

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

Відомий "Канал вимірювання похилої дальності до літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів та можливістю пошуку, формування і обробки зображення ЛА" [1], який містить керуючий елемент (КЕ), блок керування дефлекторами (БКД), лазер з накачкою (Лн), селектор подовжніх мод з багаточастотним розділенням каналів (СПМ БРК), призми для частоти міжмодових биттів $\Delta\nu_m$, модифікований блок дефлекторів (МБД), перемикач для частот міжмодових биттів $\Delta\nu_m$ і $2\Delta\nu_m$, передавальну оптику (ПРДО), приймальну оптику (ПРМО), фотодетектори (ФТД), широкопasmовий підсилювач (ШП), модифікований інформаційний блок (МІБ), резонансні підсилювачі (РП), настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувач імпульсів (ФІ), тригер "1"|"0" (Тр), схему "і" ("І"), лічильники (Лч), фільтр з заданою смугою пропускання (Фп), детектор (Дет), диференційовану оптику (ДО), підсилювач (П), фільтр (Ф), диференційовані ланцюжки (ДЛ), випрямлячі (Вип), електронно-цифрову обчислювальну машину (ЕЦОМ) та блок відображення інформації (БВІ) про похилу дальність R до літального апарата (ЛА).

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

Найбільш близьким аналогом до запропонованої корисної моделі є "Канал вимірювання похилої дальності до літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів та можливістю пошуку, формування і обробки зображення ЛА для полігонного випробувального комплексу" [2], який містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор подовжніх мод з багаточастотним розділенням каналів, призми для частоти міжмодових биттів $\Delta\nu_m$, модифікований блок дефлекторів, перемикач для частот міжмодових биттів $\Delta\nu_m$ і $2\Delta\nu_m$, передавальну оптику, приймальну оптику, фотодетектори, широкопasmовий підсилювач, модифікований інформаційний блок, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувач імпульсів, тригер "1"|"0", схему "і", лічильники, фільтр з заданою смугою пропускання, детектор, диференційовану оптику, підсилювач, фільтр, диференційовані ланцюжки, випрямлячі та електронну обчислювальну машину (ЕОМ).

Недоліком каналу найближчого аналогу є те, що він не може проводити зовнішньотраєкторні вимірювання і пошук ЛА у несприятливих умовах та не забезпечує кібербезпеку інформації, що отримана.

В основу корисної моделі поставлена задача створити канал вимірювання похилої дальності до літальних апаратів з можливістю їх пошуку, формування і обробки зображення та кібернетичним захистом отриманої інформації, який дозволить здійснювати виявлення ЛА, його захват, стійке кутове автоматичне супроводження, високоточне вимірювання похилої дальності (R) у широкому діапазоні дальностей, у будь-який час року і доби, за будь-якої погоди, багатоканальну (N) передачу команд керування ЛА на частотах міжмодових биттів $9\Delta\nu_m \dots N\Delta\nu_m$, збереження і захист інформації, яка оброблена під час проведення випробувань та, в разі необхідності, пошук ЛА у заданій зоні простору за заданим законом сканування діаграмами спрямованості (ДС), формування і обробку його зображення.

Поставлена задача вирішується тим, що канал вимірювання похилої дальності до літальних апаратів з можливістю їх пошуку, формування і обробки зображення та кібернетичним захистом отриманої інформації містить керуючий елемент, блок керування дефлекторами, лазер з накачкою, селектор подовжніх мод з багаточастотним розділенням каналів, призми для частоти міжмодових биттів $\Delta\nu_m$, модифікований блок дефлекторів, перемикач для частот міжмодових биттів $\Delta\nu_m$ і $2\Delta\nu_m$, передавальну оптику, приймальну оптику, фотодетектори, широкопasmовий підсилювач, модифікований інформаційний блок, резонансні підсилювачі, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувач імпульсів, схему „і", фільтр із заданою смугою пропускання, диференційований ланцюжок, випрямляч, тригер, детектор, диференційовану оптику, підсилювач, фільтр та лічильник. Як електронну обчислювальну машину (ЕОМ) введено спеціалізовану ЕОМ та додатково введено радіолокаційний модуль, який містить антену, приймально-передавальну апаратуру і апаратуру захисту від завад.

Побудова каналу вимірювання похилої дальності до літальних апаратів з можливістю їх пошуку, формування і обробки зображення та кібернетичним захистом отриманої інформації пов'язана з використанням одномодового багаточастотного з синхронізацією подовжніх мод випромінювання єдиного лазера-передавача, частотно-часового методу вимірювання [3] та РЛМ.

Технічний результат, який може бути отриманий при здійсненні корисної моделі, полягає у виявленні ЛА, його захваті, стійкому кутовому автоматичному супроводженні, високоточному вимірюванні похилої дальності у широкому діапазоні дальностей, у будь-який час року і доби, за будь-якої погоди, багатоканальній (N) передачі команд керування на ЛА на частотах міжмодових биттів, збереженні і захисті інформації, яка оброблена та, в разі необхідності, пошуку ЛА у заданій зоні простору, формуванні і обробки його зображення.

На фіг. 1 приведено передавальний бік узагальненої структурної схеми запропонованого каналу, де: I – вимірювальний сигнал; II – інформаційний сигнал та сигнал з просторовою модуляцією поляризації; III – радіолокаційний сигнал.

На фіг. 2 приведена узагальнена структурна схема запропонованого каналу.

На фіг. 3 приведено створення рівносигнального напрямку (РСН) та сканування сумарною ДС лазерного випромінювання (ЛВ) у невеликому куті і окремо 4-ма ДС ЛВ у ортогональних площинах.

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

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

Запропонований канал вимірювання похилої дальності до літальних апаратів з можливістю їх пошуку, формування і обробки зображення та кібернетичним захистом отриманої інформації містить керуючий елемент 1, блок керування дефлекторами 2, лазер з накачкою 3, селектор подовжніх мод з багаточастотним розділенням каналів 4, призми для частоти міжмодових биттів Δv_m , модифікований 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, широкосмуговий підсилювач 10, модифікований інформаційний блок 11, резонансні підсилювачі 12, настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів, формувач імпульсів 13, схему "і" 14, фільтр із заданою смугою пропускання 15, диференційований ланцюжок 16, випрямляч 17, тригер 18, детектор 19, диференційовану оптику 20, підсилювач 21, фільтр 22, лічильник 23 та спеціалізовану електронну обчислювальну машину 24.

Робота запропонованого каналу вимірювання похилої дальності до літальних апаратів з можливістю їх пошуку, формування і обробки зображення та кібернетичним захистом отриманої інформації полягає у наступному.

Зі спектра випромінювання одномодового багаточастотного з синхронізацією подовжніх мод лазера-передавача (Лп) 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 $\Delta v_{101} = v_{10} - v_1 = 9\Delta v_m, \dots N\Delta v_m$);

- лазерного сигналу з просторовою модуляцією поляризації, за умови використання сигналу з двох подовжніх мод (несучих частот v_{n1}, v_{n2});

- 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)

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

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

Лазерний сигнал, який складений з частот міжмодових биттів $N\Delta v_m$, минаючи МБД, потрапляє на ПРДО, де змішується (модулюється) з інформаційним сигналом від МІБ та формує багатоканальний (N) інформаційний сигнал, що передається на ЛА (створення взаємозв'язку) (фіг. 1, 2).

За допомогою СПМ БРК та МІБ створюються два лазерні сигнали з просторовою модуляцією поляризації шляхом розведення ЛВ (кожної несучої частоти v_{n1} та v_{n2}) на два променя (вертикальної і горизонтальної поляризаціями) з поворотом площини поляризації на кут 90° в одному з них (v_{n1a}, v_{n1b} та v_{n2a}, v_{n2b} , фіг. 3, 4).

При цьому випромінювання апертури першого і другого каналів в апертурній площині UOV рознесені на відстані ρ . Різниця ходу пучків до картинної площини ЛА XOY змінюється вдовж осі X від точки до точки. Обумовлена цією різниця фаз між поляризованими компонентами, що ортогональні, поля у картинній площині також змінюється від точки до точки.

Залежно від різниці фаз у картинній площині змінюється вигляд поляризації сумарного поля сигналу, що зондує від лінійної через еліптичну і циркулюючу до лінійної, ортогональної до поочаткової і т.д. Період зміни вигляду поляризації визначається базою між випромінювачами ρ та відстанню до картинної площини R. Розподіл інтенсивності в реєстрованому зображенні ЛА промодульовано за гармонійним законом з коефіцієнтом модуляції і дорівнює значенню ступеня поляризації випромінювання, що відбито, у даній ділянці його поверхні.

Водночас імпульсний лазерний сигнал (вимірювальний) частот міжмодових биттів $\Delta v_m, 2\Delta v_m, 3\Delta v_m$ та $6\Delta v_m$ надходить на МБД, що складається з 4-х п'єзоелектричних дефлекторів. Парціальні ДС ЛВ попарно зустрічно сканують МБД у кожній з двох ортогональних площин (фіг. 1 – 3). Період сканування задається БКД, який разом з Лп живляться від КЕ.

Проходячи через ПРДО, груповий лазерний імпульсний сигнал пар частот $v_5, v_4 = \Delta v_m, v_9, \Delta v_7 = 2\Delta v_m, v_6, v_3 = 3\Delta v_m$ 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 груповий (інформаційний) лазерний сигнал частот $9\Delta v_m \dots N\Delta v_m$ та лазерні сигнали з просторовою модуляцією поляризації (v_{n1a}, v_{n1b} та v_{n2a}, v_{n2b}) проходять вдовж РСН (фіг. 3).

Принцип роботи грубої шкали каналу вимірювання похилої дальності до ЛА полягає у наступному (фіг. 2, 5).

На передавальному боці.

Виділена селектором подовжніх мод зі спектра випромінювання лазера перша пара частот $\nu_{5,4}$, розщеплюється під дією розщеплювача (призми) на два оптичні сигнали:

1) основний (а) – сканується 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) – перетворюється ФТД у електричний імпульсний сигнал різницевої частоти міжмодового биття $\Delta\nu_m$ та надходить на ФІ1, де відбувається виділення "пачок" імпульсів, прийнятих схемою "І".

Прийняті ПРМО від ЛА, відбиті у процесі сканування 4-ох ДС ЛВ, лазерні імпульсні сигнали і огинаючи сигнали ДС ЛВ за допомогою ФТД перетворюються у електричні імпульсні сигнали на різницевих частотах міжмодових биттів.

Підсилені ШП вони розподіляються:

- у МІБ для обробки інформації, що приймається від ЛА та відбитого лазерного сигналу з просторовою модуляцією поляризації, що зондує, від його поверхні для формування і обробки зображення ЛА;

- по РП, що настроєні на відповідні частоти міжмодових биттів $\Delta\nu_m$ від, $2\Delta\nu_m$ від, $3\Delta\nu_m$ від, $6\Delta\nu_m$ від.

Імпульсні сигнали радіочастоти, що надходять з РП $\Delta\nu_m$ формують сигнал про похилу дальність до ЛА, а РП $6\Delta\nu_m$, РП $2\Delta\nu_m$ і РП $3\Delta\nu_m$ – сигнали для інших вимірювальних каналів МОІВС.

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

Фільтр зі смугою пропускання $P=1/t_i$ (де t_i – тривалість імпульсу) виділяє з загального сигналу "бланкуючі" імпульси – в імпульси сигнали, які, проходячи ДЛ і Вип – ($\Phi I = DЛ + Вип$), виділяються у вигляді одного короткого імпульсу за початок "бланкуючого" імпульсу та надходять на Тр з індексом "1", включаючи його.

На приймальному боці.

При відбитті лазерного сигналу з просторовою модуляцією поляризації, що зондує, від поверхні ЛА 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 за зміною контрасту модуляційної структури зображення несе також інформацію про типи матеріалів у складі поверхні ЛА, їх характеристики тощо, відпрацьовується у СЕОМ. Тому, у МІБ здійснюється поляризаційна обробка поля, що приймається.

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 $\Delta\nu_m$ і, проходячи через Дет, перетворюється таким же чином, як і додатковий електричний сигнал (б) частоти $\Delta\nu_m$ та надходить тільки на Тр з індексом "0", "перекидаючи" його.

Сигнал, що надходить з Тр на схему "1", здійснює періодичне "відкриття" і "закриття" проходу для "пачок" імпульсів з ФІ1, що підраховуються Лч та відпрацьовуються у вигляді числа про похилу дальність до ЛА у СЕОМ.

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

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

Апаратні похибки вимірювання похилої дальності до ЛА у запропонованому каналі – це похибки визначення початку і кінця відліку часового інтервалу, похибки 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 ЛВ і відношення сигнал/шум.

Відображення інформації, що приймається (передається) від ЛА, та обробка (вимірювання) кутової швидкості відбувається у СЕОМ.

Для збереження інформації, яка оброблена під час проведення випробувань ЛА, в пам'яті СЕОМ використовується база даних - сукупність взаємопов'язаних даних, організованих у відповідності 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 часупараметризованих 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).

В разі необхідності виявлення ЛА під час його пошуку, груповий сигнал, який складений з частот міжмодових биттів, за допомогою МБД сканується сумарною ДС ЛВ у заданій зоні простору за заданим законом сканування, де кут та напрямок відхилення ДС ЛВ задається БКД (фіг. 1, 2).

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 МОІВС. Інформація від РЛМ надходить на СЕОМ.

Кількість інформаційних каналів (N) залежить від кількості комбінацій парних мод (несучих частот ν_n), які мають необхідні вихідні характеристики для використання.

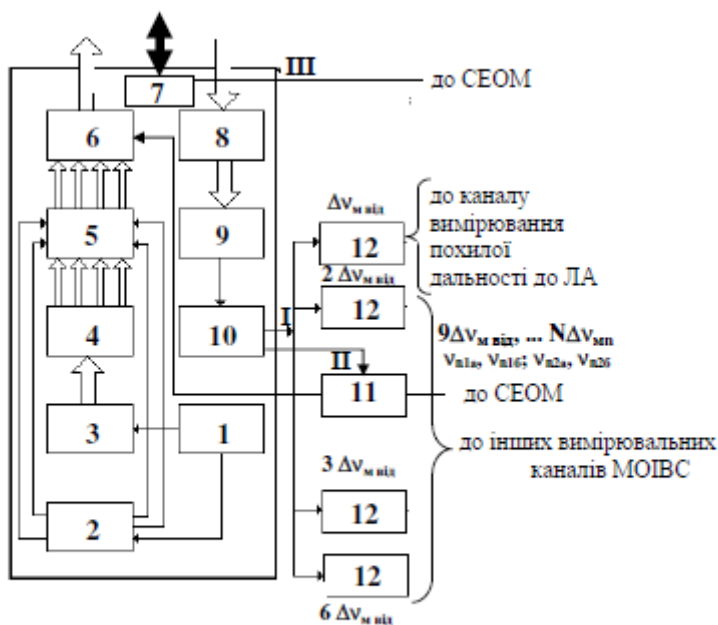
Формування сумарної ДС ЛВ, створення РСН, інформаційного каналу для каналу, що пропонується, пов'язано із задоволенням жорстких вимог, які пред'являються до спектра випромінювання одномодового багаточастотного лазера-передавача, тобто високоточної синхронізації подовжніх мод і стабілізації частот міжмодових биттів.

ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ:

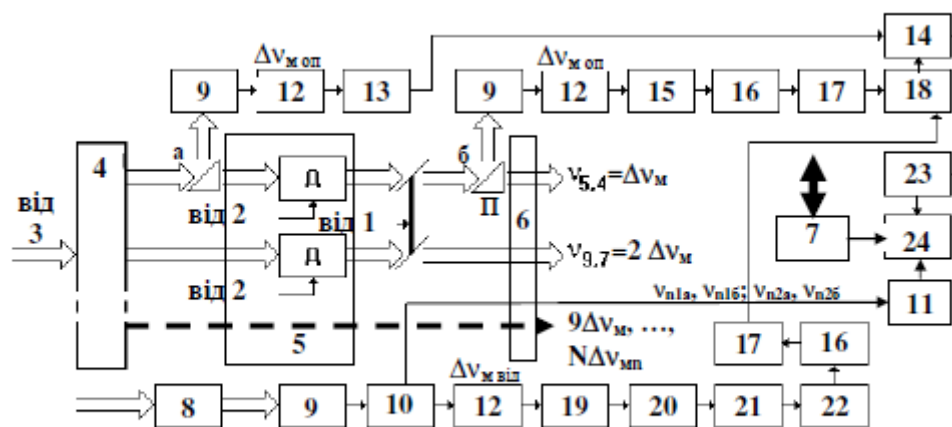
1. Патент на корисну модель № 61869 Україна, МПК G01S 17/42, G01S 17/66. Канал вимірювання похилої дальності літальних до апаратів з використанням частот міжмодових биттів та можливістю пошуку, формування і обробки зображення ЛА /О.В. Коломійцев, С.В. Бугаєв, Д.Г. Васильєв та ін. – № U201104026; заяв. 04.04.2011; опубл. 25.07.2011; Бюл. № 1 4. – 1 2 с.

2. Патент на корисну модель № 85945 Україна, МПК G01S 17/42, G01S 17/66. Канал вимірювання похилої дальності до літальних апаратів з використанням частот міжмодових биттів та можливістю пошуку, формування і обробки зображення ЛА для полігонного випробувального комплексу /О.В. Коломійцев, І.І. Сачук, Г.В. Альошин та ін. – № U201306335; заяв. 22.05.2013; опубл. 10.12.2013; Бюл. № 2 3. – 7 с.

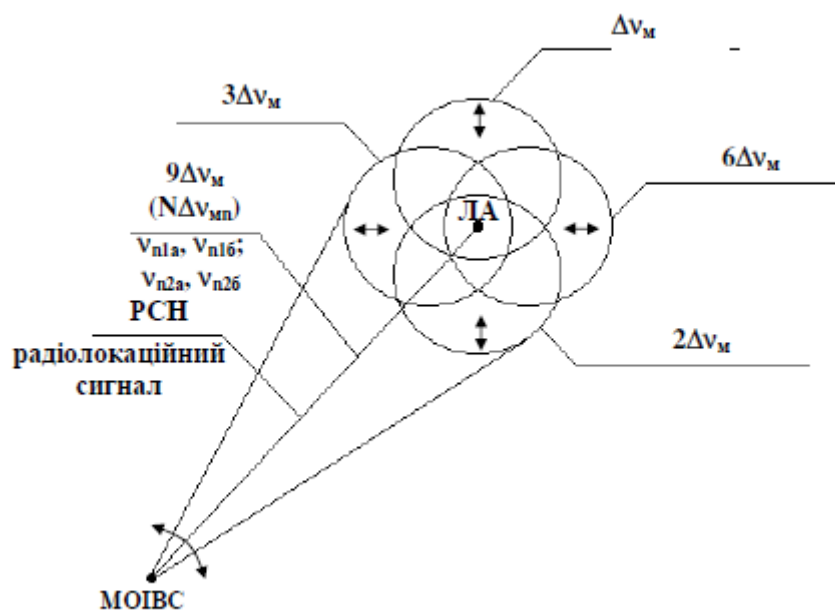
3. Патент на корисну модель № 55645 Україна, МПК G01S 17/42, G01 S 17/66. Частотно-часовий метод пошуку, розпізнавання та вимірювання параметрів руху літального апарату /О.В. Коломійцев – № U201005225; заяв. 29.04.2010; опубл. 27.12.2010; Бюл. № 24. – 14 с.



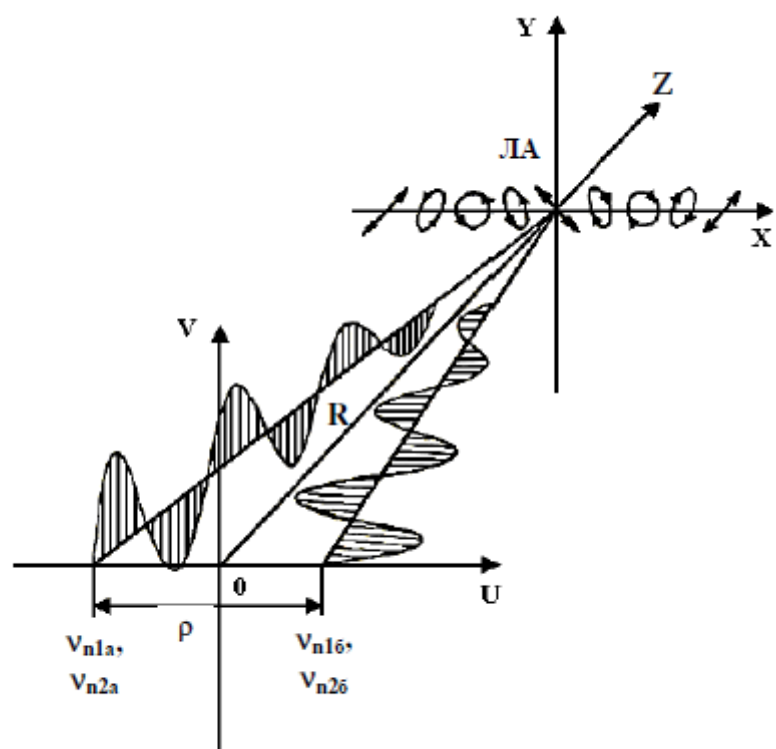
Фіг. 1



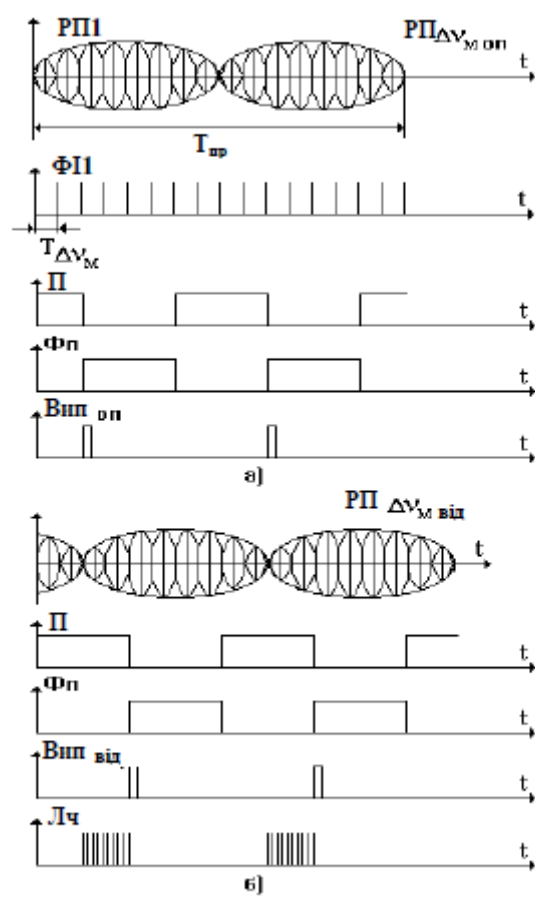
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5