кутових швидкостей ЛА.

10 На фіг. 2 приведено створення рівносигнального напрямку (РСН) та сканування сумарною ДС лазерного випромінювання (ЛВ) у невеликому куті і окремо 4-ма ДС ЛВ у ортогональних площинах.

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

На фіг. 4 приведені епюри напруг з виходів блоків запропонованого каналу.

15 На фіг. 5 приведені епюри напруг з виходів блоків запропонованого каналу, які визначають полярність, де: а) - для визначення знаку "+"; б) - для визначення знаку "-".

На фіг. 6 приведено кут відхилення ЛА від РСН відносно МОІВС.

Запропонований канал автоматичного супроводження літальних апаратів за напрямком з можливістю їх пошуку, формування і обробки зображення та кібернетичним захистом отриманої інформації 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, радіолокаційний модуль 7, який складений з антени, приймально-передавальної апаратури і апаратури захисту від завад, приймальну оптику 8, фотодетектор 9, широкопasmовий підсилювач 10, модифікований інформаційний блок 11, резонансні підсилювачі 12, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, детектори 13, фільтри 14, формувачі імпульсів (ФІ 1-15, ФІ 2-16), тригери ("1"|"0") 17, схеми "і" 18, лінії затримки 19, лічильники 20, цифро-аналогові перетворювачі 21, фільтри нижніх частот 22, підсилювачі (фільтри) сигналу похибки 23, виконавчі механізми 24, спеціалізовану електронну обчислювальну машину 25 та а - введення опорного сигналу з частотою Δv_m від передавального лазера, б - введення сигналу від каналу вимірювання кутових швидкостей ЛА.

Робота запропонованого каналу автоматичного супроводження літальних апаратів за напрямком з можливістю їх пошуку, формування і обробки зображення та кібернетичним захистом отриманої інформації 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:

$$\Delta v_{101} = v_{10} - v_1 = 9\Delta v_m, \dots N\Delta v_m);$$

40 - лазерного сигналу з просторовою модуляцією поляризації, за умови використання сигналу з двох подовжніх мод (несучих частот v_{n1} , v_{n2});

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

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

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

Лазерний сигнал, який складений з частот міжмодових биттів $N\Delta v_m$, минаючи МБД, потрапляє на ПРДО, де змішується (модулюється) з інформаційним сигналом від МІБ та формує багатоканальний (N) інформаційний сигнал, що передається на ЛА (фіг. 1, 2).

50 За допомогою СПМ БРК та МІБ створюються два лазерні сигнали з просторовою модуляцією поляризації шляхом розведення ЛВ (кожної несучої частоти v_{n1} та v_{n2}) на два променя (вертикальної і горизонтальної поляризаціями) з поворотом площини поляризації на кут 90° в одному з них (v_{n1a} , v_{n1b} , та v_{n2a} , v_{n2b} , фіг. 3).

При цьому випромінювання апертури першого і другого каналів в апертурній площині UOV рознесені на відстані ρ . Різність ходу пучків до картинної площини ЛА XOY змінюється вдовж осі X від точки до точки. Обумовлена цим різність фаз між поляризованими компонентами, що ортогональні, поля у картинній площині також змінюється від точки до точки. Залежно від різності фаз 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. 60 Період зміни вигляду поляризації визначається базою між випромінювачами ρ та відстанню до

картинної площині R. Розподіл інтенсивності в реєстрованому зображенні ЛА промодульовано за гармонійним законом з коефіцієнтом модуляції і дорівнює значенню ступеня поляризації ЛВ, що відбито, в даній ділянці поверхні ЛА.

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

При цьому груповий (інформаційний) лазерний сигнал частот $9\Delta v_m \dots N\Delta v_m$ та лазерні сигнали з просторовою модуляцією поляризації (v_{n1a} , v_{n1b} , та v_{n2a} , v_{n2b}) проходять вдовж РСН (фіг. 2).

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, відображається у СЕОМ. Тому у МІБ здійснюється поляризаційна обробка поля, що приймається.

Прийняті ПРМО від ЛА, відбиті у процесі сканування 4-ох ДС ЛВ, лазерні імпульсні сигнали і огинаючі сигнали ДС ЛВ за допомогою ФТД перетворюються у електричні імпульсні сигнали на різницевих частотах міжмодових биттів. Підсилені ШП вони розподіляються:

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

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

Імпульсні сигнали радіочастоти, що надходять з РП Δv_m і РП $2\Delta v_m$ формують сигнал похибки по куту α , а РП $3\Delta v_m$ і РП $6\Delta v_m$ - по куту β .

Введення імпульсного сигналу (а) з опорного каналу Δv_m , перетвореного ФІ1 у "пачки" опорних імпульсів на частоті Δv_m оп, надходить на схему "І". Виділений і підсилений імпульсний сигнал з РП Δv_m від частоти міжмодових биттів Δv_m від (фіг. 4, 5) детектується Дет у вигляді огинаючої сигналу, що змінюється за законом руху ДС ЛВ і, після проходження Ф, перетворюється у ФІ2 у точках переходів періодів сканування в імпульси (один імпульс за період сканування) та надходить на Тр "1", перекидуючи його.

У цей же час, виділений і посилений РП $2\Delta v_m$ від, імпульсний сигнал частоти міжмодових биттів $2\Delta v_m$ від детектується, виділяючи огинаючу сигналу, що змінюється за таким же законом і, проходячи Ф, перетворюється у ФІ2 у точках переходів періодів коливань в імпульси (один імпульс за період сканування) та надходить на Тр "0", встановлюючи його у вихідний стан.

Задача вимірювання часового інтервалу із заданою точністю у схемі "І" полягає у встановленні критерію початку і кінця відліку часового інтервалу за визначеними характеристиками значення імпульсних сигналів, що надходять на входи схеми "І".

У зв'язку з тим, що передній фронт імпульсу досить малий у порівнянні з дозволом, що вимагається за часом, характерними значеннями сигналу, що визначають початок і кінець відліку часового інтервалу, є граничне значення U_n (порогове значення напруги) (фіг. 4).

Завдяки періодичному за цикл сканування відкриттю і закриттю Тр схеми "І", регулюється проходження імпульсів у схемі "І" від ФІ1, тобто відбувається виділення "пачок" імпульсів, число яких пропорційно куту відхилення ЛА від РСН (фіг. 4-6).

Підраховані Лч імпульси перетворюються ЦАП у аналоговий сигнал похибки з необхідним знаком, що змішується у ФНЧ з імпульсним сигналом від каналу вимірювання кутових швидкостей ЛА (б) для уточнення похибки збігу по кутах.

Завдяки врахуванню вимірювальної інформації від каналу вимірювання кутових швидкостей (б) у ФНЧ усуваються динамічна і флуктуаційна похибки фільтрації.

Отриманий сигнал, відфільтрований у ФНЧ і підсилений ПСП, відпрацьовується за допомогою ВМ (а), надходить від ПСП $_{\alpha}$ на вхід ЕОМ та виділяється у ній у вигляді числа, що пропорційне вимірюваному куту азимута α .

За умови, якщо ЛА знаходиться вище РСН, то на схему "I" першим надходить імпульс з ФІ2 міжмодової частоти Δv_m від, а на Тр надходить другим імпульс з ФІ2 міжмодової частоти $2\Delta v_m$ від (фіг. 1, 4, 5). На схему "I" від Тр подається строб, тривалість якого пропорційна відхиленню ЛА від РСН. Цей часовий інтервал вимірюється методом рахунку імпульсів частоти міжмодових биттів Δv_m . Оскільки тривалість строба залежить лише від величини відхилення ЛА від РСН, а не від сторони відхилення, спрацьовує схема визначення полярності сигналу похибки ("+" або "-").

За умови, якщо ЛА буде розташований нижче РСН, то першим надійде імпульс від ФІ2 з каналу $2\Delta v_m$ від, а другим - з каналу Δv_m від.

Визначення знаку "+" або "-", або сторони відхилення ЛА від РСН полягає у наступному (фіг. 1; 5 а, б).

За умови, якщо ЛА знаходиться вище РСН, то перший імпульс від каналу Δv_m від випереджає другий імпульс каналу $2\Delta v_m$ від (фіг. 1, 5 а). Оскільки строб від Тр затримується на час, що перевищує тривалість першого імпульсу (або другого), то схема збігів "I" не спрацьовує тому, що перший імпульс не збігається у часі з даним стробом. Знак сигналу похибки по куту α залишається позитивним ("+").

За умови, якщо ЛА знаходиться нижче РСН, то перший імпульс відстає від другого імпульсу, тому він збігається у часі зі стробом (фіг. 5 б). Схема "I" спрацьовує і змінює знак ("-" або полярність) напруги сигналу похибки по куту α . Імпульс зі схеми "I" подається на знаковий розряд Лч імпульсів з частотою Δv_m . Число імпульсів у Лч пропорційно куту відхилення α ЛА від РСН.

Форматування сигналу похибки по куту β відбувається таким же чином, як для сигналу похибки по куту α .

Виконавчі механізми ($ВМ_\alpha$ та $ВМ_\beta$) розвертають приймально-передавальну платформу таким чином, щоб ЛА знаходився на РСН запропонованого каналу, тобто на РСН сумарної ДС ЛВ.

Відображення інформації, що приймається (передається) від ЛА та обробка (вимірювання) кутів азимута α і міста β відбувається у СЕОМ. Для збереження інформації, яка оброблена під час проведення випробувань ЛА, у пам'яті СЕОМ використовується база 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, здійснюється 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).

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

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 сумарною ДС ЛВ МОІВС. Інформація від РЛМ надходить на СЕОМ.

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

Формування ДС ЛВ і 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 № 61870, Україна, МПК G01S 17/42, G01S 17/66. Канал автоматичного супроводження літальних апаратів за напрямком з використанням частот міжмодових биттів та можливістю пошуку, формування і обробки зображення ЛА / О.В. Коломійцев, С.В. Бугаєв, Д.Г. Васильєв та ін. - № u201104029; заяв. 04.04.2011; опубл. 25.07.2011; Бюл. № 14. - 14 с.

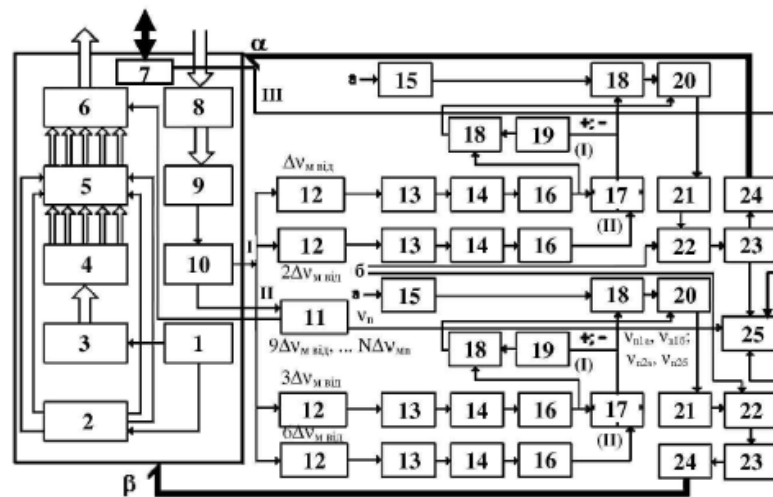
2. Патент на корисну модель № 85947, Україна, МПК G01S 17/42, G01S 17/66. Канал автоматичного супроводження літальних апаратів за напрямком з використанням частот міжмодових биттів та можливістю пошуку, формування і обробки зображення ЛА для

полігонного випробувального комплексу / О.В. Коломійцев, І.І. Сачук, Г.В. Альошин та ін. - № u201306337; заяв. 22.05.2013; опубл. 10.12.2013; Бюл. № 23. - 7 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.
5 /О.В. Коломійцев - № u201005225; заяв. 29.04.2010; опубл. 27.12.2010; Бюл. № 24. - 14 с.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- 10 Канал автоматичного супроводження літальних апаратів за напрямком з можливістю їх пошуку, формування і обробки зображення та кібернетичним захистом отриманої інформації, який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор подовжніх мод з багаточастотним розділенням каналів, модифікований блок дефлекторів, передавальну оптику, приймальну оптику, фотодетектор, широкосмуговий підсилювач, модифікований інформаційний блок, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти
15 міжмодових биттів, детектори, фільтри, формувачі імпульсів, тригери ("1"|"0"), схеми "і", лінії затримки, лічильники, цифро-аналогові перетворювачі, фільтри нижніх частот, підсилювачі (фільтри) сигналу похибки, виконавчі механізми, електронну обчислювальну машину (ЕОМ) та а - введення опорного сигналу з частотою Δv_m від передавального лазера, б - введення сигналу від каналу вимірювання кутових швидкостей літального апарата, який **відрізняється** тим, що як
20 електронну обчислювальну машину (ЕОМ) введено спеціалізовану ЕОМ та додатково введено радіолокаційний модуль, який складений з антени, приймально-передавальної апаратури і апаратури захисту від перешкод.



Фиг. 1

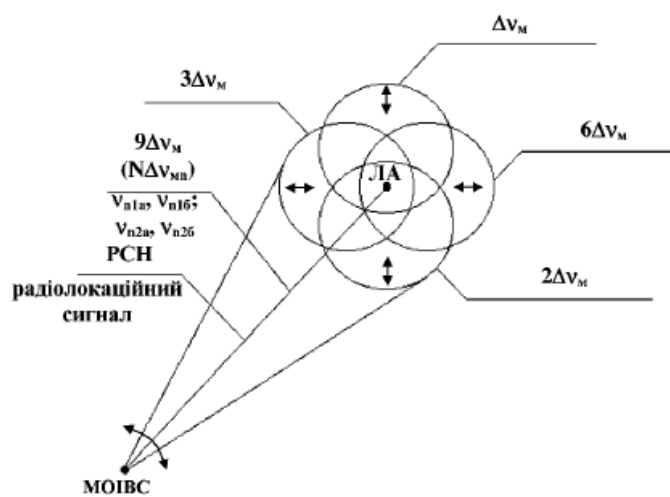


Fig. 2

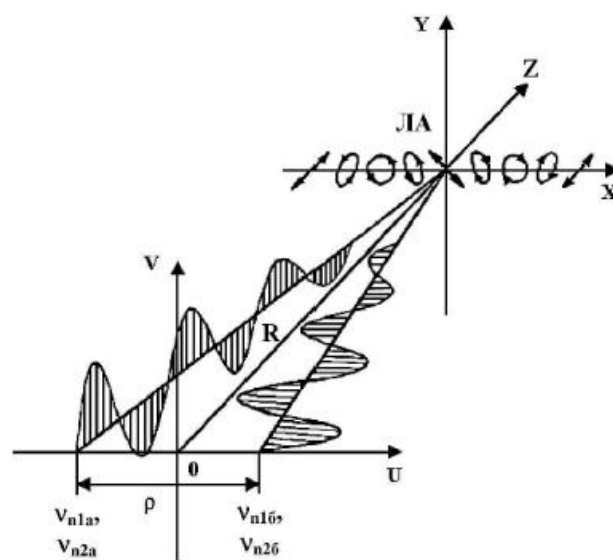
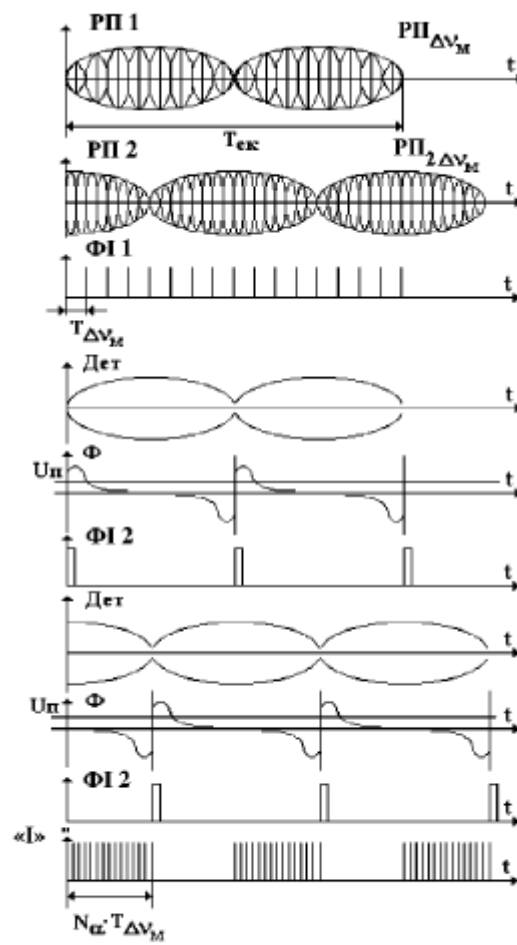
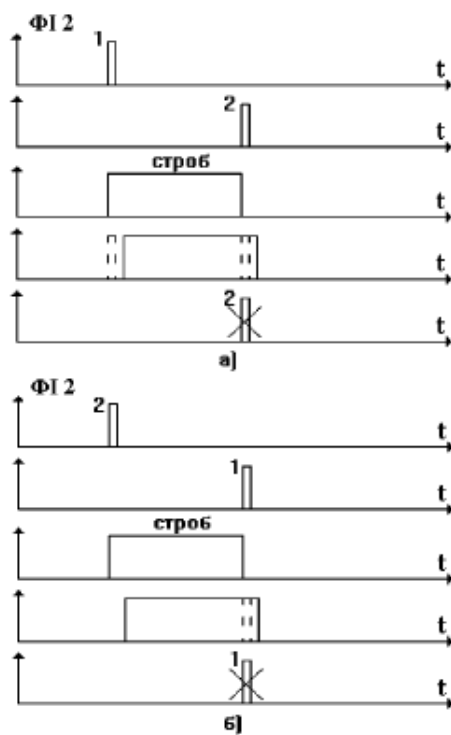


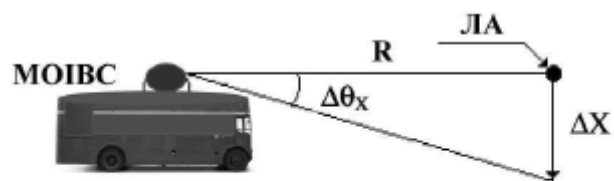
Fig. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6