

УКРАЇНА



ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 160892

**КАНАЛ ВИМІРЮВАННЯ ПОХИЛОЇ ДАЛЬНОСТІ ДО
ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ З КІБЕРНЕТИЧНИМ ЗАХИСТОМ
ІНФОРМАЦІЇ ТА РАДІОЗВ'ЯЗКОМ**

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі України корисних моделей
15.10.2025.

Директор
Державної організації «Український
національний офіс інтелектуальної
власності та інновацій»

О.П. Орлюк



(21) Номер заявки: **u 2025 02298**
(22) Дата подання заявки: **15.05.2025**
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: **16.10.2025**
(46) Дата публікації відомостей про державну реєстрацію та номер Бюлетеня: **15.10.2025, Бюл. № 42**

(72) Винахідники:
Коломійцев Олексій
Володимирович, UA,
Заковоротний Олександр
Юрійович, UA,
Комаров Володимир
Олександрович, UA,
Грицина Ігор Миколайович,
UA,
Гряник Георгій
Володимирович, UA,
Карпенко В'ячеслав
Васильович, UA,
Любченко Наталія Юріївна,
UA,
Любченко Олексій
Вікторович, UA,
Олізаренко Сергій
Анатолійович, UA,
Октябрьова Олена
Володимирівна, UA,
Петухова Олена Анатоліївна,
UA,
Поворознюк Анатолій
Іванович, UA,
Пустоваров Володимир
Володимирович, UA,
Рашкевич Ніна Владиславна,
UA,
Тригуб Віталій
Володимирович, UA,
Толстолузька Олена
Геннадіївна, UA,
Усик Вікторія Валеріївна, UA

(73) Володілець:
Коломійцев Олексій
Володимирович,
вул. Астрономічна, 35А, кв. 88,
м. Харків, 61085, UA

(54) Назва корисної моделі:

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

(57) Формула корисної моделі:

Канал вимірювання похилої дальності до літальних апаратів з кібернетичним захистом інформації та радіозв'язком, що містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор

(11) **160892**

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, широкопasmовий 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 та апаратуру системи єдиного часу з антеною, який відрізняється тим, що додатково введено апаратуру приймання-передачі інформації з антеною.



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 160892

(13) U

(51) МПК

G01S 17/42 (2006.01)

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

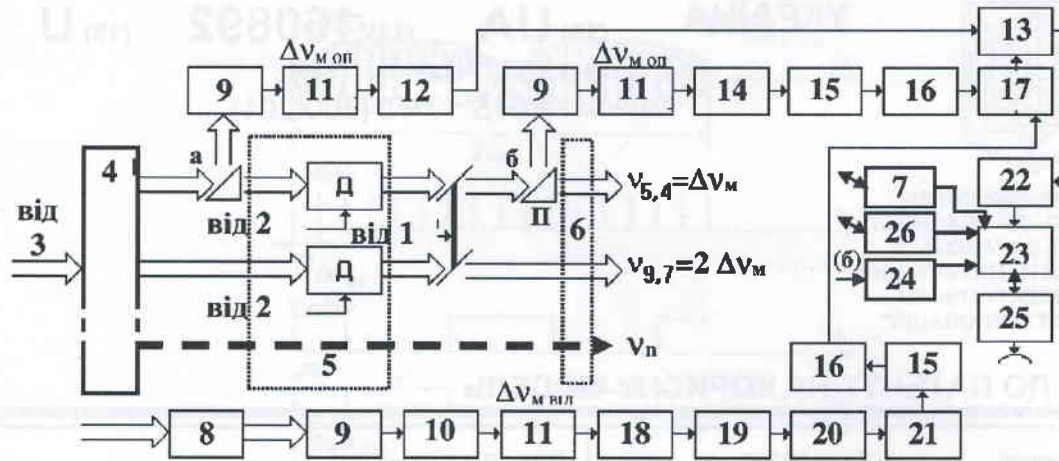
(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки:	u 2025 02298	(72) Винахідник(и):	Коломійцев Олексій Володимирович (UA), Заковоротний Олександр Юрійович (UA), Комаров Володимир Олександрович (UA), Грицина Ігор Миколайович (UA), Гряник Георгій Володимирович (UA), Карпенко В'ячеслав Васильович (UA), Любченко Наталія Юріївна (UA), Любченко Олексій Вікторович (UA), Олізаренко Сергій Анатолійович (UA), Октябрюва Олена Володимирівна (UA), Петухова Олена Анатоліївна (UA), Поворознюк Анатолій Іванович (UA), Пустоваров Володимир Володимирович (UA), Рашкевич Ніна Владиславна (UA), Тригуб Віталій Володимирович (UA), Толстолузька Олена Геннадіївна (UA), Усик Вікторія Валеріївна (UA)
(22) Дата подання заявки:	15.05.2025		
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності:	16.10.2025		
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію:	15.10.2025, Бюл.№ 42	(73) Володілець (володільці):	Коломійцев Олексій Володимирович, вул. Астрономічна, 35А, кв. 88, м. Харків, 61085 (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, 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 та апаратуру системи єдиного часу з антеною. Додатково введено апаратуру приймання-передачі інформації з антеною.

UA 160892 U



Фіг. 3

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], що містить керуючий елемент (КЕ), блок керування дефлекторами (БКД), лазер з накачкою (Лн), селектор подовжніх мод (СПМ), призми для частоти міжмодових биттів в $\Delta\nu_m$, 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 прив'язку до системи єдиного часу.

Найбільш близьким аналогом корисної моделі є "Канал вимірювання похилої дальності до літальних апаратів з кібернетичним захистом інформації та прив'язкою до єдиного часу" [2], що 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 системи єдиного часу з антеною (АСЕЧ) та б-введення сигналу від каналу вимірювання кутових швидкостей ЛА.

Недоліком найбільш близького аналога є те, що він не здійснює двосторонній обмін інформацією, повідомленнями та іншими формами комунікації між кількома джерелами (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 та іншими формами комунікації між кількома джерелами (споживачами), отримання еталону одиниць часу і частоти та сигналів, що відзначають початок відліку часу в кожному випробуванні ЛА та, в разі необхідності, його розпізнавання.

Поставлена задача вирішується тим що у канал вимірювання похилої дальності до літальних апаратів з кібернетичним захистом інформації та радіозв'язком, що 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 та апаратуру системи єдиного часу з антеною, згідно з корисною моделлю, додатково введено апаратуру приймання-передачі інформації з антеною (АППІ).

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 АППІ.

Технічний результат, який може бути отриманий при здійсненні корисної моделі, полягає у виявленні ЛА, його захопті, 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, високоточній прив'язці до системи єдиного

часу, стійкому двосторонньому обміну інформацією, повідомленнями та іншими формами комунікації зі споживачами та, в разі необхідності, розпізнаванні ЛА.

Корисна модель пояснюється кресленнями.

На фіг. 1 приведено передавальний бік узагальненої структурної схеми, де: б-введення сигналу від каналу вимірювання кутових швидкостей ЛА, І - вимірювальний сигнал; ІІ - радіолокаційний сигнал.

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

На фіг. 3 приведена узагальнена структурна схема 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.

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, широкопasmовий 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 системи єдиного часу з антеною 25 та апаратуру приймання-передачі інформації з антеною 26.

Робота 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 $6\Delta v_M$ надходить 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 (Х і У). При цьому, створюється РСН (фіг. 2).

Прийняті ПРМО від ЛА лазерні імпульсні сигнали і огиначаючі 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).

На боці, який передає. Виділена СПМ зі спектра випромінювання лазера-передавача перша пара частот $v_{5,4}$ 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 в електричний імпульсний сигнал різницевої частоти міжмодового биття Δv_M , надходить на ФІ 1, 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 $P=1/\tau_i$ (де τ_i - тривалість імпульсу) виділяє з загального сигналу "бланкуючі" імпульси в імпульсні сигнали, які, проходячи ДЛ і Вип ($\Phi = \text{ДЛ} + \text{Вип}$), 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 в 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 Φ 1, 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). Оскільки 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 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 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 закрити інформацію (захист від потенційних кібератак та незаконного заволодіння сторонніми особами).

АПІ забезпечує двосторонній зв'язок - обмін інформацією, повідомленнями та іншими формами комунікації між кількома споживачами як за радіоканалом, так і по дротовому каналу, за необхідності.

Апаратура системи єдиного часу з антеною забезпечує отримання еталону одиниць часу і частоти, а також сигналів, що відзначають початок відліку часу в кожному випробуванні ЛА. Синхронна робота каналу забезпечується періодичним зведенням частот опорних генераторів і фазуванням шкал часу за спеціальними сигналами, що передаються суб'єктами Служби єдиного часу та еталонних частот.

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

Формування ДС ЛВ та 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 України на корисну модель № 149237, 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. - Заявка № u202103224; заяв. 10.06.2021; опубл. 28.10.2021; Бюл. № 43. - 5 с.

2. Патент України на корисну модель № 155823, МПК G01S 17/42. Канал вимірювання похилої дальності до літальних апаратів з кібернетичним захистом інформації та прив'язкою до єдиного часу / О.В. Коломійцев, С.Ю. Гавриленко, В.О. Комаров та ін. - Заявка № u202306036; заяв. 13.12.2023; опубл. 11.04.2024; Бюл. № 15. - 5 с.

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

5

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Канал вимірювання похилої дальності до літальних апаратів з кібернетичним захистом інформації та радіозв'язком, що 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 та апаратуру системи єдиного часу з антеною, який **відрізняється** тим, що додатково введено апаратуру приймання-передачі інформації з антеною.

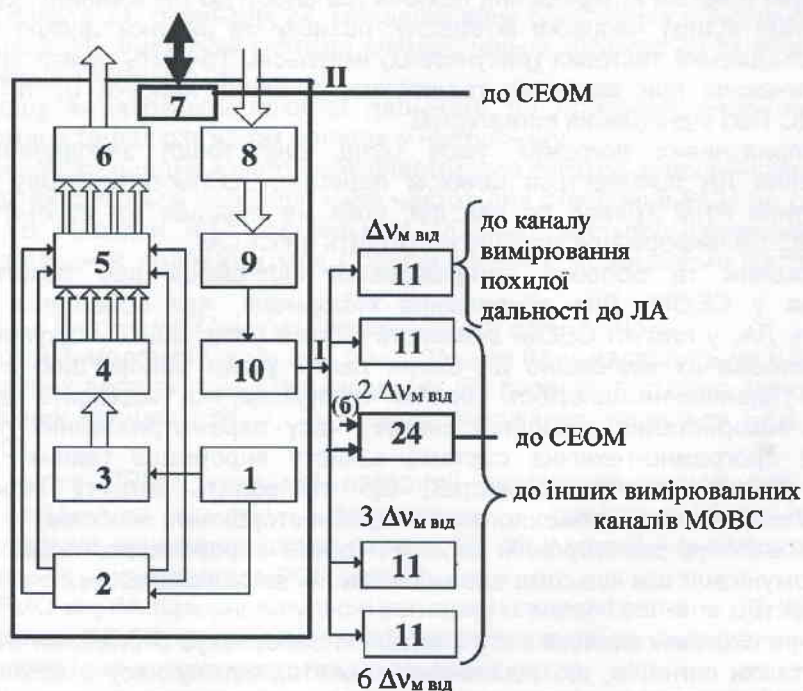


Fig. 1

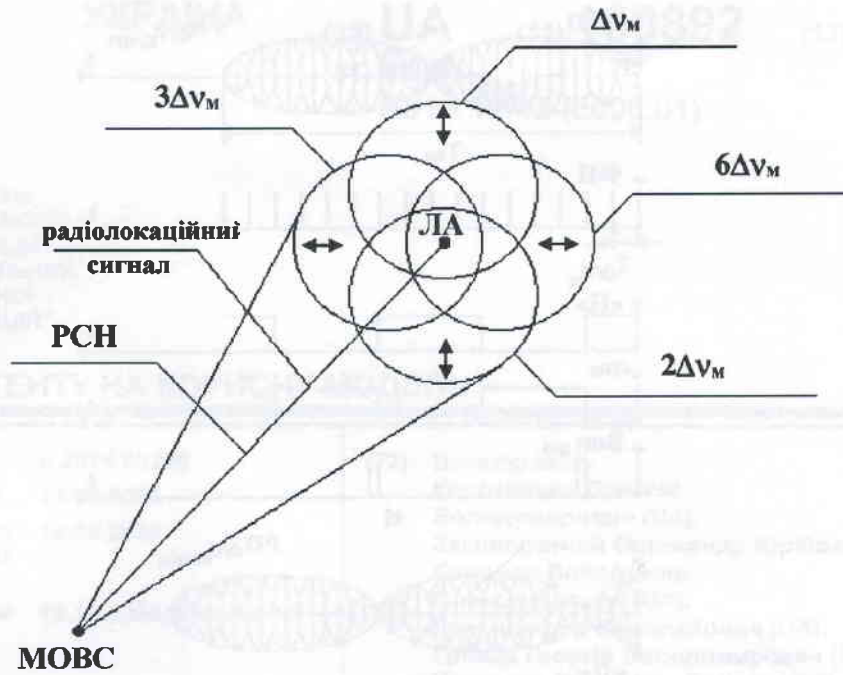


Fig. 2

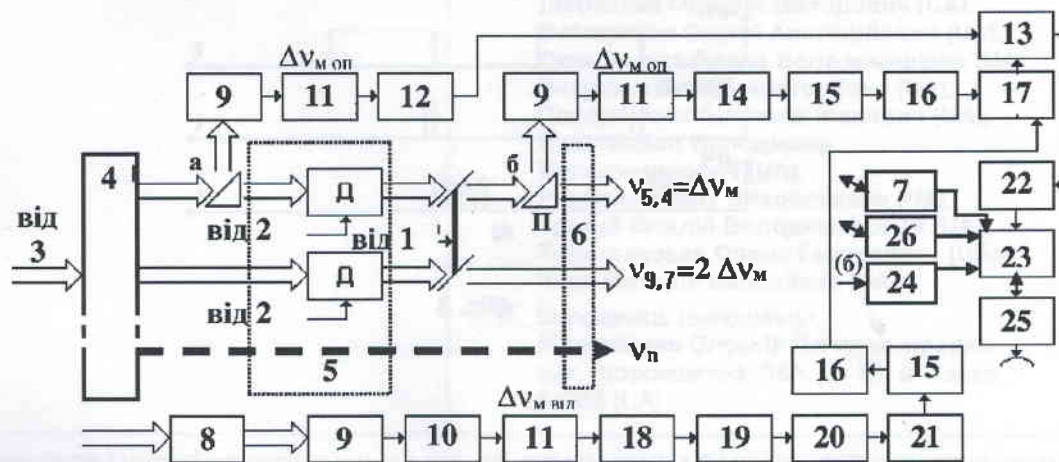
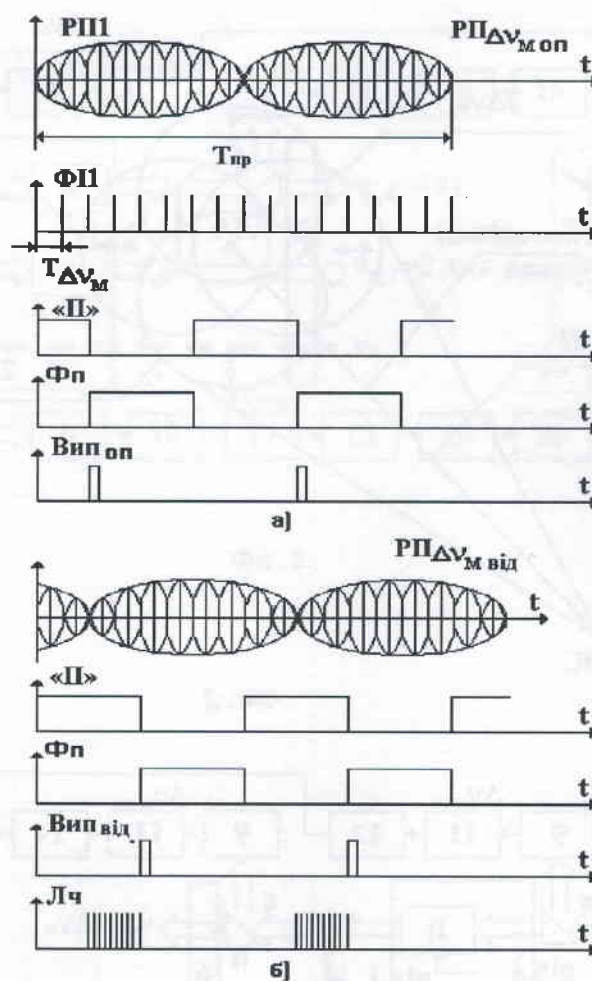


Fig. 3



Фіг. 4