



УКРАЇНА

(19) UA (11) 67631 (13) U

(51) МПК

G01S 17/42 (2006.01)

G01S 17/66 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) КАНАЛ ВИМІРЮВАННЯ ПОХИЛОЇ ДАЛЬНОСТІ ДО ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ ЛІВС З РОЗШИРЕНИМ НАБОРОМ ПОЛЯРИЗАЦІЙНИХ ОЗНАК РОЗПІЗНАВАННЯ ЛА

1

2

(21) u2011112032

(22) 13.10.2011

(24) 27.02.2012

(46) 27.02.2012, Бюл.№ 4, 2012 р.

(72) КОЛОМІЙЦЕВ ОЛЕКСІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ, АЛЬОШИН ГЕННАДІЙ ВАСИЛЬОВИЧ, ВАСИЛЬЄВ ДМИТРО ГЕННАДІЙОВИЧ, ВОРОБІЙОВ РУСЛАН ВОЛОДИМИРОВИЧ, ПЕТРУКОВИЧ ДМИТРО ЄВГЕНОВИЧ, РУБАН ІГОР ВІКТОРОВИЧ, РЯБУХА ЮРІЙ МИКОЛАЙОВИЧ, САЧУК ІГОР ІВАНОВИЧ, ХРАПЧИНСЬКИЙ ВАСИЛЬ ОЛЕГОВИЧ, ХУДАРКОВСЬКИЙ КОСТЯНТИН ІГОРОВИЧ

(73) ХАРКІВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ІМЕНІ ІВАНА КОЖЕДУБА

(57) Канал вимірювання похилої дальності до літальних апаратів для ЛІВС з розширеним набором поляризаційних ознак розпізнавання ЛА, який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор подовжніх

мод, призми для частоти міжмодових биттів Δv_m , блок дефлекторів, перемикач для частот міжмодових биттів Δv_m і $2\Delta v_m$, передавальну оптику, приймальну оптику, фотодетектори, широкосмуговий підсилювач (ШП), резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувач імпульсів, тригер "1"|"0", схему "i", лічильники, фільтр із заданою смугою пропускання, детектор, диференційовну оптику, підсилювач, фільтр, диференційовні ланцюжки, випрямлячі, електронно-цифрову обчислювальну машину та блок відображення вимірювальної інформації про похилу дальність R до літального апарата (ЛА), який відрізняється тим, що після ШП замість модифікованого інформаційного блока введено інформаційний блок з розширеними можливостями із б-введенням сигналу тангенціальної складової швидкості (кутових швидкостей) ЛА, що виміряна.

Запропонована корисна модель належить до галузі електрозв'язку і може бути використана для побудови передаючої частки лазерної інформаційно-вимірювальної системи (ЛІВС) з частотно-часовим методом (ЧЧМ) пошуку, розпізнавання та вимірювання параметрів руху літального апарату (ЛА).

Відомий "Канал вимірювання похилої дальності до літальних апаратів для лазерної інформаційно-вимірювальної системи" [1], який містить керуючий елемент (КЕ), блок керування дефлекторами (БКД), лазер з накачкою (Лн), селектор подовжніх мод (СПМ), призми для частоти міжмодових биттів Δv_m , блок дефлекторів (БД), перемикач для частот міжмодових биттів Δv_m і $2\Delta v_m$, передавальну оптику (ПРДО), приймальну оптику (ПРМО), фотодетектори (ФТД), широкосмуговий підсилювач (ШП), інформаційний блок (ІБ) для інформаційного взаємозв'язку з ЛА, резонансні підсилювачі (РП), настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувач імпульсів (ФІ), тригер "1"|"0", схему "i", лічильники (ЛЧ), фільтр із заданою смугою пропускання (Фп), детектор (Дет), диференційовну оптику (ДО), підсилювач (П),

фільтр (Ф), диференційовні ланцюжки (ДЛ), випрямлячі (Вип), електронно-цифрову обчислювальну машину (ЕЦОМ) та блок відображення вимірювальної інформації (БВІ) про похилу дальність R до літального апарату (ЛА).

Недоліками відомого каналу є те, що канал не може формувати та обробляти зображення ЛА.

Найбільш близьким до запропонованого технічним рішенням, обраним як прототип є "Канал вимірювання похилої дальності до літальних апаратів для ЛІВС з можливістю формування та обробки зображення ЛА" [2], який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор подовжніх мод, призми для частоти міжмодових биттів Δv_m , блок дефлекторів, перемикач для частот міжмодових биттів Δv_m і $2\Delta v_m$, передавальну оптику, приймальну оптику, фотодетектори, широкосмуговий підсилювач, модифікований інформаційний блок (МІБ) для інформаційного взаємозв'язку з ЛА та, в разі необхідності, формування і обробки його зображення, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувач імпульсів, тригер "1"|"0", схему "i", лічильники, фільтр із зада-

(13) U

(11) 67631

(19) UA

ною смугою пропускання, детектор, диференційовну оптику, підсилювач, фільтр, диференційовні ланцюжки, випрямлячі, електронно-цифрову обчислювальну машину та блок відображення вимірювальної інформації про похилу дальність R до ЛА.

Недоліком каналу-прототипу є те, що він не використовує прямі виміри тангенціальної швидкості (кутових швидкостей) для детального розпізнавання ЛА.

В основу корисної моделі поставлена задача створити канал вимірювання похилої дальності до літальних апаратів для ЛІВС з розширеним набором поляризаційних ознак розпізнавання ЛА, який дозволить здійснювати інформаційний взаємозв'язок з ЛА, високоточне вимірювання похилої дальності у широкому діапазоні дальностей, починаючи з початкового моменту його польоту та, завдяки використанню його поляризаційних ознак, що отримуються, детально розпізнавати ЛА за короткий час.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що у відомий канал-прототип, який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор подовжніх мод, призми для частоти міжмодових биттів Δv_m , блок дефлекторів, перемикач для частот міжмодових биттів Δv_m і $2\Delta v_m$, передавальну оптику, приймальну оптику, фотодетектори, широкосмуговий підсилювач, модифікований інформаційний блок для інформаційного взаємозв'язку з ЛА та, в разі необхідності, формування і обробки його зображення, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувач імпульсів, тригер „1”„0”, схему „і”, лічильники, фільтр із заданою смугою пропускання, детектор, диференційовну оптику, підсилювач, фільтр, диференційовні ланцюжки, випрямлячі, електронно-цифрову обчислювальну машину та блок відображення вимірювальної інформації про похилу дальність R до ЛА, додатково після ШП замість МІБ введено інформаційний блок з розширеними можливостями (ІБРМ) із б - введенням сигналу тангенціальної складової швидкості (кутових швидкостей) ЛА, що виміряна.

Побудова каналу вимірювання похилої дальності до літальних апаратів для ЛІВС з розширеним набором поляризаційних ознак розпізнавання ЛА пов'язана з використанням синхронізованого одномодового багаточастотного випромінювання єдиного лазера-передавача та ЧЧМ [3].

Технічний результат, який може бути отриманий при здійсненні корисної моделі полягає в інформаційному взаємозв'язку з ЛА, високоточному вимірюванні похилої дальності у широкому діапазоні дальностей, починаючи з початкового моменту його польоту та розширенні набору поляризаційних ознак розпізнавання ЛА, що отримуються, підвищенні ефективності і скороченні часу на його розпізнавання.

На фіг. 1 приведено бік узагальненої структурної схеми запропонованого каналу, який передає, де: 1 - вимірювальний сигнал; 2 - інформаційний сигнал та сигнал із просторовою модуляцією поляризації; б - введення сигналу тангенціальної

складової швидкості (кутових швидкостей) літального апарату, що виміряна.

На фіг. 2 приведена узагальнена структурна схема каналу, що пропонується.

На фіг. 3 приведено створення рівносигнального напрямку (РСН) та сканування 4-ма діаграмами спрямованості (ДС) лазерного випромінювання в ортогональних площинах.

На фіг. 4 приведено створення лазерного сигналу із просторовою модуляцією поляризації.

На фіг. 5 приведені епюри напруг з виходів блоків вимірювання похилої дальності до ЛА, де: а) від блоку опорного сигналу; б) від блоку відбитого сигналу.

Запропонований канал вимірювання похилої дальності до літальних апаратів для ЛІВС з розширеним набором поляризаційних ознак розпізнавання ЛА містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор подовжніх мод, призми для частоти міжмодових биттів Δv_m , блок дефлекторів, перемикач для частот міжмодових биттів Δv_m і $2\Delta v_m$, передавальну оптику, приймальну оптику, фотодетектори, широкосмуговий підсилювач, інформаційний блок з розширеними можливостями із б - введенням сигналу тангенціальної складової швидкості (кутових швидкостей) ЛА, що виміряна, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувач імпульсів, тригер „1”„0”, схему „і”, лічильники, фільтр із заданою смугою пропускання, детектор, диференційовну оптику, підсилювач, фільтр, диференційовні ланцюжки, випрямлячі, електронно-цифрову обчислювальну машину та блок відображення вимірювальної інформації про похилу дальність R до ЛА.

Робота запропонованого каналу полягає у наступному. Із синхронізованого одномодового багаточастотного спектра випромінювання лазера (ЛН) за допомогою СПМ [4] виділяються необхідні пари частот і окремі частоти для створення:

- рівносигнального напрямку на основі формування сумарної ДС лазерного випромінювання, завдяки частково перетинаючихся 4-х парціальних діаграм спрямованості, за умови використання комбінацій подовжніх мод ("підфарбованих" різницею частотами міжмодових биттів)

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

- інформаційного каналу зв'язку, за умови використання сигналу на несучій частоті ν_i ;

- лазерного сигналу із просторовою модуляцією поляризації, за умови використання сигналу з подовжньої моди (несучої частоти ν_{10}).

Сигнал несучої частоти ν_i , мінаючи БД, потрапляє на ПРДО, де змішується (модулюється) з інформаційним сигналом від ІБРМ та формує інформаційний сигнал, що передається на ЛА (взаємозв'язок) (фіг. 1-3). Також, за допомогою СПМ та інформаційного блоку з розширеними можливостями створюється лазерний сигнал із просторовою модуляцією поляризації шляхом розведення лазерного випромінювання (несучої частоти ν_{10}) на два променя ($\nu_{10(1)}$ та $\nu_{10(2)}$) з поворотом плоскості поляризації на кут 90° в одному з них (фіг. 4), При цьому випромінювання апертури першого і другого

каналів в апертурній плоскості UOV рознесені на відстані r . Різність ходу пучків до картинної плоскості LA XOY змінюється вдовж осі X від точки до точки. Обумовлена цім різність фаз між поляризованими компонентами, що ортогональні, поля у картинній плоскості, також змінюється від точки до точки. В залежності від різності фаз у картинній плоскості змінюється вигляд поляризації сумарного поля сигналу, що зондує від лінійної через еліптичну і циркулюючу до лінійної, ортогональної к початкової і т.д. Період зміни вигляду поляризації визначається базою між випромінювачами r та відстанню до картинної плоскості R . Розподіл інтенсивності в реєстрованому зображенні LA промодульовано по гармонійному закону з коефіцієнтом модуляції, дорівнює значенню ступеня поляризації випромінювання, що відбито в даній ділянці поверхні LA .

Водночас, 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 лазерного випромінювання попарно зустрічно сканують БД у кожній із двох ортогональних площин (фіг. 1, 3). Період сканування задається блоком керування дефлекторів, який разом з Лн живляться від ІСЕ. Проходячи через передавальну оптику, 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 скануєми точки простору, оскільки здійснюється зустрічне сканування двома парами ДС лазерного випромінювання у кожній із двох ортогональних площин α і β або X і Y . При цьому несуча частота ν та лазерний сигнал із просторовою модуляцією поляризації ($\nu_{10(1)}$ та $\nu_{10(2)}$) проходять вдовж РСН (фіг. 3).

При відбитті лазерного сигналу із просторовою модуляцією поляризації, що зондує, від поверхні LA 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 LA , їх характеристики і тощо. Тому у ІБРМ здійснюється поляризаційна обробка поля, що приймається.

Принцип роботи грубої шкали каналу вимірювання похилої дальності до LA полягає в наступному (фіг. 2, 3).

На передаючому боці. Виділена селектором подовжніх мод із спектру випромінювання лазера перша пара частот $\nu_{5,4}$, розщеплюється під дією розщепителя (призми) на два оптичні сигнали:

1) основний - сканується МБД під певним кутом (з часом $T_{пр}$, що задається від БКД), який проходить через перемикач (П) для виділення "бланкуючого" імпульсу (бланк - нуль) і розщепитель, де відбувається виділення додаткового сигналу (2) та надходить на ПРДО і далі на LA ;

2) додатковий (1) - перетворюється ФТД в електричний імпульсний сигнал різницевої частоти міжмодового биття Δv_m та надходить на ФІ1, де відбувається виділення "пачок" імпульсів, прийнятих схемою "І".

Прийняті прийомною оптикою від LA інформаційні та, відбиті в процесі сканування чотирьох ДС, лазерні імпульсні сигнали і огинаючи сигнали ДС лазерного випромінювання за допомогою ФТД перетворюються в електричні імпульсні сигнали на несучій частоті і різницевої частоті міжмодових биттів. Підсилені ширококутовим підсилювачем вони розподіляються:

- в ІБРМ для обробки інформації, що приймається від LA та відбитого лазерного сигналу із просторовою модуляцією поляризації, що зондує, від його поверхні для розпізнавання LA ;

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

При відбитті лазерного сигналу із просторовою модуляцією поляризації, що зондує, від поверхні LA 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 LA , їх характеристики і тощо. Тому у ІБРМ здійснюється поляризаційна обробка поля, що приймається.

У зв'язку з тим, що канал, який пропонується, використовується у структурі ШВС, імпульсні сигнали радіочастоти, що надходять з РП1 (РП Δv_m) формують сигнал про похилу дальність до LA , а РП2, РП3 і РП4 (РП $2\Delta v_m$, РП $3\Delta v_m$ і РП $6\Delta v_m$) - до інших вимірювальних каналів (фіг. 1).

Отриманий від ФТД додатковий оптичний сигнал частоти $\nu_{5,4}$ з "бланкуючими" імпульсами, перетворений в сигнал Δv_m , здобуває чіткі границі "бланкуючого" імпульсу та, проходячи ДО, підсилюється. Фільтр зі смутою пропускання $P=1/t_i$ (де t_i - тривалість імпульсу) виділяє з загального сигналу "бланкуючі" імпульси - в імпульси сигнали, які, проходячи ДЛ і Вип - ($\Phi I = D L + V i p$), виділяються у вигляді одного короткого імпульсу за початок "бланкуючого" імпульсу та надходять на тригер з індексом "1", включаючи його.

На прийомному боці. Відбитий від LA основний сигнал частот $\nu_{5,4}$ у сумі з груповим, минаючи ПРМО, перетворюється ФТД в електричний імпульсний сигнал Δv_m , підсилюється ШП, виділяється в РП, як сигнал міжмодової частоти Δv_m і, проходячи через Дет, перетворюється таким же чином, як і додатковий електричний сигнал (2) частоти Δv_m та надходить тільки на тригер з індексом "0", "перекидаючи" його. Сигнал, що надходить з тригера на схему "І", здійснює періодичне "відкриття" і "закриття" проходу для "пачок" імпульсів з ФІ1, що підраховуються Лч та відпрацьовуються у вигляді числа R через ЕЦОМ на БВІ.

Таким чином відбувається вимір R до LA на грубій шкалі. Перехід на точну шкалу (генерація пікосекундних імпульсів) здійснюється одразу після припинення включення перемикача (формування "бланкуючого" імпульсу).

Так як канал вимірювання похилої дальності до LA пропонується ввести до складу структури ЛІВС з ЧЧМ, то вмикання та вимикання перемика-

ча (П) відбувається одночасно для 2-х (пар) частот $V_{5,4}$ і $V_{9,7}$.

Апаратурні помилки виміру R до ЛА в запропонованому каналі - це помилки визначення початку і кінця відліку часового інтервалу, помилки за рахунок дискретності та 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 лазерного випромінювання і відносини сигнал/шум.

Вимірювальна інформація про тангенціальну складову швидкості (кутові швидкості) ЛА від каналу кутових швидкостей використовується в ІБРМ, де завдяки додатковій обробці елементів поляризаційної матриці розсіяння ЛА від отриманого поляризаційного поля (суми сигналів різної поляризації) забезпечується точне значення кутових швидкостей ЛА, розширюється набір ознак його розпізнавання, підвищується ефективність та скорочується час на розпізнавання ЛА, що супроводжується.

Джерела інформації:

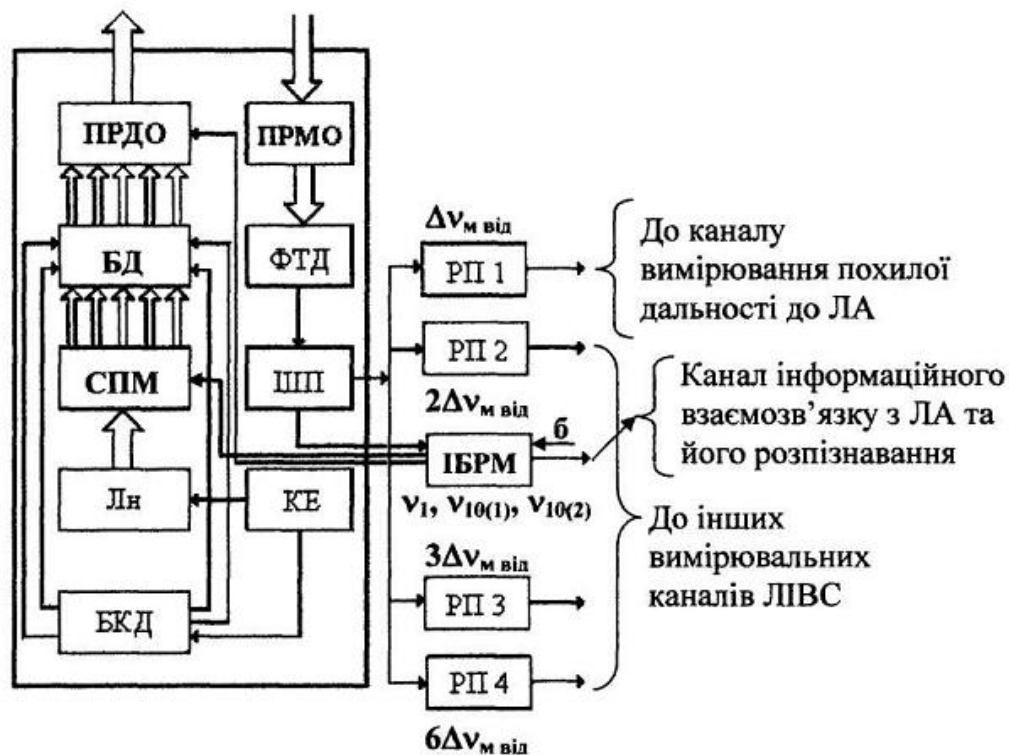
1. Патент України на корисну модель № 25803, Україна, МПК G01S 17/42. Канал вимірювання по-

хилої дальності до літальних апаратів для лазерної інформаційно-вимірювальної системи. / О.В. Коломійцев, Г.В. Альошин, В.В. Баранник та ін. - № u200703185; заяв. 26.03.2007; опубл. 27.08.2007; Бюл. № 13.-8 с.

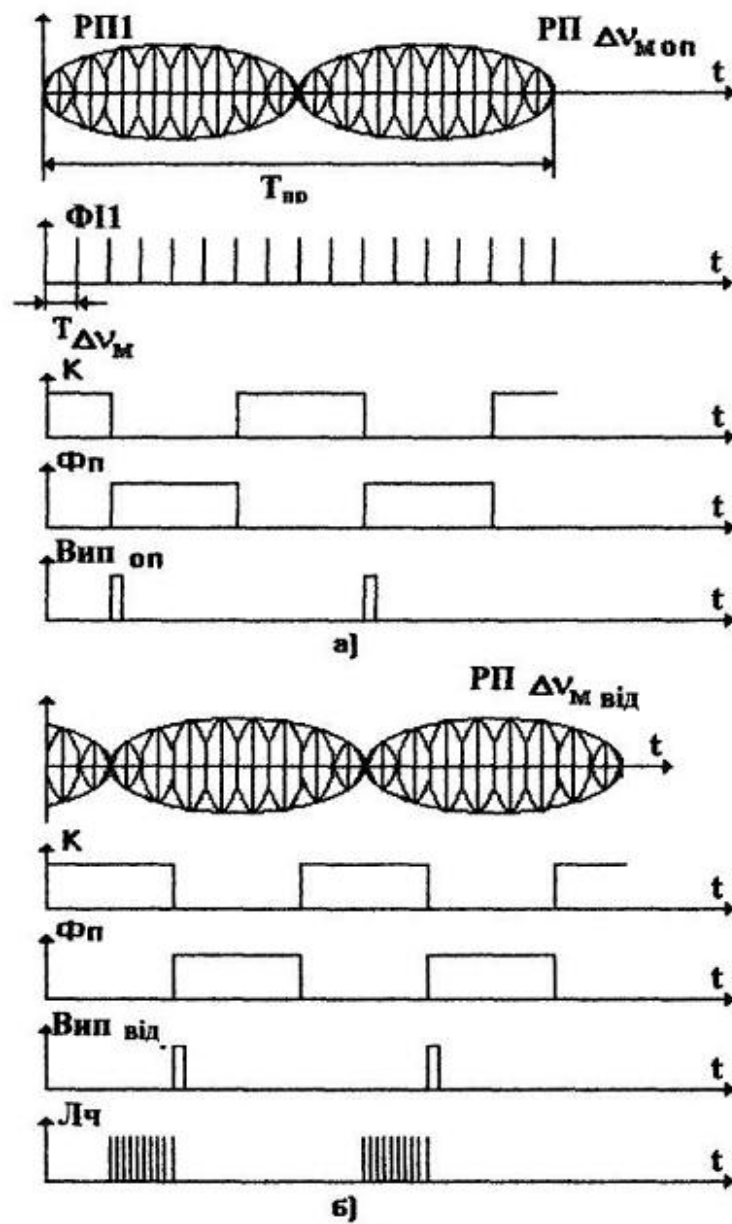
2. Патент України на корисну модель № 56919, Україна, МПК G01S 17/42, G01S 17/66. Канал вимірювання похилої дальності до літальних апаратів для ЛІВС з можливістю формування та обробки зображення ЛА. / О.В. Коломійцев, В.В. Белімов, Д.Г. Васильєв та ін. - № u201011820; заяв. 05.10.2010; опубл. 25.01.2011; Бюл. № 2.-10 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.

4. Патент на корисну модель № 23215, Україна, МПК H04Q 1/453. Селектор подовжніх мод для лазерної інформаційно-вимірювальної системи. / О.В. Коломійцев, Г.В. Альошин, В.В. Баранник та ін. - № u200700070; заяв. 02.01.2007; опубл. 10.05.2007; Бюл. № 6-6 с.



Фіг. 1



Фіг. 5