



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 115001

(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 2016 11236**(22) Дата подання заявки: **07.11.2016**(24) Дата, з якої є чинними  
права на корисну  
модель: **27.03.2017**(46) Публікація відомостей **27.03.2017, Бюл.№ 6**  
про видачу патенту:

(72) Винахідник(и):

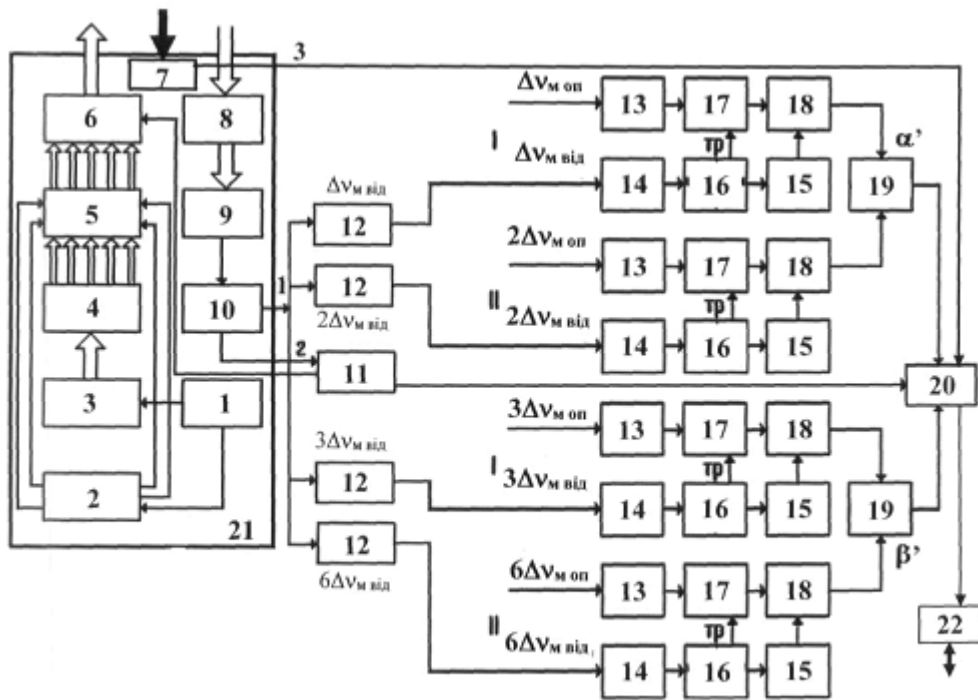
**Коломійцев Олексій Володимирович**  
**(UA),****Сачук Ігор Іванович (UA),****Альошин Геннадій Васильович (UA),****Батурін Олег Володимирович (UA),****Воїнов Валерій Вікторович (UA),****Герасимов Сергій Вікторович (UA),****Гогонянц Спартак Юрійович (UA),****Недашковський Андрій Анатолійович**  
**(UA),****Токарь Олександр Анатолійович (UA),****Толстолузька Олена Геннадіївна (UA)**

(73) Власник(и):

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ****УНІВЕРСИТЕТ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ІМЕНІ****ІВАНА КОЖЕДУБА,****вул. Сумська, 77/79, м. Харків, 61023 (UA)****(54) КАНАЛ ВИМІРЮВАННЯ КУТОВИХ ШВИДКОСТЕЙ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ЧАСТОТ МІЖМОДОВИХ БИТТІВ ДЛЯ МОБІЛЬНОЇ СУМІЩЕНОЇ ЛАЗЕРНОЇ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ****(57) Реферат:**

Канал вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів для мобільної суміщеної лазерної вимірювальної системи містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор подовжніх мод з багаточастотним розділенням каналів, 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, формувачі імпульсів, тригери, реверсивні лічильники, схеми "І", схеми порівняння, електронну обчислювальну машину, 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. Додатково введено апаратуру обміну даними.

UA 115001 U



Фиг. 1

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

Відомий "Канал вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів для комбінованої лазерної системи" [1], який містить керуючий елемент (КЕ), блок керування дефлекторами (БКД), лазер з накачкою (Лн), селектор подовжніх мод з багаточастотним розділенням каналів (СМП БРК), блок дефлекторів (БД), передавальну оптику (ПРДО), оптико-електронний модуль (ОЕМ), який складений з телевізійного і інфрачервоного каналів, приймальну оптику (ПРМО), фотодетектор (ФТД), широкопasmовий підсилювач (ШП), інформаційний блок (ІБ), резонансні підсилювачі (РП), настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувачі імпульсів (ФІ), тригери "1"|"0", схеми "і" ("І"), резонансні лічильники (РЛч), схеми порівняння (СП), електронну обчислювальну машину (ЕОМ) 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.

Недоліком 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  $\alpha$  і місця  $\beta$ .

Найбільш близьким до запропонованого технічним рішенням, вибраним як прототип, є "Канал вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів для мобільної суміщеної вимірювальної системи" [2], який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор подовжніх мод з багаточастотним розділенням каналів, блок дефлекторів, передавальну оптику, оптико-електронний модуль, який складений з телевізійного і інфрачервоного каналів, приймальну оптику, фотодетектор, широкопasmовий підсилювач, інформаційний блок, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувачі імпульсів, тригери, реверсивні лічильники, схеми "і", схеми порівняння, 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.

Недоліком каналу-прототипу є те, що він не здійснює обмін інформацією за радіоканалом з центральним командним пунктом (ЦКП).

В основу корисної моделі поставлена задача створити канал вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів для мобільної суміщеної лазерної вимірювальної системи, який дозволить здійснювати високоточне вимірювання кутових швидкостей літального апарату (ЛА), багатоканальну передачу команд керування на частотах міжмодових биттів  $9\Delta v_{\text{м}} \dots N\Delta v_{\text{мн}}$ , об'єктивний контроль у денний і нічний час, дотримання просторової стабілізації платформи, на якій розміщуються суміщена приймально-передавальна апаратура і ВМ по кутах азимута  $\alpha$  і місця  $\beta$  та обмін інформацією з споживачами ЦКП.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що у канал-прототип, який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор подовжніх мод з багаточастотним розділенням каналів, блок дефлекторів, передавальну оптику, оптико-електронний модуль, який складений з телевізійного і інфрачервоного каналів, приймальну оптику, фотодетектор, широкопasmовий підсилювач, інформаційний блок, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувачі імпульсів, тригери, реверсивні лічильники, схеми "і", схеми порівняння, електронну обчислювальну машину, 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, додатково введено апаратуру обміну даними (АОД).

Побудова каналу вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів для мобільної суміщеної лазерної вимірювальної системи пов'язана з використанням одномодового багаточастотного з синхронізацією подовжніх мод випромінювання єдиного лазера-передавача, частотно-часового методу (ЧЧМ) вимірювання [3], ОЕМ та АОД.

Технічний результат, який може бути отриманий при здійсненні корисної моделі, полягає у високоточному вимірюванні кутових швидкостей ЛА, багатоканальної передачі команд керування на частотах міжмодових биттів, здійсненні об'єктивного контролю у денних і нічних умовах, забезпеченні просторової стабілізації платформи та обміну інформацією з споживачами.

На Фіг. 1 приведена узагальнена структурна схема запропонованого каналу, де: 1 - для визначення вимірювальної інформації; 2 - для обробки інформації, що отримується від ЛА; 3 - комбінований сигнал у видимому і інфрачервоному діапазонах; введення опорних сигналів з частотами міжмодових биттів:  $\Delta v_{m\text{оп}}, 2\Delta v_{m\text{оп}}, 3\Delta v_{m\text{оп}}, 6\Delta v_{m\text{оп}}$ .

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

На Фіг. 3 приведені епюри напруг з виходів блоків пропонованого каналу.

Запропонований канал вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів для мобільної суміщеної лазерної вимірювальної системи містить керуючий елемент 1, блок керування дефлекторами 2, лазер з накачкою 3, селектор подовжніх мод з багаточастотним розділенням каналів 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, інформаційний блок 11, резонансні підсилювачі 12, налаштовані на відповідні частоти міжмодових биттів, формувачі імпульсів (ФІ 1-13, ФІ 2-14, ФІ 3-15), тригери 16, реверсивні лічильники 17, схеми "і" 18, схеми порівняння 19, електронну обчислювальну машину 20, 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.

20 Робота запропонованого каналу вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів для мобільної суміщеної лазерної вимірювальної системи полягає у наступному.

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

30 - РСН на основі формування сумарної ДС лазерного випромінювання, завдяки 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  $N\Delta v_{m\text{мн}}$ , минаючи БД, потрапляє на ПРДО, де змішується (модулюється) з інформаційним сигналом від ІБ та формує багатоканальний (N) інформаційний сигнал, що передається на ЛА (Фіг. 1, 2).

35 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 БД, що складається з 4-х п'єзоелектричних дефлекторів. Парціальні ДС лазерного випромінювання попарно зустрічно сканують БД у кожній з двох ортогональних площин (Фіг. 1, 2). Період сканування задається БКД, який разом з Лн живляться від керуючого елемента.

40 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  $\alpha$  і  $\beta$  (X і Y). При цьому інформаційний лазерний сигнал частот  $9\Delta v_m \dots N\Delta v_{m\text{мн}}$  - проходить вдовж РСН (Фіг. 2).

45 Прийняті ПРМО від ЛА інформаційні та, відбиті у процесі сканування чотирьох ДС, лазерні імпульсні сигнали і огинаючі сигнали ДС лазерного випромінювання за допомогою ФТД перетворюються в електричні імпульсні сигнали на несучій частоті і різницеви частотах міжмодових биттів. Підсилені широкосмуговим підсилювачем вони розподіляються:

- у ІБ для обробки інформації, що приймається від ЛА;
- 50 - по РП, які настроєні на відповідні частоти  $\Delta v_m, 2\Delta v_m, 3\Delta v_m, 6\Delta v_m$ .

При цьому імпульсні сигнали радіочастоти, що надходять з РП 1 і РП 2 (РП  $\Delta v_{m\text{від}}$  і РП  $2\Delta v_{m\text{від}}$ ) формують сигнал прискорення  $\alpha'$ , а РП 3 і РП 4 (РП  $3\Delta v_{m\text{від}}$  від і РП  $6\Delta v_{m\text{від}}$ ) - прискорення  $\beta'$ .

Формування сигналу прискорення  $\alpha'$  полягає у наступному.

Виділені імпульси  $\Phi 1$  першої I лінії від опорної частоти  $\Delta v_{\text{м оп}}$  надходять на реверсивний лічильник (РЛч 1) (Фіг. 3). У цей же час відбитий від ЛА оптичний сигнал частоти міжмодових биттів, який перетворюється ФТД у радіочастоту міжмодових биттів  $\Delta v_{\text{м від}}$ , змінюється за законом руху ДС лазерного випромінювання, перетворюється у другій лінії II  $\Phi 2$  у точках переходів півперіодів сканування в імпульси (один імпульс за півперіод сканування), надходить на тригер "1" та запускає його першим імпульсом. Імпульс від тригера, що надходить першим, відкриває РЛч для рахування імпульсів від  $\Phi 1$  і схему "I" та для перезапису на схему порівняння. Другий імпульс від тригера надходить на реверсивний вхід того ж РЛч, який здійснює зворотній рахунок імпульсів, що надходять через нього. Третій імпульс, що надходить на тригер і т.д., здійснює дію таким же чином, як перший. Другий імпульс не надходить на схему "I", а третій імпульс надходить, як і перший на  $\Phi 1$  3, схему "I", пропускає різностне число на схему порівняння і т.д. Таким чином, в РЛч записується число імпульсів, порівняно різності подовженого та покороченого (руху ДС) півперіоду сканування. Півперіод сканування подовжується тоді, коли швидкість руху ЛА співпадає зі швидкістю руху ДС лазерного випромінювання, а коли не співпадає - покорочується (Фіг. 3).

Формування сигналу прискорення  $\beta'$  відбувається таким же чином, як для прискорення  $\alpha'$ .

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

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 надходить на ЕОМ, здійснюється за рахунок використання технології синтезу часу параметризованих паралельних програм.

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

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

Формування ДС лазерного випромінювання, створення РСН пов'язано із задоволенням жорстких вимог, що пред'являються до спектра випромінювання одномодового багаточастотного лазера-передавача, тобто високоточної синхронізації подовжніх мод і стабілізації частот міжмодових биттів.

Джерела інформації:

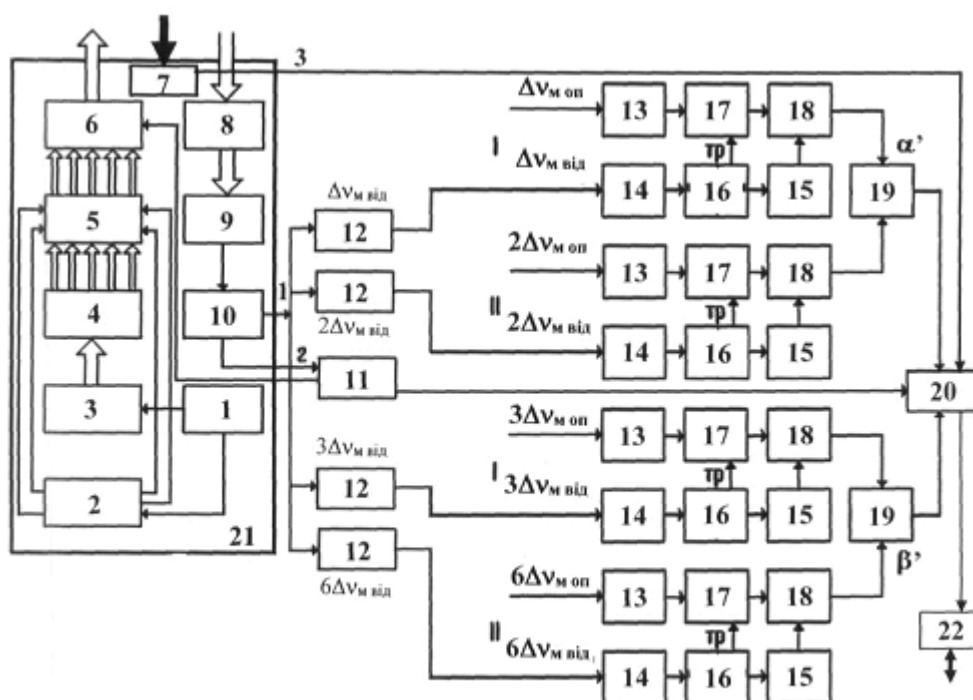
1. Патент України на корисну модель UA 95921, МПК G01S 17/42, G01S 17/66. Канал вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів для комбінованої лазерної системи. / О.В. Коломійцев, І.І. Сачук, Є.І. Жилін та ін. - заявка № u201408415; заяв. 24.07.2014; опубл. 12.01.2015; Бюл. № 1. - 5 с.

2. Патент України на корисну модель UA 104640, МПК G01S 17/42, G01S 17/66. Канал вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів для мобільної суміщеної вимірювальної системи. / О.В. Коломійцев, І.І. Сачук, Д.А. Гриб та ін. - заявка № u201507754; заяв. 03.08.2015; опубл. 10.02.2016; Бюл. № 3. - 5 с.

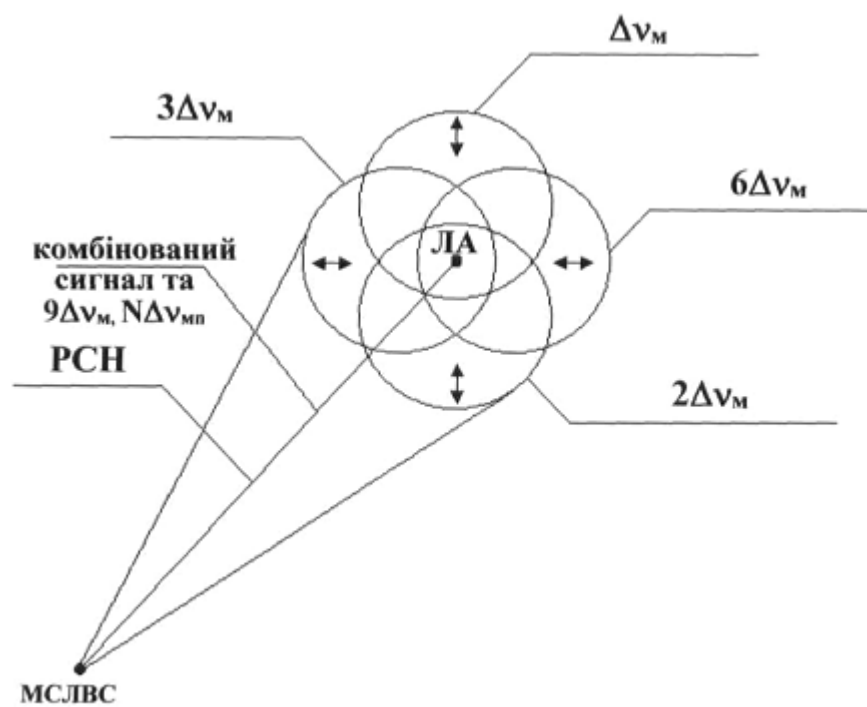
3. Патент України на корисну модель UA 55645, МПК G01S 17/42, G01S 17/66. Частотно-часовий метод пошуку, розпізнавання та вимірювання параметрів руху літального апарату. / О.В. Коломійцев. - заявка № u201005225; заяв. 29.04.2010; опубл. 27.12.2010; Бюл. № 24. - 14 с.

# ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

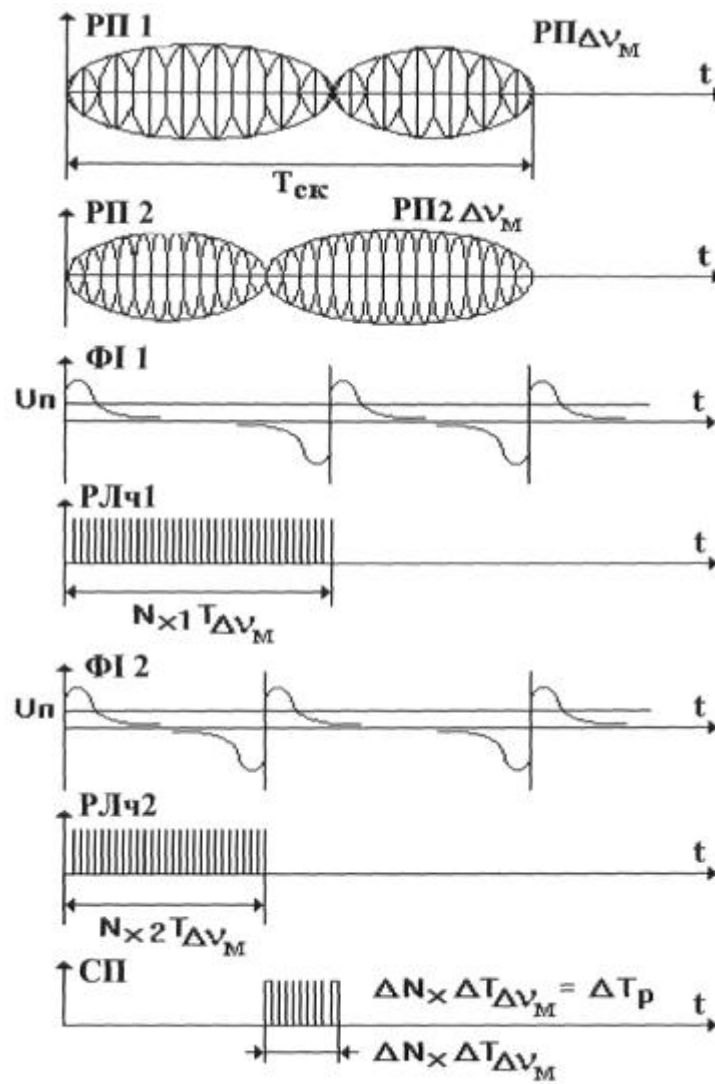
Канал вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів для мобільної суміщеної лазерної вимірювальної системи, який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор подовжніх мод з багаточастотним розділенням каналів, блок дефлекторів, 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, формувачі імпульсів, тригери, реверсивні лічильники, схеми "І", схеми порівняння, електронну обчислювальну машину, 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, який **відрізняється** тим, що додатково введено апаратуру обміну даними.



Фіг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

Комп'ютерна верстка Т. Вахричева

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