



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 71019

(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

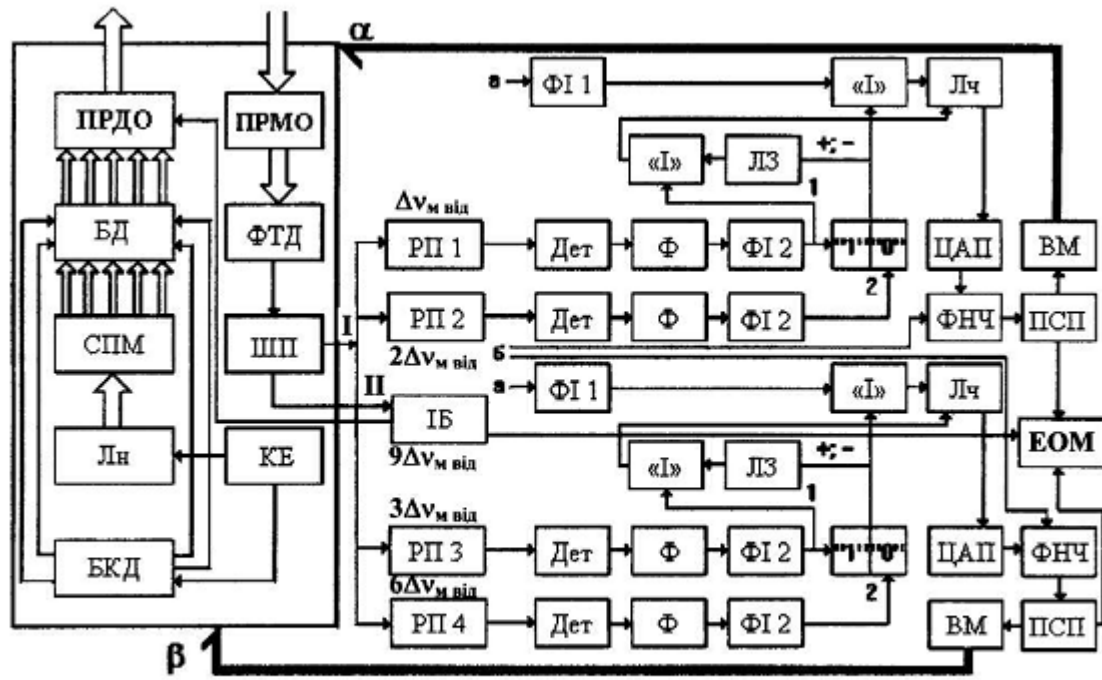
(21) Номер заявки:	u 2012 01152	(72) Винахідник(и):	Коломійцев Олексій Володимирович (UA), Альошин Геннадій Васильович (UA), Болюбаш Олексій Олексійович (UA), Воробйов Руслан Володимирович (UA), Клівець Сергій Іванович (UA), Опенько Павло Вікторович (UA), Полішко Сергій Володимирович (UA), Рубан Ігор Вікторович (UA), Сачук Ігор Іванович (UA), Храпчинський Василь Олегович (UA)
(22) Дата подання заявки:	06.02.2012	(73) Власник(и):	ХАРКІВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ІМЕНІ ІВАНА КОЖЕДУБА, вул. Сумська, 77/79, м. Харків, 61023 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель:	25.06.2012		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	25.06.2012, Бюл.№ 12		

(54) КАНАЛ АВТОМАТИЧНОГО СУПРОВОДЖЕННЯ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ЗА НАПРЯМКОМ ДЛЯ ЛІВС ПОЛІГОННОГО ВИПРОБУВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ

(57) Реферат:

Канал автоматичного супроводження літальних апаратів за напрямком для ЛІВС полігонного випробувального комплексу містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор подовжніх мод, блок дефлекторів, передавальну оптику, приймальну оптику, фотодетектор, широкосмуговий підсилювач, інформаційний блок для інформаційного взаємозв'язку з літальним апаратом (ЛА), резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, детектори, фільтри, формувачі імпульсів, тригери ("1"|"0"), схеми І, лінії затримки, лічильники, цифро-аналогові перетворювачі, фільтри нижніх частот, підсилювачі (фільтри) сигналу похибки (ПСП), виконавчі механізми та а - введення опорного сигналу з частотою Δv_m передавального лазера, б - введення сигналу від каналу оцінки тангенціальної складової швидкості (кутових швидкостей) ЛА для уточнення похибки збігу по кутах. Після ПСП замість електронно-цифрової обчислювальної машини введено електронну обчислювальну машину.

UA 71019 U



Фиг. 1

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

Відомий "Канал автоматичного супроводження літальних апаратів за напрямком на підставі модернізованого частотно-часового методу вимірювання" [1], який містить керуючий елемент (КЕ), блок керування дефлекторами (БКД), лазер з накачкою (Лн), селектор подовжніх мод (СПМ), блок дефлекторів (БД), передавальну оптику (ПРДО), приймальну оптику (ПРМО), фотодетектор (ФТД), ширококутовий підсилювач (ПП), резонансні підсилювачі (РП), настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, детектори (Дет), фільтри (Ф), формувачі імпульсів (ФІ), тригери ("1"|"0"), схеми І, лінії затримки (ЛЗ), лічильники (ЛЧ), цифро-аналогові перетворювачі (ЦАП), фільтри нижніх частот (ФНЧ), підсилювачі (фільтри) сигналу похибки (ПСП), виконавчі механізми (ВМ), електронно-цифрову обчислювальну машину (ЕЦОМ) та а - введення опорного сигналу з частотою $\Delta\nu_m$ передавального лазера, б - введення сигналу від каналу оцінки тангенціальної складової швидкості (кутових швидкостей) ЛА для уточнення похибки збігу по кутах.

Недоліком відомого каналу те, що він не здійснює інформаційний взаємозв'язок з ЛА.

Найбільш близьким до запропонованого технічного рішення, вибраним як прототип, є "Канал автоматичного супроводження літальних апаратів за напрямком для лазерної інформаційно-вимірювальної системи" [2], який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор подовжніх мод, блок дефлекторів, передавальну оптику, приймальну оптику, фотодетектор, ширококутовий підсилювач, інформаційний блок (ІБ) для інформаційного взаємозв'язку з ЛА, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, детектори, фільтри, формувачі імпульсів, тригери ("1"|"0"), схеми І, лінії затримки, лічильники, цифро-аналогові перетворювачі, фільтри нижніх частот, підсилювачі (фільтри) сигналу похибки, виконавчі механізми, електронно-цифрову обчислювальну машину та а - введення опорного сигналу з частотою $\Delta\nu_m$ передаючого лазера, б - введення сигналу від каналу оцінки тангенціальної складової швидкості (кутових швидкостей) ЛА для уточнення похибки збігу по кутах.

Недоліком каналу-прототипу є те, що він не забезпечує збереження інформації, яка оброблена під час проведення випробувань ЛА.

В основу корисної моделі поставлена задача створити канал автоматичного супроводження літальних апаратів за напрямком для ЛІВС полігонного випробувального комплексу, який дозволить здійснювати інформаційний взаємозв'язок з ЛА, точне і стійке його кутове автосупроводження при одночасному вимірюванні кутів азимута α і місця β у широкому діапазоні дальностей, починаючи з початкового моменту його польоту та збереження інформації, яка оброблена під час проведення випробувань ЛА.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що у канал-прототип, який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор подовжніх мод, блок дефлекторів, передавальну оптику, приймальну оптику, фотодетектор, ширококутовий підсилювач, інформаційний блок для інформаційного взаємозв'язку з ЛА, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, детектори, фільтри, формувачі імпульсів, тригери ("1"|"0"), схеми І, лінії затримки, лічильники, цифро-аналогові перетворювачі, фільтри нижніх частот, підсилювачі (фільтри) сигналу похибки, виконавчі механізми, електронно-цифрову обчислювальну машину та а - введення опорного сигналу з частотою $\Delta\nu_m$ передавального лазера, б - введення сигналу від каналу оцінки тангенціальної складової швидкості (кутових швидкостей) ЛА для уточнення похибки збігу по кутах, після ПСП замість ЕЦОМ введено електронну обчислювальну машину (ЕОМ).

Побудова каналу автоматичного супроводження літальних апаратів за напрямком для ЛІВС полігонного випробувального комплексу пов'язана з використанням ЧЧМ [3] та синхронізованого одномодового багаточастотного випромінювання єдиного лазера-передавача.

Технічний результат, який може бути отриманий при здійсненні корисної моделі полягає у інформаційному взаємозв'язку з ЛА, стійкому кутовому автосупроводженні при одночасному високоточному вимірюванні кутів азимута і місця у широкому діапазоні дальностей, починаючи з початкового моменту його польоту та збереженні інформації, яка оброблена під час проведення випробувань ЛА.

На фіг. 1 приведена узагальнена структурна схема запропонованого каналу, де а - введення опорного сигналу з частотою $\Delta\nu_m$ (з $\Delta\nu_m$) лазера-передавача; б - введення сигналу від каналу оцінки тангенціальної складової швидкості (кутових швидкостей α' і β') ЛА для уточнення

похибки збігу по кутах каналів; I - для визначення вимірювальної інформації; II - для обробки інформації, що отримується від ЛА.

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

5 На фіг. 3 приведені епюри напруг з виходів блоків запропонованого каналу.

На фіг. 4 приведені епюри напруг з виходів блоків запропонованого каналу, які визначають полярність, де: а) - для визначення знаку «+»; б) - для визначення знаку «-».

На фіг. 5 приведено кут відхилення ЛА від РСН відносно ЛІВС.

10 Запропонований канал автоматичного супроводження літальних апаратів за напрямком для ЛІВС полігонного випробувального комплексу містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор подовжніх мод, блок дефлекторів, передавальну оптику, приймальну оптику, фотодетектор, широкосмуговий підсилювач, інформаційний блок для інформаційного взаємозв'язку з ЛА, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, детектори, фільтри, формувачі імпульсів, тригери ("1"|"0"), схеми I, лінії
15 затримки, лічильники, цифро-аналогові перетворювачі, фільтри нижніх частот, підсилювачі (фільтри) сигналу похибки, виконавчі механізми, електронну обчислювальну машину та а - введення опорного сигналу з частотою Δv_m передавального лазера, б - введення сигналу від каналу оцінки тангенціальної складової швидкості (кутових швидкостей) ЛА для уточнення похибки збігу по кутах.

20 Робота запропонованого каналу автоматичного супроводження літальних апаратів за напрямком для ЛІВС полігонного випробувального комплексу полягає в наступному.

Із синхронізованого одномодового багаточастотного спектра випромінювання лазера-передавача (Лп) за допомогою СПМ виділяються необхідні пари частот для створення:

25 - інформаційного каналу зв'язку, за умови використання сигналу з різницевої частоти міжмодових биттів:

$$\Delta v_{101} = v_{10} - v_1 = 9\Delta v_m;$$

- 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):

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

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

Сигнал частотою міжмодових биттів $9\Delta v_m$, минаючи БД, потрапляє на ПРДО, де змішується (модулюється) з інформаційним сигналом від ІБ та формує інформаційний сигнал, що передається на ЛА (взаємозв'язок) (фіг. 1, 2).

35 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 дефлекторів. Парціальні ДС лазерного випромінювання попарно зустрічно сканують БД у кожній із двох ортогональних площин (фіг. 1, 2). Період сканування задається блоком керування дефлекторів, який разом з Лп живляться від керуючого елемента.

40 Проходячи через передавальну оптику, груповий лазерний імпульсний сигнал пар частот: $v_5, v_4 = \Delta v_m$, $v_9, v_7 = 2\Delta v_m$, $v_6, v_3 = 3\Delta v_m$, $v_8, v_2 = 6\Delta v_m$, та $v_{10}, v_1 = 9\Delta v_m$ (фіг. 1, 2) фокусується в скановані 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 лазерний сигнал $v_{10}, v_1 = 9\Delta v_m$ проходить вдовж РСН (фіг. 2).

45 Прийняті приймальною оптикою відбиті від ЛА інформаційний та, в процесі сканування чотирьох ДС, лазерні імпульсні сигнали і огибаючі сигнали ДС лазерного випромінювання за допомогою фотодетектора перетворюються в електричні імпульсні сигнали на різницеви частотах міжмодових биттів. Підсилені широкосмуговим підсилювачем, вони розподіляються:

в інформаційний блок для обробки інформації, яка приймається від ЛА;

по резонансних підсилювачах, які настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів: Δv_m від,

$$50 \quad 2\Delta v_m \text{ від}, \quad 3\Delta v_m \text{ від}, \quad 6\Delta v_m \text{ від}.$$

При цьому імпульсні сигнали радіочастоти, що надходять з РП Δv_m від і РП $2\Delta v_m$ від формують сигнал похибки по куту α , а РП $3\Delta v_m$ від і РП $6\Delta v_m$ від - по куту β .

Формування сигналу похибки по куту α полягає в наступному.

55 Введення імпульсного сигналу (а) з опорного каналу Δv_m , перетвореного ФІ1 у "пачки" опорних імпульсів на частоті Δv_m оп надходить на схему "I". Виділений і посилений імпульсний сигнал з РП Δv_m від частоти міжмодових биттів Δv_m від (фіг. 3, 4) детектується Дет у вигляді огибаючої сигналу, що змінюється за законом руху ДС лазерного випромінювання і, після проходження Ф, перетворюється у ФІ2 у точках переходів періодів сканування в імпульси (один імпульс за період сканування) та надходить на тригер "1", перекидуючи його. У цей же час,
60 виділений і посилений РП2 Δv_m від імпульсний сигнал частоти міжмодових биттів $2 \Delta v_m$ від

детектується, виділяючи огинаючу сигналу, яка змінюється за таким же законом і, проходячи Φ , перетворюється у $\Phi I2$ у точках переходів періодів коливань в імпульси (один імпульс за період сканування) та надходить на тригер "0", встановлюючи його у вихідний стан.

Задача виміру часового інтервалу в схемі I із заданою точністю полягає у встановленні критерію початку і кінця відліку часового інтервалу по визначених характеристиках значення імпульсних сигналів, що надходять на входи схеми I. У зв'язку з тим, що передній фронт імпульсу досить малий у порівнянні з дозволом, що вимагається за часом, характерними значеннями сигналу, що визначають початок і кінець відліку часового інтервалу, є граничне значення U_n (порогове значення напруги) (фіг. 3).

Завдяки періодичному за цикл сканування відкриттю і закриттю тригером схеми I, регулюється проходження імпульсів у схемі I від $\Phi I1$, тобто відбувається виділення "пачок" імпульсів, число яких пропорційно куту відхилення ЛА від РСН (фіг. 4, 5). Підраховані лічильником імпульси перетворюються ЦАП в аналоговий сигнал похибки з необхідним знаком, що змішується у ФНЧ з імпульсним сигналом від каналу кутових швидкостей ЛА (б) для уточнення похибки збігу по кутах. Завдяки обліку вимірювальної інформації від каналу кутових швидкостей (б) у ФНЧ усуваються динамічна і флуктуаційна похибки фільтрації. Отриманий сигнал, відфільтрований у ФНЧ і посилений підсилювачем сигналу похибки, відпрацьовується за допомогою виконуючого механізму (α), надходить від ПСП $_{\alpha}$ на вхід ЕОМ та виділяється в ній у вигляді числа пропорційного вимірюваному куту азимута α .

Якщо ЛА знаходиться вище РСН, то на схему I першим надходить імпульс з $\Phi I2$ міжмодової частоти $\Delta v_{m \text{ від}}$, а на тригер надходить другим імпульс з $\Phi I2$ міжмодової частоти $2 \Delta v_{m \text{ від}}$ (фіг. 1, 3-5). На схему I від тригера подається строб, тривалість якого пропорційна відхиленню ЛА від РСН. Цей часовий інтервал вимірюється методом рахунку імпульсів частоти міжмодових биттів Δv_m . Оскільки тривалість строба залежить лише від величини відхилення ЛА від РСН, а не від сторони відхилення, маємо схему визначення полярності сигналу похибки («+» або «-»).

Якщо ЛА буде розташований нижче РСН, то першим надійде імпульс від $\Phi I2$ з каналу $2\Delta v_m$ від, а другим - з каналу Δv_m від.

Визначення знаку «+» або «-», або сторони відхилення ЛА від РСН (фіг. 1; 4 а, б) полягає в наступному.

Якщо ЛА знаходиться вище РСН, то імпульс 1 (фіг. 1, 4 а) від каналу Δv_m від випереджає імпульс 2 каналу $2 \Delta v_m$ від. Оскільки строб від тригера затримується на час, що перевищує тривалість імпульсу 1 (або 2), то схема збігів "I" не спрацьовує, тому що імпульс 1 не збігається у часі з даним стробом. Знак сигналу похибки по куту α залишається позитивним («+»).

Якщо ЛА знаходиться нижче РСН (фіг. 4 б), то імпульс 1 відстає від імпульсу 2, тому він збігається у часі зі стробом. Схема I спрацьовує і змінює знак («-» або полярність) напруги сигналу похибки по куту α . Імпульс зі схеми I подається на знаковий розряд лічильника імпульсів з частотою Δv_m . Число імпульсів у лічильнику пропорційно куту відхилення α від РСН.

Форматування сигналу похибки по куту β відбувається таким же чином, як для сигналу похибки по куту α .

Виконавчі механізми $ВМ_{\alpha}$ і $ВМ_{\beta}$ розвертають приймально-передавальну платформу таким чином, щоб ЛА знаходився на РСН каналу, що пропонується, тобто на РСН сумарної ДС лазерного випромінювання.

Відображення інформації, що приймається (передається) від ЛА та обробка (вимірювання) кутів азимута α і міста β 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.

ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ:

1. Деклараційний патент на винахід № 59115 А, Україна, МПК G01 S 17/42, G01 S 17/66. Канал автоматичного супроводження літальних апаратів за напрямком на підставі модернізованого частотно-часового методу вимірювання. /Г.В. Альошин, О.В. Коломійцев, Д.П. Пашков - № 2003010713; заяв. 27.01.2003; опубл. 15.08.2003; Бюл. № 8.-5 с.

2. Патент на корисну модель № 23213, Україна, МПК G01 S 17/42, G01 S 17/66. Канал автоматичного супроводження літальних апаратів за напрямком для лазерної інформаційно-вимірювальної системи. /О.В. Коломійцев, Г.В. Альошин, В.В. Баранник та ін. - № u200700012; заяв. 02.01.2007; опубл. 10.05.2007; Бюл. № 6.-8 с.

3. Патент на корисну модель №55645, Україна, МПК G01S 17/42, G01 S 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 автоматичного супроводження літальних апаратів за напрямком для ЛІВС полігонного випробувального комплексу, який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор подовжніх мод, блок дефлекторів, передавальну оптику, приймальну оптику, фотодетектор, широкосмуговий підсилювач, інформаційний блок для інформаційного взаємозв'язку з літальним апаратом (ЛА), резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, детектори, фільтри, формувачі імпульсів, тригери ("1"/"0"), схеми І, лінії затримки, лічильники, цифро-аналогові перетворювачі, фільтри нижніх частот, підсилювачі (фільтри) сигналу похибки (ПСП), виконавчі механізми та а - введення опорного сигналу з частотою $\Delta\nu_m$ передавального лазера, б - введення сигналу від каналу оцінки тангенціальної складової швидкості (кутових швидкостей) ЛА для уточнення похибки збігу по кутах, який **відрізняється** тим, що після ПСП замість електронно-цифрової обчислювальної машини введено електронну обчислювальну машину.

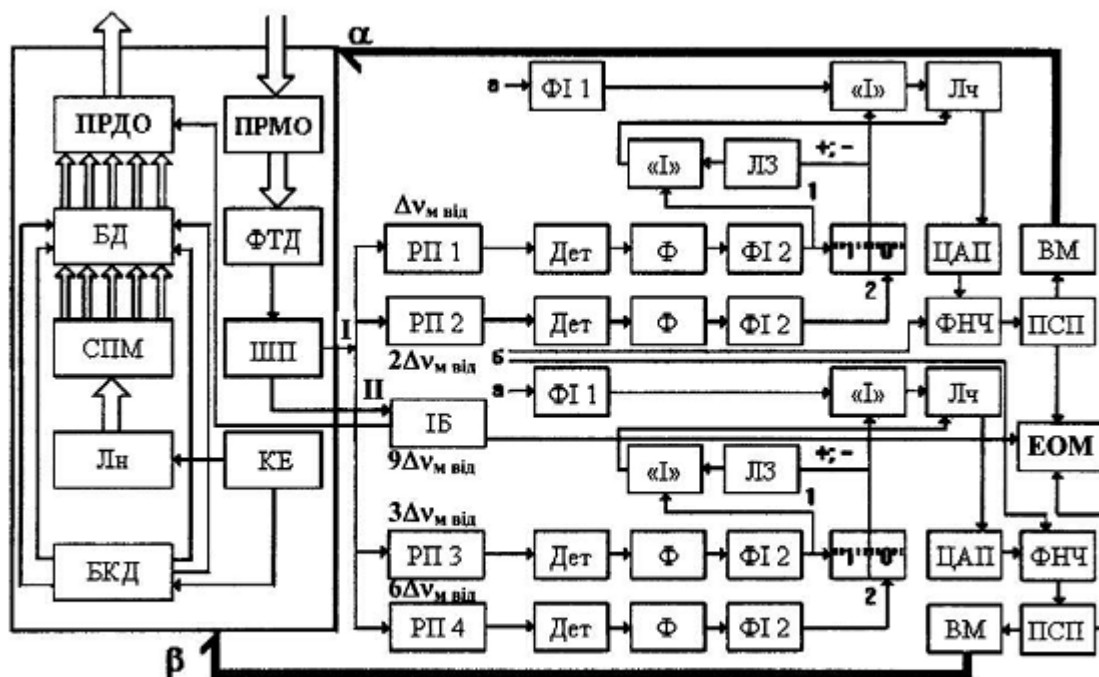


Fig. 1

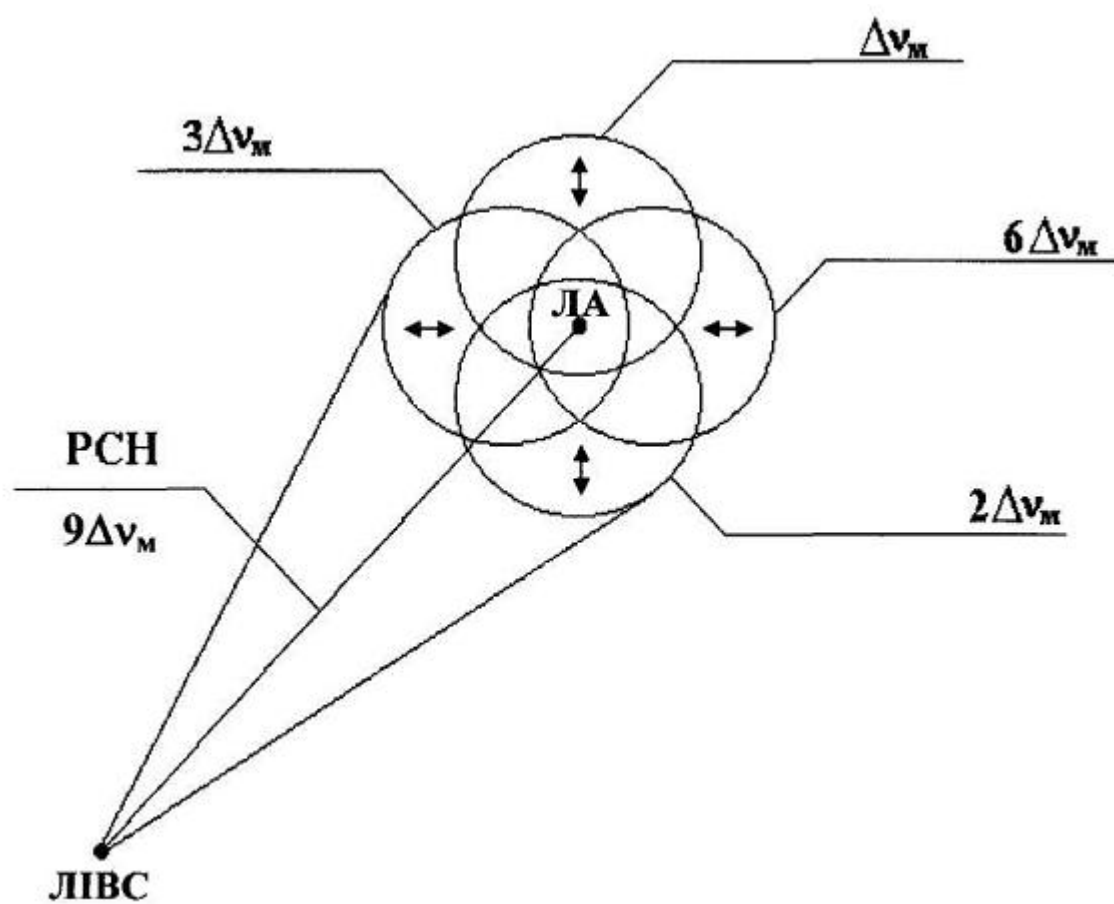
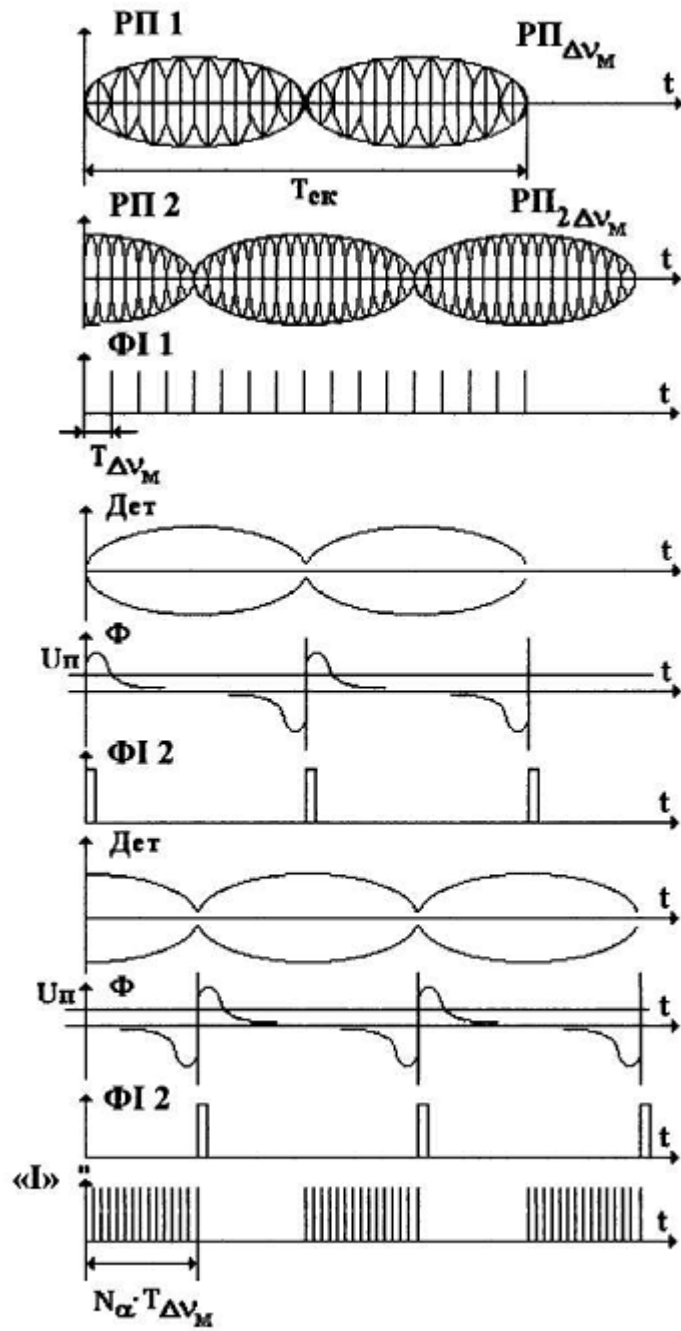
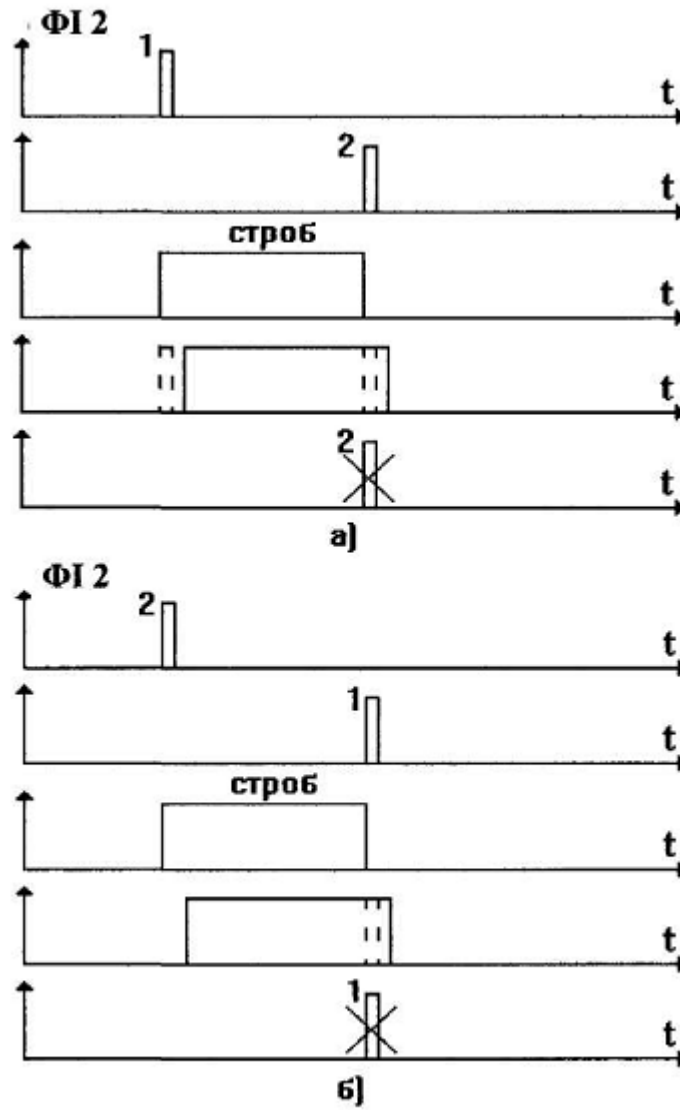


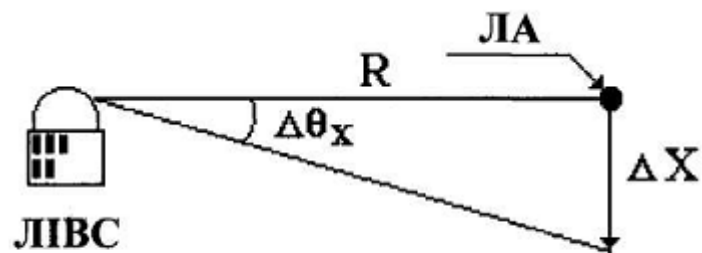
Fig. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5