



МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **122886** (13) **U**
(51) МПК
F41G 3/08 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: u 2017 09123</p> <p>(22) Дата подання заявки: 15.09.2017</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.01.2018</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.01.2018, Бюл.№ 2</p> <p>(72) Винахідник(и): Толок Ігор Вікторович (UA), Прохоров Олег Анатолійович (UA), Пампуха Ігор Володимирович (UA), Мірошніченко Олег Вікторович (UA), Савран Віталій Олександрович (UA), Нікіфоров Микола Миколайович (UA), Пусан Віталій Володимирович (UA), Лоза Віталій Миколайович (UA), Загородній Володимир Васильович (UA), Глухов Сергій Іванович (UA), Федоров Артем Костянтинович (UA), Карпенко Олексій Володимирович (UA), Пампуха Альона Ігорівна (UA)</p>	<p>(73) Власник(и): Толок Ігор Вікторович, вул. Д. Запольського, 9, кв. 87, м. Київ, 04119 (UA), Прохоров Олег Анатолійович, вул. Щербаківського Данила, 31/40, кв. 75, м. Київ, 03062 (UA), Пампуха Ігор Володимирович, вул. Білоруська, 40, кв. 15/1, м. Київ, 04119 (UA), Мірошніченко Олег Вікторович, вул. Мілютенка, 7, кв. 62, м. Київ, 02156 (UA), Савран Віталій Олександрович, вул. Володимирська, 64, м. Київ, 01601 (UA), Нікіфоров Микола Миколайович, вул. Вокзальна, 41, кв. 13, смт Глеваха, Васильківський р-н, Київська обл., 08631 (UA), Пусан Віталій Володимирович, вул. Ямська, 42, в/ч, м. Київ, 03150 (UA), Лоза Віталій Миколайович, вул. Кадетський Гай, 11, кв. 178, м. Київ, 03048 (UA), Глухов Сергій Іванович, вул. Ніколаєвська, 3, кв. 41, м. Київ, 02225 (UA), Федоров Артем Костянтинович, вул. Ломоносова, 55, к. 415/3, м. Київ, 03022 (UA), Карпенко Олексій Володимирович, вул. Березняківська, 4, кв. 99, м. Київ, 02152 (UA), Загородній Володимир Васильович, вул. Героїв Дніпра, 7, кв. 273, м. Київ, 04209 (UA), Пампуха Альона Ігорівна, вул. Білоруська, 40, кв. 15/1, м. Київ, 04119 (UA)</p> <p>(74) Представник: Пампуха Ігор Володимирович</p>
--	---

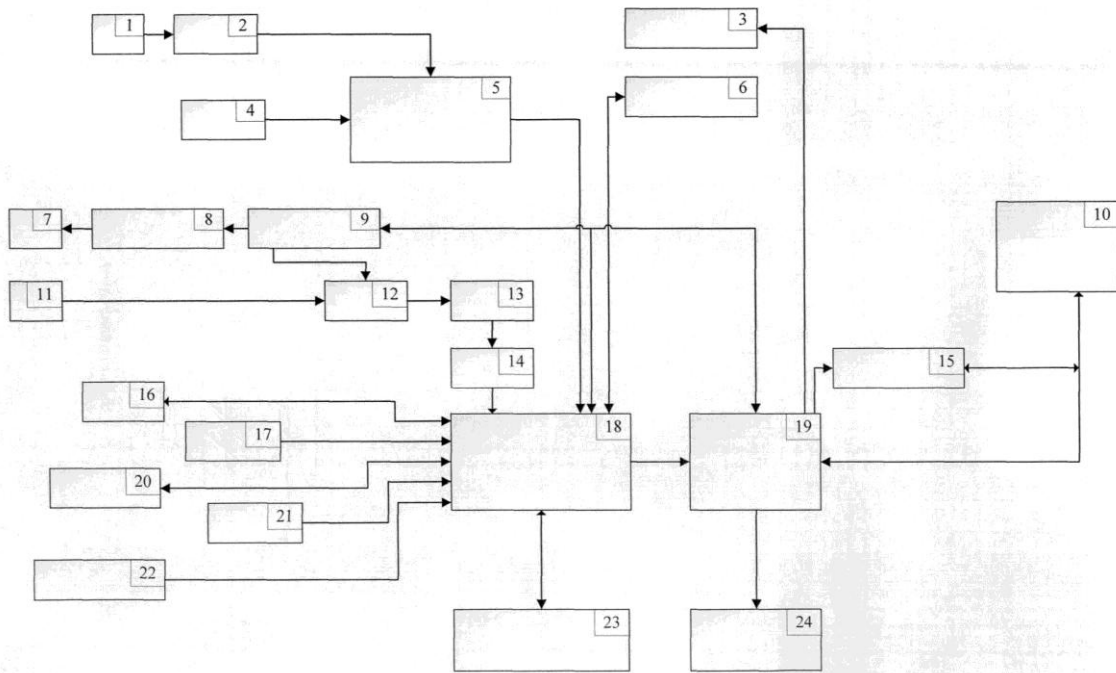
(54) РАДІОЛОКАЦІЙНА СТАНЦІЯ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ТРАЄКТОРІЙ БАЛІСТИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ПРИ ВИКОРИСТАННІ РЕЖИМУ ПЕРЕБУДОВИ ЧАСТОТИ ВІД ІМПУЛЬСУ ДО ІМПУЛЬСУ ЗА ВИПАДКОВИМ ЗАКОНОМ

(57) Реферат:

Радіолокаційна станція спостереження траєкторій балістичних об'єктів при використанні режиму перебудови частоти від імпульсу до імпульсу за випадковим законом, яка містить акустичний датчик, який з'єднаний з формувачем імпульсів запуску синхронізації через підсилювач; дисплей, який з'єднаний з основним процесором, до якого під'єднані флеш-пам'ять, радіомодуль Wi-Fi та артилерійський балістичний комп'ютер; передавальна антена, яка під'єднана до керованого високочастотного генератора через підсилювач, який з'єднаний з основним процесором, цифровим сигнальним процесором та фільтром низьких частот, до якого під'єднана приймальна антена; підсилювач низьких частот, який з'єднаний з фільтром низьких частот та вимірювачем частоти, пристрій GPS, магнітний компас, інфрачервоний датчик, вібраційний датчик, модуль вимірювання швидкості обертання снаряда, метеостанція, які підключені до цифрового сигнального процесора, причому з метою підвищення балістичних

UA 122886 U

характеристик пристрою додатково містить модуль вимірювання кутової швидкості обертання снаряда.



Корисна модель належить до області радіолокації, а саме до засобів радіолокаційного спостереження траєкторій балістичних об'єктів при використанні режиму перебудови частоти, від імпульсу до імпульсу за випадковим законом, що виключає негативний вплив прицільних по частоті навмисних перешкод.

5 Для окремих артилерійських систем значення помилок в відхиленні снарядів може досягти до 2 % по дальності. Водночас, досвід бойових стрільб показує, що використання зарядів різних партій при стрільбі батареї, без точного визначення сумарного відхилення, початкової швидкості снарядів навіть не дозволяє закінчити пристрілку, не кажучи вже про виконання завдань стрільб. Враховуючи значну частку похибки балістичної підготовки в загальній складовій похибки повної підготовки стрільби артилерійських систем (в деяких системах вона складає до 50 %) в багатьох випадках ефективність стрільби залежить від якості проведення заходів балістичної підготовки для кожної артилерійської системи. На навчальну швидкість снаряда впливають велика кількість зовнішніх та внутрішніх параметрів, таких як температура, точка роси, тиск та інші. З метою компенсації цих параметрів та підготовки гармати до стрільби 15 край важно знати начальну швидкість снаряда.

Тому оснащення гармат балістичними станціями дозволяє уникнути таких великих помилок при стрільбі.

Найбільш близьким аналогом є радіолокаційна система MVRS-700SC MUZZLE VELOCITY RADAR SYSTEM (див. <https://www.weibel.dk/solutions/radar/tactical-muzzle-velocity-radars-systems/>)

20 Радіолокаційна система MVRS-700SC MUZZLE VELOCITY RADAR SYSTEM призначена для виміру початкової швидкості снаряда за принципом Допплера, обробка сигналу в станції проводиться за допомогою швидкого перетворення Фур'є (ШПФ). Система призначена для установки на танки, гаубиці та інші системи гармат, які з'єднуються з комп'ютером управління їх вогнем.

25 Радіолокаційна система MVRS-700 вміщує в собі:

1. Допплерівську антену, яка виконана з використанням полозкової мікроантенної решітки, встановленої на основній частині гармати;

2. Вбудований надвисоких частот (НВЧ) - перемикач;

3. Вузкосмуговий НВЧ - фільтр;

30 4. Акустичний датчик;

5. Датчик компенсації руху гармати (опція);

6. Процесор;

7. Display Unit розміщено рядом з наводчиком гармати;

35 8. Цифрова секція MVRS-700SC містить блок збору і обробки даних для розрахунку усіх результатів;

9. Гнучкий кабель що з'єднує блок процесору та антену.

Радіолокаційна система MVRS-700 має кваліфікацію відповідно до стандарту НАТОSTANAG4114.

Радіолокаційна система MVRS-700 працює так:

40 В момент здійснення пострілу гармати за допомогою вбудованого акустичного датчика, який приводиться в дію і управляється за допомогою процесора, здійснюється виявлення ударної хвилі і антена розпочинає випромінювати сигнал НВЧ-CW високої частоти. Антена доплерівського радіолокатора передає сигнал НВЧ-CW та приймає сигнал, що відбивається від снаряда. Сигнал, відбитий від снаряда, містить інформацію про початкову швидкість 45 снаряда. Вузла смуга НВЧ-фільтра гарантує, що інші радіолокаційні системи, а особливо радари, що мають велику імпульсну потужність, не перенасичують приймач.

Сигнал, відбитий від снаряда, подається в блок процесора, де сигнал оцифровується та зберігається для аналізу цифрового сигналу відразу після того, як сигнал був записано. Результат надається оператору на дисплеї за 2 секунди після того, як проведено постріл, 50 одночасно результат надається на комп'ютер управління вогнем (FCC), що підключений до послідовного інтерфейсу блока процесора.

Записаний сигнал аналізується в цифровому блоці процесора за допомогою ШПФ для вилучення до 128 точок даних про швидкість снаряда. За допомогою пристрою компенсації руху гармати компенсується рух гармати в час проведення пострілу. Розрахована дульна швидкість 55 передається на FCC по послідовному інтерфейсу, і зберігається в пам'яті для подальшого використання. Система повертається в режим очікування через декілька секунд після здійснення пострілу.

60 Суть способу, який закладений у роботі відомого пристрою, полягає в такому, що радіолокаційна система MVRS-700 має варіант зі змінною частотою, а саме до 5 передаючих частот (за бажанням), які вибираються користувачем. Сигнал НВЧ-CW високої частоти

управляється з цифрового процесора і випромінюється тільки коли виявлено постріл гармати за допомогою акустичного датчика. Передача сигналу СВЧ-CW високої частоти автоматично відключається після завершення виміру, як правило, 0,5 секунди після виходу снаряда з дула гармати.

5 Недоліком відомого пристрою є обмеження в використанні тільки 5 передаючих частот (за бажанням), які вибираються користувачем, що вказує на недостатню завадостійкість радіолокаційного пристрою, та її скритність під час роботи в бойових порядках. Перед початком зондування робиться аналіз завадової обстановки - визначення рівня зовнішніх завад сигналів на різних робочих частотах. Для роботи використовується та частота, що має найменший рівень перешкод. Кількість робочих частот в ідеалі повинна забезпечувати діапазон перебудови, що не дозволяє створити заваду з небезпечною для станції спектральною щільністю. Тому за досвідом бойових дій, провівши аналіз з використання пристрою, можна зробити висновок, що в частотному діапазоні фіксованих частот повинно бути більше, або зондуючі частоти повинні змінюватися за випадковим законом. Також вартість виробу (від 40 000 євро); використання тільки одного вбудованого акустичного датчика за допомогою якого проводиться виявлення ударної хвилі в момент здійснення пострілу гармати, що значно збільшує час першого виміру, та велика похибка виміру; відсутність можливості вимірювання кутової швидкості обертання снаряда та враховування цих даних.

20 Основне збурення, снаряд (чи куля) отримує при виході із ствола. Коли снаряд виходить із ствола услід за ним із ствола вириваються порохові гази, вони неорганізовано впливають на снаряд і, зокрема, розгортають його відносно його траєкторії. В результаті вісь снаряда випадково відхилена і має випадкову кутову швидкість. Наслідком цього у польоті на снаряд, навіть в абсолютно однорідній атмосфері, діятиме бічна сила, яка спрямована за випадковим законом, її дія під час руху до цілі проінтегрується, накопичиться і приведе до випадкового відхилення. Обертання снаряда призводить до того, що вектор бічної сили швидко обертається і вказаний інтеграл значно зменшується. Крім того при стрільбі на максимальну дальність, снаряд втрачає кутову швидкість обертання і, отже, і гіроскопічну стійкість.

Тому з метою підвищення балістичних характеристик всі ці показники повинні бути враховані.

30 Задачею корисної моделі є вимірювання початкової швидкості супроводжуваного снаряда в режимі перебудови частоти, від імпульсу до імпульсу за випадковим законом при зниженому відношенні сигнал-шум, та підвищення точності виміру балістичних характеристик снаряда за рахунок внесення правок відносно обертання снаряда навколо своєї осі в польоті.

Поставлена задача вирішується тим, що:

35 Радіолокаційна станція спостереження траєкторій балістичних об'єктів при використанні режимі перебудови частоти, від імпульсу до імпульсу за випадковим законом, яка містить акустичний датчик, який з'єднаний з формувачем імпульсів запуску синхронізації через підсилювач; дисплей, який з'єднаний з основним процесором, до якого під'єднані флеш-пам'ять, радіомодуль WIFI та артилерійський балістичний комп'ютер; передавальна антена, яка
40 під'єднана до керованого високочастотного генератора через підсилювач, який з'єднаний з основним процесором, цифровим сигнальним процесором та фільтром низьких частот, до якого під'єднана приймальна антена; підсилювач низьких частот, який з'єднаний з фільтром низьких частот та вимірювачем частоти, пристрій GPS, магнітний компас, інфрачервоний датчик, вібраційний датчик, модуль вимірювання швидкості обертання снаряда, метеостанція, які
45 підключені до цифрового сигнального процесора, згідно з корисною моделлю, відрізняється тим, що з метою підвищення балістичних характеристик пристрою додатково містить модуль вимірювання кутової швидкості обертання снаряда, тому що коли снаряд виходить зі ствола, услід за ним із ствола вириваються порохові гази, вони неорганізовано впливають на снаряд і зокрема розгортають його відносно його траєкторії. В результаті вісь снаряда випадково
50 відхилена і має випадкову кутову швидкість. Обертання снаряда призводить до того, що вектор бічної сили швидко обертається і похибка вимірювань значно зменшується. Крім того при стрільбі на максимальну дальність, снаряд втрачає кутову швидкість обертання і, отже, і гіроскопічну стійкість. Також, згідно з корисною моделлю, пристрій додатково містить інфрачервоний датчик запуску, який спільно з акустичним датчиком формують імпульси запуску, що надходять на формувач імпульсів запуску та синхронізації, і замість
55 високочастотного генератора з фіксованою частотою застосовано керований генератор високої частоти, який працює в режимі перебудови частоти, від імпульсу до імпульсу за випадковим законом, що полягає в тому, що кількість імпульсних сигналів, що формуються для випромінювання, вибирає рівною кількості N використовуваних частот випромінювання, а число
60 N вибирають рівним $2k$, де k - ціле число, що набуває значення від 6 до 8. Час Δt на

випромінювання пачки сигналів з перебудовою частоти вибирають не більше за інтервал кутової кореляції T_{kk} пов/(N-1). За допомогою станції радіолокації впродовж інтервалу часу Δt випромінюють пачку сигналів з перебудовою несучої частоти. При випромінюванні імпульсів з перебудовою частоти використовують випадковий закон зміни частоти, для чого в оперативному запам'ятовуючому пристрої формують і заздалегідь запам'ятовують послідовність величин частот, використовуваних в пачці від f_0 до $f_0 + F_{\text{пер}}$ з кроком $\Delta f = F_{\text{пер}} / (N-1)$, де f_0 основна частота випромінюваного сигналу. Розподіл номера частот випромінювання за випадковим законом, при якому час випромінювання t_0 імпульсу на n - й частоті $f_0 + n\Delta f$ визначається за формулою $t_n = (\tilde{n} - 1)T_i$, де \tilde{n} - порядковий номер імпульсу на n - й частоті, що набуває значення від 1 до TV , що одного разу повторюється в межах пачки сигналів з перебудовою частоти.

Суть корисної моделі пояснюється структурною схемою пристрою, яка представлена на Фіг. 1.

На Фіг. 1 приведена структурна схема запропонованої радіолокаційної станції спостереження траєкторій балістичних об'єктів при використанні режиму перебудови частоти, від імпульсу до імпульсу за випадковим законом, де:

- акустичний датчик 1, який з'єднаний з формувачем імпульсів запуску синхронізації 5 через підсилювач 2;
- дисплей 3, який з'єднаний з основним процесором 19, до якого під'єднані флеш-пам'ять 24, радіомодуль WIFI 15 та артилерійський балістичний комп'ютер 10;
- передавальна антена 7, яка під'єднана до керованого високочастотного генератора 9 через підсилювач 8, який з'єднаний з основним процесором 19, цифровим сигнальним процесором 18 та фільтром низьких частот 12, до якого під'єднана приймальна антена 11;
- підсилювач низьких частот 13, який з'єднаний з фільтром низьких частот 12 та вимірювачем частоти 14,
- пристрій GPS 16, магнітний компас 17, інфрачервоний датчик 22, вібраційний датчик 22, модуль вимірювання швидкості обертання снаряда 23, метеостанція 20, які підключені до цифрового сигнального процесора 18.

Пристрій працює у такий спосіб.

Радіолокаційна станція спостереження траєкторій балістичних об'єктів при використанні режиму перебудови частоти, від імпульсу до імпульсу за випадковим законом функціонує таким чином. На вибраній позиції здійснюється орієнтування станції за допомогою GPS навігатора 16 та магнітного компаса 17. На цифровий сигнальний процесор 18 надходять дані з метеостанції. Сигнал запуску від інфрачервоного датчика 21 та вібраційного датчика 22 формує імпульси синхронізації, які запускають керований високочастотний генератор 9. Керований високочастотний генератор 9 генерує коливання, які після посилення за допомогою підсилювача 8 до необхідної потужності надходять на випромінювач передавальної антени 7. Відбитий від снаряда електромагнітний сигнал, прийнятий приймальною антеною 11, надходить на фільтр низьких частот 12. На вхід фільтр низьких частот 12 надходить сигнал від керованого високочастотного генератора 9 з частотами, що генеруються. На виході підсилювача низьких частот 13 низькочастотні коливання доплерівського спектра після посилення надходять на вимірювач частоти 14. Ширина смуги підсилювача низьких частот (ПНЧ) 13 вибирається, виходячи з можливого діапазону доплерівських частот. При такому перетворенні частоти втрачається знак доплерівського зміщення, що несуттєво для балістичного вимірника швидкості снаряда. Вимірювач частоти 14 в кожному каналі вимірює середню частоту доплерівського спектра, а цифровий сигнальний процесор 18 обчислює початкову швидкість снаряда та кутову швидкість обертання снаряда, які потім реєструються дисплеєм 3, а також застосовуються як вхідні дані для артилерійського балістичного комп'ютера (АБК) 10. На виході доплерівського радіолокатора формується сигнал із спектром доплерівських частот, що залежить від швидкості руху снаряда. Цей сигнал надходить на вхід цифрового сигнального процесора 18 через формувач імпульсів запуску синхронізації 5, вихідна інформація якого зберігається на флеш - пам'яті 24. Під дією сигналів з виходу лічильника реалізацій флеш-пам'ять 24 видає сигнали на аналізатор достовірності реалізацій і після аналізу сигнали надходять на вхід формувача даних для обчислення початкової швидкості снаряда. Сигнали з виходу формувача даних для обчислення початкової швидкості надходять на вхід обчислювача, для визначення швидкості снаряда і на вхід блока обчислення ШПФ, з виходу якого через блок оцінки ширини спектра надходять на основний цифровий процесор 19, після чого на дисплей і одночасно через засоби сполучення на АБК 18. Для виміру середньої доплерівської частоти можна використати лічильник "нулів", тобто лічильник числа імпульсів, сформованих схемою обмеження і диференціювання, в точках перетину нульового рівня на виході ПНЧ 13.

Дана РЛС відрізняється від відомих тим, що на формувач імпульсів запуску та синхронізації надходять сигнали запуску, які дублюють та доповнюють один одного від інфрачервоного датчика та акустичного датчика. Імпульс синхронізації з формувач імпульсів запуску та синхронізації запускає КВЧГ. Керований генератор високої частоти працює в режимі перебудови частоти, від імпульсу до імпульсу за випадковим законом, що полягає в тому, що кількість імпульсних сигналів, що формуються для випромінювання, вибирає рівною кількості N використовуваних частот випромінювання, а число N вибирають рівним $2k$, де k - ціле число, що набуває значення від 6 до 8, та модуль вимірювання кутової швидкості обертання снаряда, який забезпечує найбільш високі точності обчислення балістичних характеристик снаряда.

Перевагами застосування запропонованої радіолокаційної станції спостереження траєкторій балістичних об'єктів при використанні режиму перебудови частоти від імпульсу до імпульсу за випадковим законом є:

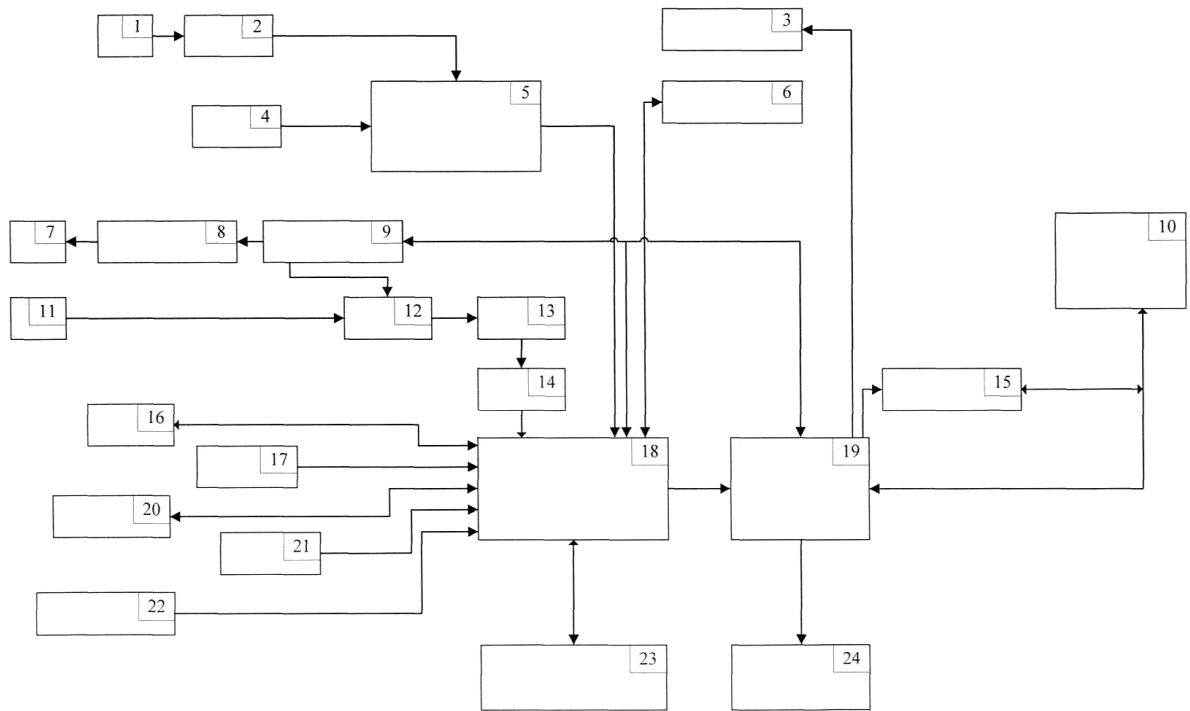
виключає негативний вплив прицільних по частоті навмисних перешкод; - підвищується точність виміру балістичних характеристик снаряда (швидкість) до 20 відсотків.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Радіолокаційна станція спостереження траєкторій балістичних об'єктів при використанні режиму перебудови частоти від імпульсу до імпульсу за випадковим законом, яка містить акустичний датчик, який з'єднаний з формувачем імпульсів запуску синхронізації через підсилювач; дисплей, який з'єднаний з основним процесором, до якого під'єднані флеш-пам'ять, радіомодуль Wi-Fi та артилерійський балістичний комп'ютер; передавальна антена, яка під'єднана до керованого високочастотного генератора через підсилювач, який з'єднаний з основним процесором, цифровим сигнальним процесором та фільтром низьких частот, до якого під'єднана приймальна антена; підсилювач низьких частот, який з'єднаний з фільтром низьких частот та вимірювачем частоти, пристрій GPS, магнітний компас, інфрачервоний датчик, вібраційний датчик, модуль вимірювання швидкості обертання снаряда, метеостанція, які підключені до цифрового сигнального процесора, яка **відрізняється** тим, що з метою підвищення балістичних характеристик пристрою додатково містить модуль вимірювання кутової швидкості обертання снаряда.

2. Радіолокаційна станція за п. 1, яка **відрізняється** тим, що додатково містить інфрачервоний датчик запуску, який спільно з акустичним датчиком формують імпульси запуску, що надходять на формувач імпульсів запуску та синхронізації.

3. Радіолокаційна станція за п. 1, яка **відрізняється** тим, що як високочастотний генератор з фіксованою частотою використовується керований генератор високої частоти, який працює в режимі перебудови частоти, від імпульсу до імпульсу за випадковим законом, що полягає в тому, що кількість імпульсних сигналів, що формуються для випромінювання, вибирає рівною кількості N використовуваних частот випромінювання, а число N вибирають рівним $2k$, де k - ціле число, що набуває значення від 6 до 8.



Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601