



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 155255

(13) U

(51) МПК

G01S 17/42 (2006.01)

G01S 17/66 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2023 04870**
(22) Дата подання заявки: **16.10.2023**
(24) Дата, з якої є чинними
права інтелектуальної
власності: **01.02.2024**
(46) Публікація відомостей
про державну
реєстрацію: **31.01.2024, Бюл.№ 5**

(72) Винахідник(и):
Коломійцев Олексій Володимирович
(UA),
Васюта Костянтин Станіславович (UA),
Третяк Вячеслав Федорович (UA),
Місюра Олег Миколайович (UA),
Бархударян Микола Віталійович (UA),
Глушко Анатолій Петрович (UA),
Кучеренко Юрій Федорович (UA),
Ковальчук Віктор Анатолійович (UA),
Литвин Андрій Володимирович (UA),
Красноруцький Андрій Олександрович
(UA),
Наконечний Олександр Анатолійович
(UA),
Піскун Сергій Володимирович (UA),
Романюк Олег Михайлович (UA),
Саїдова Оксана Сергіївна (UA),
Хабоша Сергій Миколайович (UA)
(73) Володілець (володільці):
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 ТА РАДІОКАНАЛОМ ДЛЯ МОБІЛЬНОЇ ОДНОПУНКТНОЇ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

(57) Реферат:

Канал вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів та радіоканалом для мобільної однопунктної інформаційно-вимірювальної системи містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор подовжніх мод з багаточастотним розділенням каналів, блок дефлекторів, передавальну оптику, радіолокаційний модуль, який складений з антени, приймально-передавальної апаратури і апаратури захисту від завад, приймальну оптику, фотодетектор, широкосмуговий підсилювач, інформаційний блок, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувачі імпульсів, тригери, реверсивні лічильники, схеми "і", схеми порівняння, спеціалізовану 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. Крім цього, додатково введено апаратуру обміну даними.

UA 155255 U

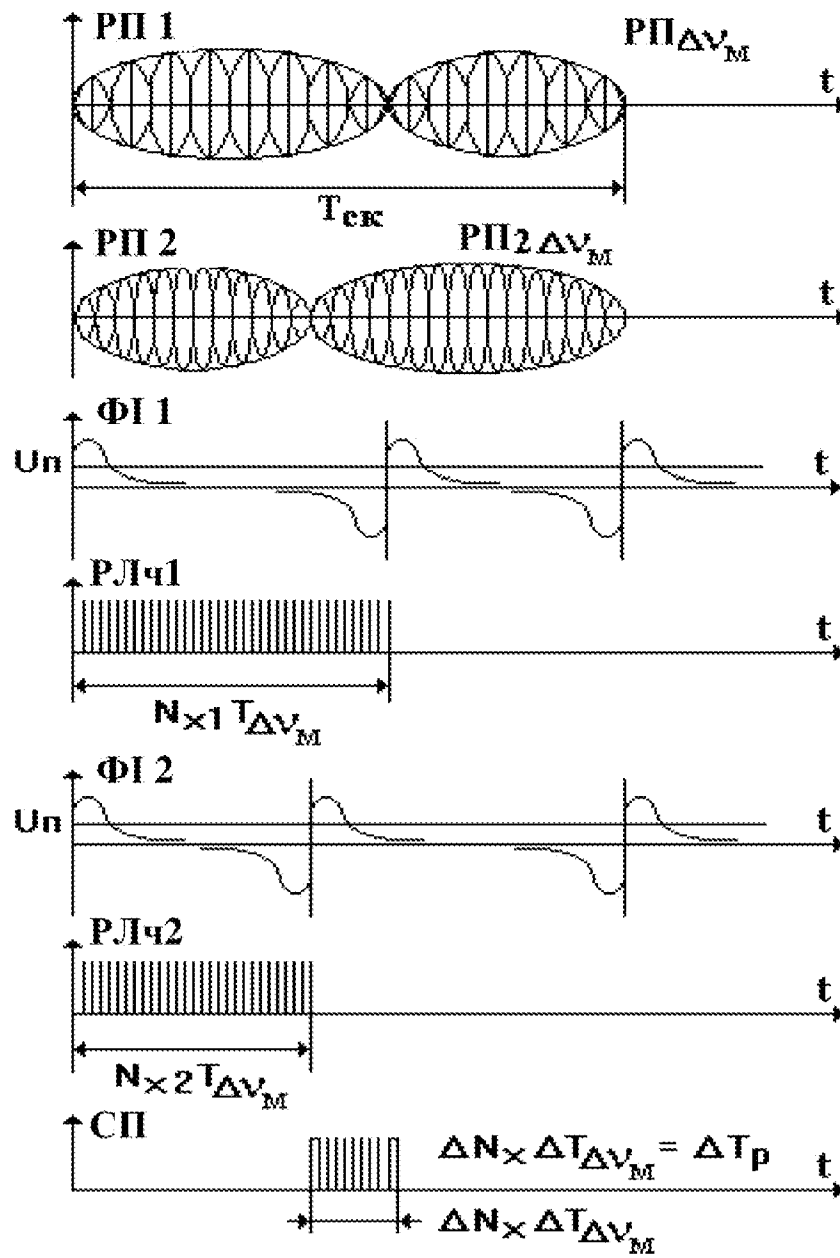


Fig.3

Запропонована корисна модель належить до галузі електрозв'язку і може бути використана для побудови мобільної однопунктної інформаційно-вимірювальної системи (МОІВС).

Відомий "Канал вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів та кібернетичним захистом інформації" [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), радіолокаційний модуль (РЛМ), який складений з антени, приймально-передавальної апаратури і апаратури захисту від завад, приймальну оптику (ПРМО), фотодетектор (ФТД), широкосмуговий підсилювач (ШП), інформаційний блок (ІБ), резонансні підсилювачі (РП), настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувачі імпульсів (ФІ), тригери "1"|"0" (Тр), схеми "І" ("І"), резонансні лічильники (РЛч), схеми порівняння (СП), спеціалізовану електронну обчислювальну машину (СЕОМ) 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.

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 α і місця β .

Найбільш близьким аналогом до запропонованої корисної моделі є "Канал вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів та гіростабілізацією для мобільної однопунктної інформаційно-вимірювальної системи" [2], який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор подовжніх мод з багаточастотним розділенням каналів, блок дефлекторів, передавальну оптику, радіолокаційний модуль, який складений з антени, приймально-передавальної апаратури і апаратури захисту від завад, приймальну оптику, фотодетектор, широкосмуговий підсилювач, інформаційний блок, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувачі імпульсів, тригери, схеми "І", реверсивні лічильники, схеми порівняння, спеціалізовану електронну обчислювальну машину, гіростабілізовану платформу (ГСП) 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.

Недоліком каналу найближчого аналога 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 та радіоканалом для мобільної однопунктної інформаційно-вимірювальної системи, який дозволить здійснювати виявлення ЛА, його захват, високоточне вимірювання кутових швидкостей у широкому діапазоні дальностей, починаючи з початкового моменту його польоту, у будь-який час року, доби і за будь-якої погоди, у будь-якій точці і за будь-яким рельєфом місцевості полігону, дотримання просторової стабілізації платформи, на якій розміщуються суміщена приймально-передавальна апаратура і ВМ по кутах азимута α і місця β , багатоканальний (N) інформаційний взаємозв'язок з ЛА на частотах міжмодових биттів $9\Delta v_{m \text{ оп}} \dots N\Delta v_{m \text{ оп}}$, збереження і захист інформації, яка оброблена під час проведення випробувань ЛА та обмін інформацією (даними) зі споживачами, які знаходяться на ЦКП.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що у канал вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів та радіоканалом для мобільної однопунктної інформаційно-вимірювальної системи, який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор подовжніх мод з багаточастотним розділенням каналів, блок дефлекторів, передавальну оптику, радіолокаційний модуль, який складений з антени, приймально-передавальної апаратури і апаратури захисту від завад, приймальну оптику, фотодетектор, широкосмуговий підсилювач, інформаційний блок, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувачі імпульсів, тригери, схеми "І", реверсивні лічильники, схеми порівняння, спеціалізовану електронну обчислювальну машину, гіростабілізовану платформу 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, згідно з корисною моделлю, додатково введено апаратуру обміну даними (АОД).

Побудова каналу вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів та радіоканалом 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 АОД.

Технічний результат, який може бути отриманий при здійсненні корисної моделі, полягає у виявленні ЛА, його захваті, високоточному вимірюванні кутових швидкостей у широкому

діапазоні дальностей, у будь-який час року, доби і за будь-якої погоди, у будь-якій точці і за будь-яким рельєфом місцевості полігону, багатоканальному інформаційному взаємозв'язку з ЛА на частотах міжмодових биттів, збереженні і захисті інформації, що оброблена під час проведення випробувань ЛА та обміну інформацією зі споживачами у реальному масштабі часу.

На фіг. 1 приведена узагальнена структурна схема запропонованого каналу, де: I - вимірювальний сигнал; II - інформаційний сигнал; III - радіолокаційний сигнал; введення опорних сигналів з частотами міжмодових биттів: $\Delta v_{m оп}$, $2\Delta v_{m оп}$, $3\Delta v_{m оп}$, $6\Delta v_{m оп}$.

На фіг. 2 приведено створення рівносигнального напрямку (РСН) та сканування 4-ма діаграмами спрямованості (ДС) лазерного випромінювання (ЛВ) 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 та радіоканалом для мобільної однопунктної інформаційно-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, 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 11, резонансні підсилювачі 12, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувачі імпульсів ($\Phi 1-13$, $\Phi 1-14$, $\Phi 1-15$), тригери 16, реверсивні лічильники 17, схеми "I" 18, схеми порівняння 19, спеціалізовану електронну обчислювальну машину 20, гіростабілізовану платформу 26, апаратуру обміну даними 27 та $\Delta v_{m оп}$ -введення опорних сигналів з частотами міжмодових биттів ($\Delta v_{m оп}$, $2\Delta v_{m оп}$, $3\Delta v_{m оп}$, $6\Delta v_{m оп}$) від передавального лазера.

Робота запропонованого каналу вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів та радіоканалом для мобільної однопунктної інформаційно-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 ЛВ, завдяки 4-м парціальним ДС ЛВ, що частково перетинаються, за умови використання комбінацій подовжніх мод ("підфарбованих" різницевиими частотами міжмодових биттів):

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

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

Груповий лазерний сигнал, який складений з частот міжмодових биттів $N\Delta v_{mn}$, минаючи БД, надходить на ПРДО, де змішується (модулюється) з інформаційним сигналом від ІБ та формує багатоканальний (N) інформаційний сигнал, що передається на ЛА (створення взаємозв'язку) (фіг. 1, 2).

Водночас імпульсний лазерний сигнал (вимірювальний) частот міжмодових биттів Δv_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 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.

Проходячи через ПРДО, груповий лазерний імпульсний сигнал пар частот:

$$v_5, v_4 = \Delta v_m, v_9, v_7 = 2\Delta v_m, v_6, v_3 = 3\Delta v_m \text{ та } v_8, v_2 = 6\Delta v_m,$$

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 інформаційний лазерний сигнал частот $9\Delta v_m \dots N\Delta v_{mn}$ та радіолокаційний сигнал проходять вдовж РСН (фіг. 2).

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

Підсилені ШП вони розподіляються:

- у ІБ для обробки інформації, що приймається від ЛА;

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

При цьому імпульсні сигнали радіочастоти, що надходять з РП Δv_m від та РП $2\Delta v_m$ від, формують сигнал прискорення α' , а РП $3\Delta v_m$ від та РП $6\Delta v_m$ від - прискорення β' .

Формування сигналу прискорення α' полягає у наступному.

Виділені імпульси $\Phi 1$ першої лінії від опорної частоти $\Delta v_{m\text{оп}}$ надходять на РЛч 1 (фіг. 3). У цей же час відбитий від ЛА оптичний сигнал частоти міжмодових биттів, який перетворюється ФТД у радіочастоту міжмодових биттів $\Delta v_{m\text{від}}$, змінюється по закону руху ДС ЛВ, перетворюється у другій лінії II $\Phi 2$ у точках переходів півперіодів сканування у імпульси (один імпульс за півперіод сканування), надходить на Тр "1" та запускає його першим імпульсом.

Імпульс від Тр, що надходить першим, відкриває РЛч для рахування імпульсів від $\Phi 1$ і схему "I" та для перезапису на СП. Другий імпульс від Тр надходить на реверсивний вхід того ж РЛч, який здійснює зворотний рахунок імпульсів, що надходять через нього. Третій імпульс, що надходить на Тр, і т.д. здійснюють дію таким же чином, як перший.

Другий імпульс не надходить на схему "I", а третій імпульс надходить, як і перший на $\Phi 3$, схему "I", пропускає різницеве число на СП і т.д. Таким чином, в РЛч записується число імпульсів, яке порівняно різниці подовженого та покороченого (руху ДС ЛВ) півперіоду сканування.

При цьому півперіод сканування подовжується тоді, коли швидкість руху ЛА співпадає зі швидкістю руху ДС ЛВ, а коли не співпадає - покорочується (фіг. 3).

Формування сигналу прискорення β' відбувається таким же чином, як для прискорення α' .

За несприятливих погодних умов (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. Інформація від РЛМ надходить на СЕОМ.

Обробка та відображення вимірювальної інформації про кутові швидкості ЛА 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).

Видача інформації (даних), 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 , що дозволяє застосовувати МОІВС на випробувальному полігоні у будь-якій точці та за будь-яким рельєфом місцевості.

Формування ДС ЛВ і 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 на корисну модель № 150154, Україна, МПК G01S 17/42, G01S 17/66. Канал вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів та кібернетичним захистом інформації /О.В. Коломійцев, Г.А. Кучук, Г.В. Гейко та ін. - № u202104847; заяв. 27.08.2021; опубл. 06.01.2022; бюл. № 1. - 5 с.

2. Патент на корисну модель № 152982, Україна, МПК G01S 17/42, G01S 17/66. Канал вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів та гіростабілізацією для мобільної однопунктної інформаційно-вимірювальної системи /О.В. Коломійцев, К.С. Васюта, В.А. Лупандін та ін. - № u202204344; заяв. 11.11.2022; опубл. 04.05.2023; бюл. № 16. - 5 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 /О.В. Коломійцев - № 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 та радіоканалом для мобільної однопунктної інформаційно-вимірювальної системи, який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор подовжніх мод з багаточастотним розділенням каналів, блок дефлекторів, передавальну оптику, радіолокаційний модуль, який складений з антени, приймально-передавальної апаратури і апаратури захисту від завад, приймальну оптику, фотодетектор, широкосмуговий підсилювач, інформаційний блок, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувачі імпульсів, тригери, реверсивні лічильники, схеми "І", схеми порівняння, спеціалізовану електронну обчислювальну машину, гіростабілізовану платформу 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, який **відрізняється** тим, що додатково введено апаратуру обміну даними.

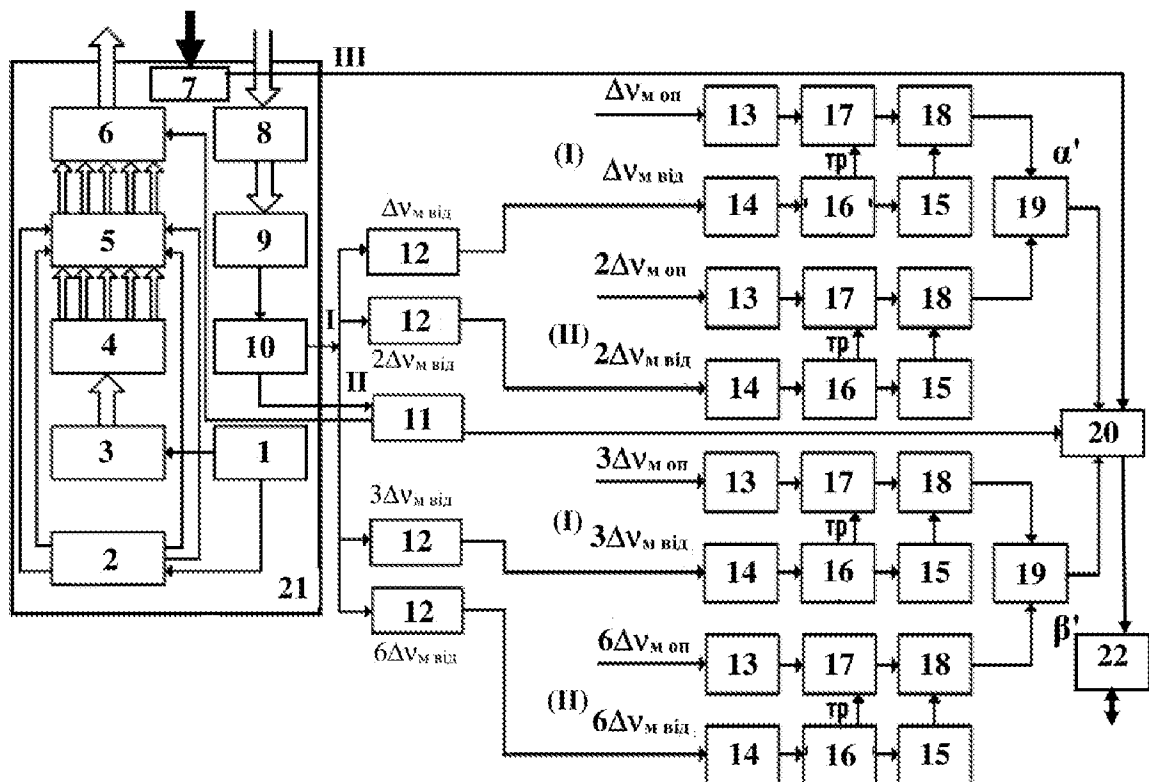


Fig.1

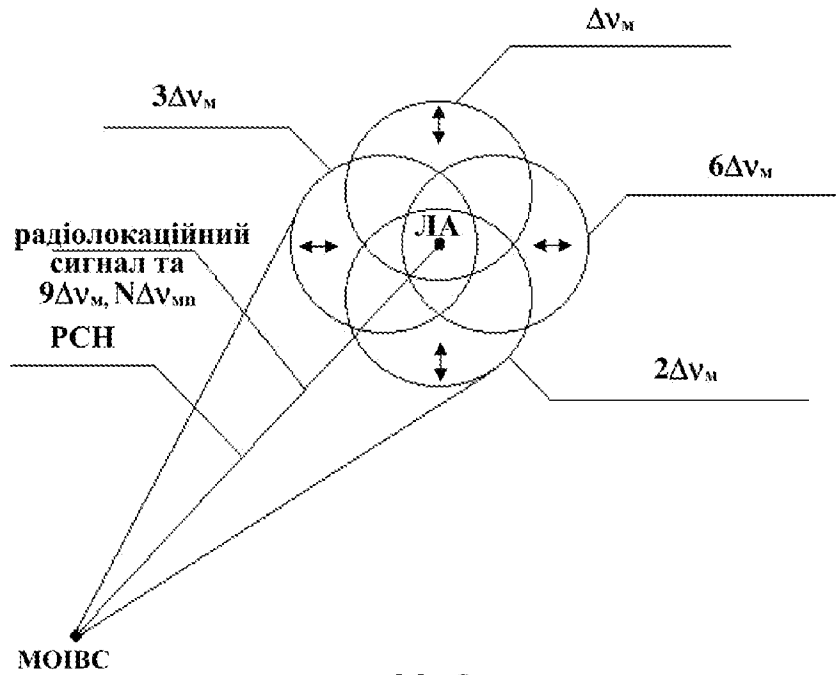


Fig.2

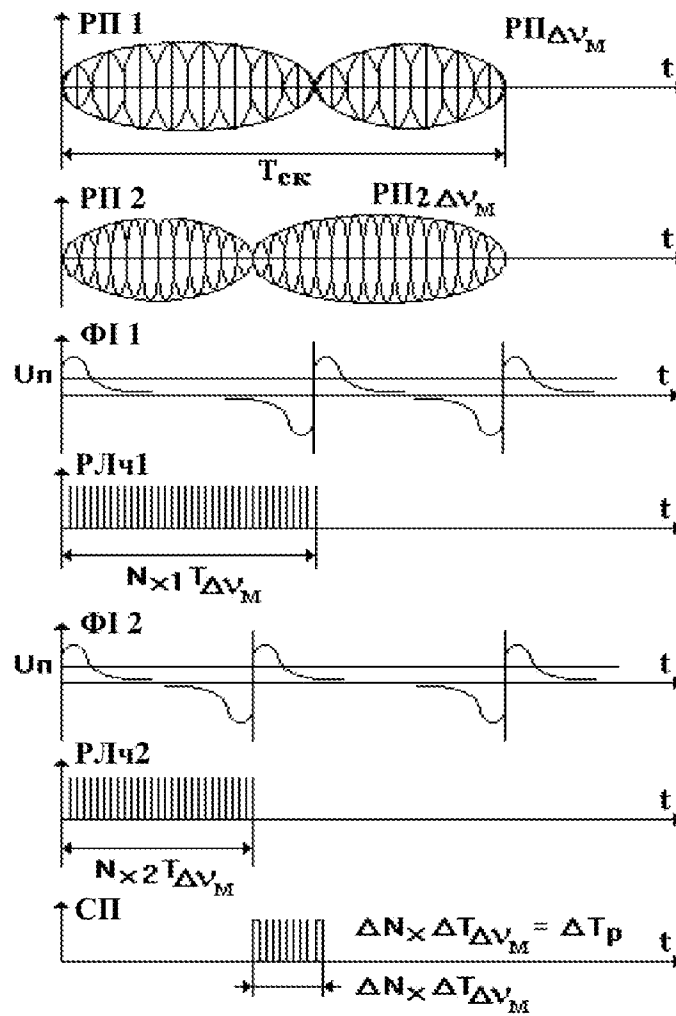


Fig.3

