



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 159169

(13) U

(51) МПК

G01S 17/42 (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 2025 00126**

(22) Дата подання заявки: **10.01.2025**

(24) Дата, з якої є чинними
права інтелектуальної
власності: **01.05.2025**

(46) Публікація відомостей
про державну
реєстрацію: **30.04.2025, Бюл.№ 18**

(72) Винахідник(и):

Коломійцев Олексій Володимирович
(UA),

Васюта Костянтин Станіславович (UA),

Місюра Олег Миколайович (UA),

Комаров Володимир Олександрович
(UA),

Балакірева Світлана Михайлівна (UA),

Дзюба Інна Вікторівна (UA),

Дяченко Дмитро Володимирович (UA),

Кащенко Ельміра Раджабівна (UA),

Комін Дмитро Сергійович (UA),

Лучен Ольга Ігорівна (UA),

Михалевський Дмитро Валерійович (UA),

Непокритов Дмитро Миколайович (UA),

Столяр Олександр Ігорович (UA),

Попова Наталія Олексіївна (UA),

Пустоваров Володимир Володимирович
(UA)

(73) Володілець (володільці):

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ІМЕНІ
ІВАНА КОЖЕДУБА,

вул. Сумська, 77/79, м. Харків, 61023 (UA)

(54) КАНАЛ ВИМІРЮВАННЯ ПОХИЛОЇ ДАЛЬНОСТІ ДО ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ З КІБЕРНЕТИЧНИМ ЗАХИСТОМ ІНФОРМАЦІЇ ТА РАДІОЗВ'ЯЗКОМ

(57) Реферат:

Канал вимірювання похилої дальності до літальних апаратів з кібернетичним захистом інформації та радіозв'язком містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор подовжніх мод, призми для частоти міжмодових биттів $\Delta\nu_m$, блок дефлекторів, перемикач для частот міжмодових биттів $\Delta\nu_m$ і $2\Delta\nu_m$, передавальну оптику, радіолокаційний модуль, складений з антени, приймально-передавальної апаратури і апаратури захисту від завад, приймальну оптику, фотодетектори, широкосмуговий підсилювач, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувач імпульсів, схему "і", фільтр із заданою смугою пропускання, диференційовані ланцюжки, випрямлячі, тригер, детектор, диференційовану оптику, підсилювач, фільтр, лічильник, спеціалізовану електронну обчислювальну машину, блок розпізнавання, апаратуру супутникових радіонавігаційних систем з антеною, причому блок розпізнавання виконаний з можливістю введення сигналу від каналу вимірювання кутових швидкостей літального апарата. Додатково введено апаратуру радіозв'язку з антеною.

UA 159169 U

Запропонована корисна модель належить до галузі електрозв'язку і може бути використана для синтезу мобільної однопунктної вимірювальної системи (МОВС).

Відомий "Канал вимірювання похилої дальності до літальних апаратів з можливістю їх розпізнавання та кібернетичним захистом інформації" [1], який містить керуючий елемент (КЕ), блок керування дефлекторами (БКД), лазер з накачкою (Лн), селектор подовжніх мод (СПМ), призми для частоти міжмодових биттів $\Delta\nu_m$, блок дефлекторів (БД), перемикач для частот міжмодових биттів $\Delta\nu_m$ і $2\Delta\nu_m$ ("П"), передавальну оптику (ПРДО), радіолокаційний модуль (РЛМ), який складений з антени, приймально-передавальної апаратури і апаратури захисту від завад, приймальну оптику (ПРМО), фотодетектори (ФТД), широкосмуговий підсилювач (ШП), резонансні підсилювачі (РП), настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувач імпульсів (ФІ), тригер (Тр), схему "І" ("І"), лічильник (Лч), фільтр із заданою смугою пропускання (Фп), детектор (Д), диференційовану оптику (ДО), підсилювач (П), фільтр (Ф), диференційовані ланцюжки (ДЛ), випрямлячі (Вип), спеціалізовану електронну обчислювальну машину (СЕОМ), блок розпізнавання (БР) та б-введення сигналу від каналу вимірювання кутових швидкостей літального апарата (ЛА).

Недоліком відомого каналу є те, що він не забезпечує просторову навігацію (визначення місцезнаходження тощо) МОВС.

Найбільш близьким аналогом до запропонованої корисної моделі є "Канал вимірювання похилої дальності до літальних апаратів з можливістю їх розпізнавання та кібернетичним захистом інформації" [2], який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор подовжніх мод, призми для частоти міжмодових биттів $\Delta\nu_m$, блок дефлекторів, перемикач для частот міжмодових биттів $\Delta\nu_m$ і $2\Delta\nu_m$, передавальну оптику, радіолокаційний модуль, який складений з антени, приймально-передавальної апаратури і апаратури захисту від завад, приймальну оптику, фотодетектори, широкосмуговий підсилювач, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувач імпульсів, тригер, схему "І", лічильник, фільтр із заданою смугою пропускання, детектор, диференційовану оптику, підсилювач, фільтр, диференційовані ланцюжки, випрямлячі, спеціалізовану електронну обчислювальну машину, блок розпізнавання, апаратуру супутникових радіонавігаційних систем з антеною (АСРНС) та б-введення сигналу від каналу вимірювання кутових швидкостей ЛА.

Недоліком каналу за найближчим аналогом є те, що він не здійснює двосторонній обмін інформацією (повідомленнями) зі споживачами.

В основу корисної моделі поставлена задача створити канал вимірювання похилої дальності до літальних апаратів з кібернетичним захистом інформації та радіозв'язком, який дозволить здійснювати виявлення ЛА, його захват, високоточне вимірювання похилої дальності до ЛА у широкому діапазоні дальностей, починаючи з початкового моменту його польоту, у будь-який час року і доби, за будь-якої погоди, збереження і захист інформації, яка оброблена під час проведення випробувань ЛА, стійкий двосторонній обмін інформацією (повідомленнями) зі споживачами, оперативну і високоточну просторову навігацію та, в разі необхідності, його розпізнавання.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що у канал вимірювання похилої дальності до літальних апаратів з кібернетичним захистом інформації та радіозв'язком, який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор подовжніх мод, призми для частоти міжмодових биттів $\Delta\nu_m$, блок дефлекторів, перемикач для частот міжмодових биттів $\Delta\nu_m$ і $2\Delta\nu_m$, передавальну оптику, радіолокаційний модуль, який складений з антени, приймально-передавальної апаратури і апаратури захисту від завад, приймальну оптику, фотодетектори, широкосмуговий підсилювач, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувач імпульсів, схему "І", фільтр із заданою смугою пропускання, диференційовані ланцюжки, випрямлячі, тригер, детектор, диференційовану оптику, підсилювач, фільтр, лічильник, спеціалізовану електронну обчислювальну машину, блок розпізнавання, апаратуру супутникових радіонавігаційних систем з антеною, причому блок розпізнавання виконаний з можливістю введення сигналу від каналу вимірювання кутових швидкостей літального апарата, згідно з корисною моделлю, додатково введено апаратуру радіозв'язку з антеною.

Побудова каналу вимірювання похилої дальності до літальних апаратів з кібернетичним захистом інформації та радіозв'язком пов'язана з використанням одномодового багаточастотного з синхронізацією подовжніх мод випромінювання єдиного лазера-передавача, частотно-часового методу вимірювання [3], РЛМ та АРЗ.

Технічний результат, який може бути отриманий при здійсненні корисної моделі, полягає у виявленні ЛА, його захваті, високоточному вимірюванні похилої дальності у широкому діапазоні дальностей, у будь-який час року і доби, за будь-якої погоди, збереженні і захисті інформації,

що оброблена під час проведення випробувань ЛА, стійкому двосторонньому обміну інформацією зі споживачами у реальному масштабі часу, високоточній просторовій навігації та, в разі необхідності, його розпізнаванні.

Суть запропонованої корисної моделі пояснюється графічними зображеннями та схемами, де:

на фіг. 1 приведено передавальний бік узагальненої структурної схеми запропонованого каналу, де: (б) - введення сигналу від каналу вимірювання кутових швидкостей ЛА, I - вимірювальний сигнал; II - радіолокаційний сигнал;

на фіг. 2 приведено створення рівносигнального напрямку (РСН) та сканування 4-м діаграмами спрямованості (ДС) лазерного випромінювання (ЛВ) у ортогональних площинах;

на фіг. 3 приведена узагальнена структурна схема запропонованого каналу;

на фіг. 4 приведені епюри напруг з виходів блоків вимірювання похилої дальності до ЛА, де: а) від блока опорного лазерного сигналу; б) від блока відбитого лазерного сигналу.

Запропонований канал вимірювання похилої дальності до літальних апаратів з кібернетичним захистом інформації та радіозв'язком містить керуючий елемент 1, блок керування дефлекторами 2, лазер з накачкою 3, селектор подовжніх мод 4, призми для частоти міжмодових биттів Δv_m , блок дефлекторів 5, перемикач для частот міжмодових биттів Δv_m і $2\Delta v_m$, передавальну оптику 6, радіолокаційний модуль 7, який складений з антени, приймально-передавальної апаратури і апаратури захисту від завад, приймальну оптику 8, фотодетектори 9, ширококутовий підсилювач 10, резонансні підсилювачі 11, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувач імпульсів 12, схему "І" 13, фільтр із заданою смугою пропускання 14, диференційовані ланцюжки 15, випрямлячі 16, тригер 17, детектор 18, диференційовану оптику 19, підсилювач 20, фільтр 21, лічильник 22, спеціалізовану електронну обчислювальну машину 23, блок розпізнавання 24, апаратуру супутникових радіонавігаційних систем з антеною 25, апаратуру радіозв'язку з антеною 26 та б-введення сигналу від каналу вимірювання кутових швидкостей ЛА.

Робота запропонованого каналу вимірювання похилої дальності до літальних апаратів з кібернетичним захистом інформації та радіозв'язком полягає у наступному.

Із синхронізованого одномодового багаточастотного спектра випромінювання лазера (Лн) за допомогою СПМ виділяються необхідні пари частот для створення РСН на основі формування сумарної ДС ЛВ, завдяки 4-м парціальним ДС, що частково перетинаються, за умови використання комбінацій подовжніх мод ("підфарбованих" різницевиими частотами міжмодових биттів):

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

Сигнал частот міжмодових биттів Δv_m , $2\Delta v_m$, $3\Delta v_m$ та $6\Delta v_m$ потрапляє на БД, який створений 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 $v_5, v_4=\Delta v_m$, $v_9, v_7=2\Delta v_m$, $v_6, v_3=3\Delta v_m$ 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, створюється РСН (фіг. 2).

Прийняті ПРМО від ЛА лазерні імпульсні сигнали і огинаючі сигнали ДС ЛВ, відбиті у процесі сканування чотирьох ДС ЛВ, за допомогою ФТД перетворюються у електричні імпульсні сигнали на несучих частотах і різницевиих частотах міжмодових биттів.

Підсилені ШП вони розподіляються 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.

При цьому, імпульсні сигнали радіочастоти, що надходять з РП 1 (РП Δv_m від), формують сигнал про похилу дальність до ЛА, а РП 2 (РП $2\Delta v_m$ від), РП 3 (РП $3\Delta v_m$ від) і РП 4 (РП $6\Delta v_m$ від) - формують сигнали для інших вимірювальних каналів МОВС (фіг. 1).

Принцип роботи грубої шкали каналу вимірювання похилої дальності R до ЛА полягає у наступному (фіг. 3, 4).

Виділена СПМ зі спектра випромінювання лазера-передавача перша пара частот v_{54} розщеплюється під дією розщеплювача (призми) на два оптичні сигнали:

1) основний (а) - сканований БД під певним кутом (з часом $T_{пр}$, що задається від БКД), який проходить через перемикач (П) для виділення "бланкуючого" імпульсу (бланк - нуль) і розщеплювач, де відбувається виділення додаткового сигналу (б) та надходить на ПРДО і далі на ЛА;

2) додатковий (б) - перетворений ФТД у електричний імпульсний сигнал різницевої частоти міжмодового биття $\Delta\nu_m$, надходить на ФІ1, де відбувається виділення "пачок" імпульсів, прийнятих схемою "І".

Отриманий від ФТД додатковий оптичний сигнал частоти $\nu_{5,4}$ з "бланкуючими" імпульсами перетворений у сигнал $\Delta\nu_m$, здобуває чіткі границі "бланкуючого" імпульсу, проходячи ДО, підсилюється.

Фільтр $P=1/\tau_1$ (де τ_1 - тривалість імпульсу) виділяє з загального сигналу "бланкуючі" імпульси у імпульсні сигнали, які, проходячи ДЛ і Вип ($\Phi I = \text{ДЛ} + \text{Вип}$), виділяються у вигляді одного короткого імпульсу за початок "бланкуючого" імпульсу та надходять на Тр з індексом "1", включаючи його.

На боці, який приймає

Відбитий від ЛА основний сигнал частот $\nu_{5,4}$ у сумі з груповим, минаючи ПРМО, перетворюється ФТД у електричний імпульсний сигнал $\Delta\nu_m$, підсилюється ШП та виділяється у РП, як сигнал міжмодової частоти $\Delta\nu_m$ від. Проходячи через Дет, він перетворюється точно також, як і додатковий електричний сигнал (б) частоти $\Delta\nu_m$, надходить тільки на Тр з індексом "0", "перекидаючи" його. Сигнал, що надходить з Тр на схему "І" здійснює періодичне "відкриття" і "закриття" проходу для "пачок" імпульсів з ФІ1, які підраховуються Лч і відпрацьовуються у СЕОМ.

Таким чином відбувається вимірювання похилої дальності до ЛА на грубій шкалі. Перехід на точну шкалу (генерація пікосекундних імпульсів) здійснюється одразу після припинення вмикання ключа (для формування "бланкуючого" імпульсу).

Так як канал вимірювання похилої дальності до ЛА пропонується ввести до складу структури МОВС, то вмикання та вимикання перемикача ("П") відбувається одночасно для 2-ох пар частот $\nu_{5,4}$ і $\nu_{9,7}$.

Апаратні похибки вимірювання похилої дальності до ЛА в запропонованому каналі - це похибки визначення початку і кінця відліку часового інтервалу, похибки за рахунок дискретності і нестабільності частоти проходження тактових (рахункових) імпульсів.

Точність оцінки інтервалу визначається крутістю огинаючої при заданому граничному значенні напруги U_n та залежить від форми скануючої ДС ЛВ і відношення сигнал/шум.

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.

Відображення та обробка вимірювальної інформації про похилу дальність до 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, яка оброблена під час проведення випробувань ЛА, споживачам та отримання інформації (повідомлень) від споживачів (двосторонній обмін) здійснюється за допомогою АРЗ за радіоканалом.

Апаратура супутникових радіонавігаційних систем з антеною забезпечує високоточне визначення місцезнаходження МОІВС (три координати і три складові вектора швидкості) у будь-якій точці земної поверхні (полігону). Метод вимірювання відстані від супутника до антени АСРНС заснований на визначенні швидкості поширення радіохвиль.

Вимірювальна інформація про кутові швидкості ЛА від каналу вимірювання кутових швидкостей використовується у БР для розпізнавання ЛА, що супроводжується.

Джерела інформації:

1. Патент на корисну модель № 149237, Україна, МПК G01S 17/42. Канал вимірювання похилої дальності до літальних апаратів з можливістю їх розпізнавання та кібернетичним захистом інформації/О.В. Коломійцев, М.І. Главчев, М.В. Бартош та ін. - № u202103224; заяв. 10.06.2021; опубл. 28.10.2021; Бюл. № 43. - 5 с.

2. Патент на корисну модель № 156409, Україна, МПК G01S 17/42. Канал вимірювання похилої дальності до літальних апаратів з кібернетичним захистом інформації та

навігацією/О.В. Коломійцев, В.О. Комаров, О.О. Анциферова та ін. - № u202305877; заяв. 05.12.2023; опубл. 20.06.2024; Бюл. № 25. - 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 апарату/О.В. Коломійцев - № u201005225; заяв. 29.04.2010; опубл. 27.12.2010; Бюл. № 24. - 14 с.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Канал вимірювання похилої дальності до літальних апаратів з кібернетичним захистом інформації та радіозв'язком, який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор подовжніх мод, призми для частоти міжмодових биттів $\Delta\nu_m$, блок дефлекторів, перемикач для частот міжмодових биттів $\Delta\nu_m$ і $2\Delta\nu_m$, передавальну оптику, радіолокаційний модуль, який складений з антени, приймально-передавальної апаратури і апаратури захисту від завад, приймальну оптику, фотодетектори, широкосмуговий підсилювач, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувач імпульсів, схему "І", фільтр із заданою смугою пропускання, диференційовані ланцюжки, випрямлячі, тригер, детектор, диференційовану оптику, підсилювач, фільтр, лічильник, спеціалізовану електронну обчислювальну машину, блок розпізнавання, апаратуру супутникових радіонавігаційних систем з антеною, причому блок розпізнавання виконаний з можливістю введення сигналу від каналу вимірювання кутових швидкостей літального апарата, який **відрізняється** тим, що додатково введено апаратуру радіозв'язку з антеною.

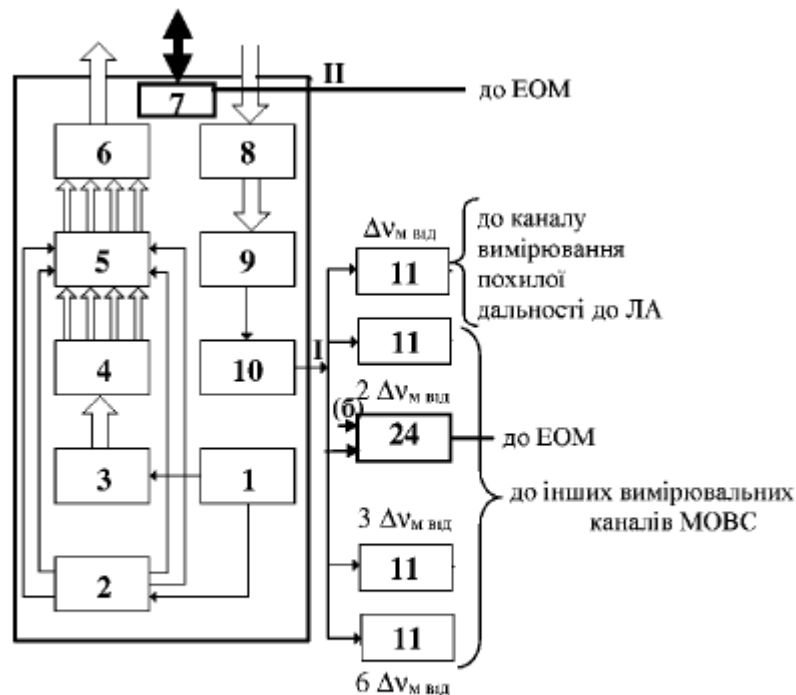
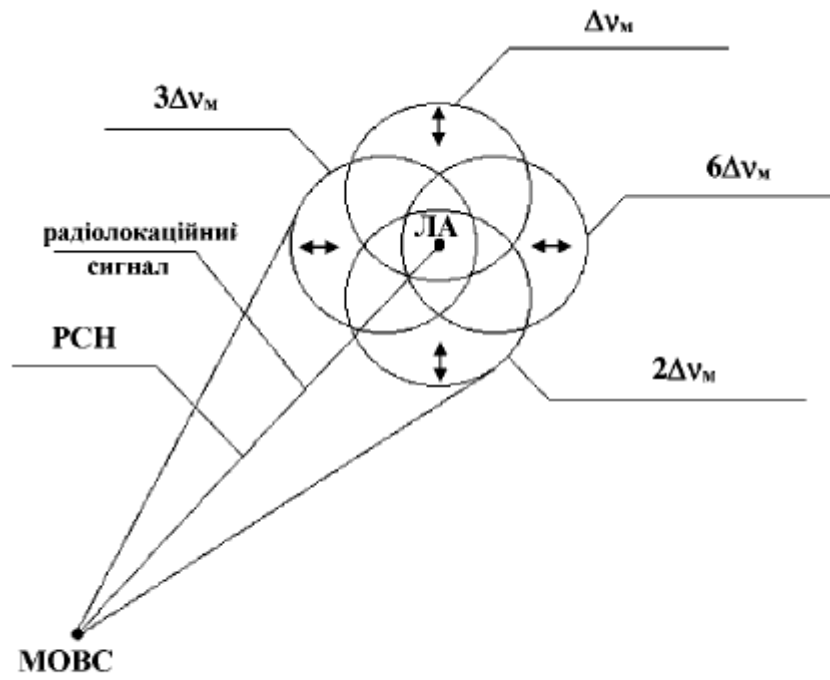
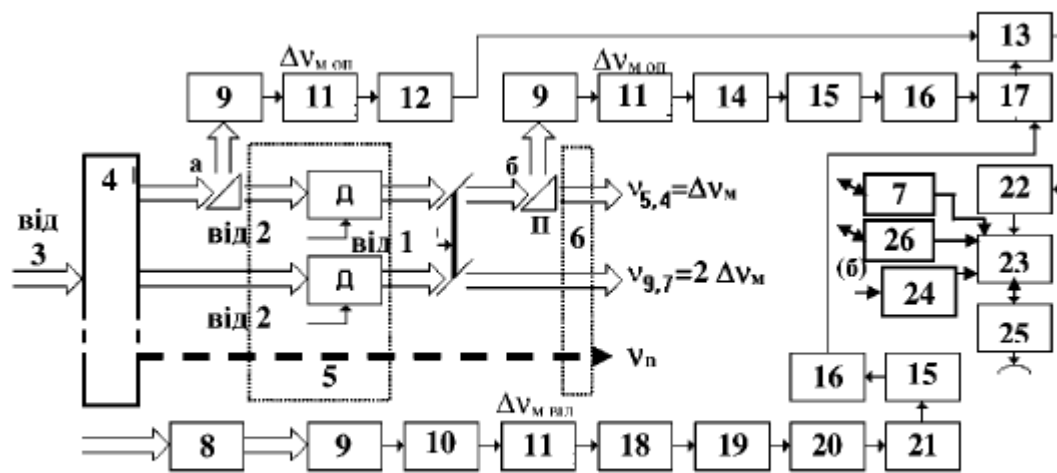


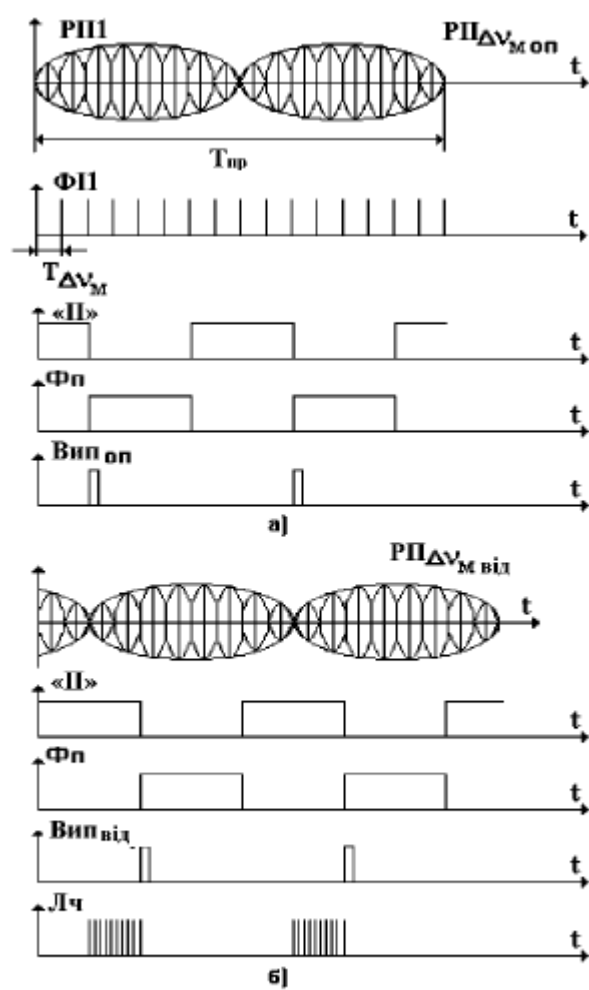
Fig. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4