

Винахід відноситься до галузі військової техніки, зокрема, до способів побудови і експлуатації малогабаритних електронних навчально-тренувальних комплексів із використанням імітаційного моделювання на ЕОМ.

Як аналог вибраний спосіб побудови та експлуатації уніфікованого електронного тренажеру стрільців-зенітників переносного зенітного ракетного комплексу (ПЗРК) типу „Ігла”, що є елементом побудови і функціонування універсального комплексного тренажеру стрільців-зенітників переносного зенітного ракетного комплексу типу „Ігла”, що включає розміщення ЕОМ, макету комплексу з індикатором точного суміщення лінії прицілювання з напрямком на ціль і штатні органи керування й індикації, що з'єднують за допомогою пристрою спряження з ЕОМ, при цьому засіб візуалізації виконують у вигляді проекційного та екранного комплексів [1].

Спосіб побудови та експлуатації аналога реалізують в процесі функціонування зазначеного тренажеру таким чином. На конічний екран, що оточує стрільця-зенітника по азимуту 192° і по куту місця від 0° до 60° , проєктують за допомогою чотирьох проєкторів тривимірне зображення навколишнього візуального оточення, що відповідає обраному сценарію тренування. На фоні цієї обстановки відтворюють польоти різних літальних апаратів, що відповідають обраному сценарію тренування, які являють собою цілі.

Траєкторії польоту цілей програмують та вводять в ЕОМ, тобто в будь-який момент часу відомі параметри руху цілей — координати, швидкість, ракурс, розміри тощо. При участі стрільця-зенітника, що тренується, з імітатором бойових засобів комплексу на плечі виконують повний цикл операцій з обстрілу обраної повітряної цілі. При досить точному суміщенні лінії прицілювання із зображенням цілі на екрані ЕОМ фіксують «захоплення» цілі головою самонаведення, що є підставою для передачі на імітатор бойових засобів комплексу світлового й звукового сигналів, які відповідають сигналам реального бойового комплексу.

Після «пуску» ракети траєкторію її польоту також відтворюють на екрані. За допомогою аудіосистеми тренажеру забезпечують відтворення звукових ефектів цілей, роботи ПЗРК у передпусковий період, при старті ракети та під час її польоту. Часові параметри роботи стрільця-зенітника фіксують за допомогою апаратно-програмного комплексу для оцінки його дій і виявлення помилок. При цьому у способі аналога є можливість відтворення циклу тренування [2].

Основними недоліками даного способу-аналога є:

- наявність обмеженого сектора відображуваного простору (по азимуту 192° , по куту місця $0^\circ \dots 60^\circ$), що обмежує набуття стрільцями-зенітниками таких навичок, як пошук і виявлення цілей у просторі довкола нього по азимуту $0^\circ \dots 360^\circ$ і по куту місця $-10^\circ \dots +90^\circ$, а також стрільба на догонному курсі;
- необхідність мати великі розміри приміщення для розгортання тренажеру (10 м x 7 м x 4,3 м);
- відсутність можливості тренування більше ніж одного стрільця-зенітника;
- незначне число цілей, які одночасно імітуються (до 4-х);
- низькі маневрені можливості тренажера (час розгортання - згортання становить не менше 7 годин);
- відсутність режиму «навчання»;
- відсутність автоматичного контролю положення стрільця-зенітника (стрільба стоячи або з коліна) і відповідного положення нахилу пускової труби.

Найбільш близьким за сукупністю ознак і технічним результатом до винаходу, що заявляється, є спосіб побудови та експлуатації уніфікованого електронного тренажера стрільців-зенітників переносного зенітного ракетного комплексу (ПЗРК) типу „Ігла», який є елементом побудови і функціонування цього тренажеру, що включає розміщення ЕОМ, підключення до її входу пристроїв керування ЕОМ, макету комплексу, у якому розміщують органи керування й індикації, що підключають через пристрій спряження до першого інформаційного входу ЕОМ, датчик кутового положення лінії прицілювання, що виконують у вигляді електронного компасу, і який підключають до другого інформаційного входу ЕОМ, блок засобів візуалізації, в якому розміщують електронний проєктор, що підключають до першого відеовиходу ЕОМ, до другого відеовиходу якої підключають індивідуальну відеосистему з вбудованим датчиком кутового положення її поздовжньої осі, вихід якого підключають до третього інформаційного входу ЕОМ [3].

Спосіб побудови та експлуатації реалізують в процесі функціонування даного тренажеру таким чином. При участі інструктора за допомогою керуючої ЕОМ вибирають певний сценарій тренування або з бібліотеки сценаріїв, що зберігається в керуючій ЕОМ, або сценарій формують при участі інструктора із бібліотеки елементів обстановки.

Залежно від завдання й ступеня підготовленості стрільця-зенітника при участі інструктора вибирають один із режимів роботи - «навчання» або «тренування». При запуску з керуючої ЕОМ обраного сценарію на дисплеях шолома, одягненого на голову стрільця-зенітника, і екрані електронного проєктора робочої ЕОМ відображають відповідну наземну, фонову, повітряну й задову обстановку, а за допомогою стереотелефонів відтворюють відповідний звуковий супровід. При цьому положення центра сектора відображення визначають кутовими координатами поздовжньої осі шолома, які формують за допомогою датчика кутового положення, розташованого у шоломі.

При участі стрільця-зенітника, що тренується, з макетом бойових засобів комплексу на плечі виконують повний цикл операцій по обстрілу обраної повітряної цілі відповідно до правил стрільби й бойової роботи на комплексі. Команди керування з органів управління комплексу й датчиків стану його елементів через пристрій спряження подають на перший інформаційний вхід ЕОМ, на другий інформаційний вхід якої подають сигнали з датчика про просторове положення лінії прицілювання.

При сполученні лінії прицілювання з напрямком на ціль із погрешністю, що не перевищує ± 45 кутових хвилин, за допомогою спеціального програмного забезпечення робочої ЕОМ запускають відповідні моделі (алгоритми) роботи ПЗРК. За допомогою цих моделей імітують функціонування елементів комплексу й відповідні їм зображення місцевості, фону, повітряної обстановки й елементів комплексу на дисплеях шолома, екрані електронного проєктора ЕОМ, а також відтворюють звукову інформацію в стереотелефонах шолома й аудіосистемі.

При виконанні необхідних умов пуску проводять навчальний пуск ракети з імітацією відповідних звукових та візуальних сигналів, її керований політ, і знищення цілі, що відображають на екранах дисплея шолома й електронного проєктора робочої ЕОМ і у стереотелефонах у реальному масштабі часу. Ступінь завдання ураження цілі обумовлюють величиною промаху. Час і послідовність виконання операцій по підготовці комплексу

до стрільби, помилки дій стрільця-зенітника фіксуються за допомогою ЕОМ для їхнього наступного відтворення, а також аналізу й оцінки дій стрільця, якого навчають.

Шляхом включення до складу тренажера індивідуальної відеосистеми з вбудованим датчиком кутового положення її поздовжньої осі й електронного компаса як датчика кутового просторового положення лінії прицілювання, вбудованого в макет комплексу, досягають побудови мобільного уніфікованого тренажеру для навчання й тренування стрільців-зенітників ПЗРК типу «Ігла». Це забезпечує більш широкі можливості використання тренажеру за даним способом за рахунок розширення сектора огляду по азимуту $0^{\circ} \dots 360^{\circ}$, по куту місця $-10^{\circ} \dots +90^{\circ}$, мобільної зміни сценарію тренування, збільшення числа стрільців-зенітників, які одночасно навчаються, а також підвищує інформативність й вірогідність результатів тренування. Крім того такий спосіб побудови тренажера дозволяє істотно знизити вимоги до робочої площі приміщення (навчального класу), адже для розгортання тренажера за даним способом потрібне приміщення з мінімальною площею 15 м^2 .

Основним недоліком способу - прототипу є відсутність здійснення автоматичного контролю положення стрільця-зенітника (стрільба стоячи або з коліна) і відповідному цьому положенню нахилу пускової труби, що не дозволяє корегувати в процесі тренування границі зони пуску й ураження, які залежать від максимально припустимого кута місця пускової труби, що у свою чергу залежить від положення стрільця-зенітника.

При стрільбі з коліна зменшується максимально припустимий кут підйому пускової труби, і відповідно збільшується дальність до ближньої границі зони пуску ракети. Крім того, пуск ракети з коліна з кутом, який перевищує максимально припустимий, призводить до травмування стрільця-зенітника. Ці обставини призводять до необхідності формування у стрільця-зенітника під час тренування навичок, які дозволять безпомилково визначати максимально припустимий нахил пускової труби для кожного положення й відповідну йому ближню границю зони пуску.

В основу винаходу поставлена задача підвищення ефективності способу побудови та експлуатації уніфікованого електронного тренажеру стрільців-зенітників переносного зенітного ракетного комплексу (ПЗРК) типу «Ігла» для забезпечення більш широких можливостей використання тренажеру в процесі реалізації способу, зокрема, для формування навичок роботи із ПЗРК з урахуванням індивідуальних антропометричних даних стрільця, за рахунок ефективної побудови і введення до складу тренажеру нових елементів, встановлення їх взаємозв'язку та особливостей реалізації способу, а саме системи автоматичного контролю за положенням стрільця-зенітника (стрільба з положення стоячи або з коліна) та автоматичного корегування зони пуску ракети залежно від положення стрільця-зенітника, що приведе до підвищення інформативності й вірогідності результатів тренування.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі побудови та експлуатації уніфікованого електронного тренажеру стрільців-зенітників переносного зенітного ракетного комплексу типу «Ігла», що включає розміщення керуючої ЕОМ і підключення до неї тренажних модулів у кількості від одного до п, причому кожний із тренажних модулів підключають до робочої ЕОМ, яку підключають до керуючої ЕОМ, введення до складу тренажеру макета комплексу у вигляді імітатора пускової труби з механізмом пуску, в якому розміщують органи керування та індикації, які підключають через пристрій спряження до першого інформаційного входу робочої ЕОМ, датчика кутового положення лінії прицілювання, що виконують у вигляді електронного компаса, блок засобів візуалізації, у якому розміщують електронний проектор, що підключають до першого виходу робочої ЕОМ, до другого виходу якої підключають індивідуальну відеосистему з вбудованим датчиком кутового положення її поздовжньої осі, вихід якого підключають до другого інформаційного входу робочої ЕОМ, новим є те, що, в макет комплексу додатково вводять блок формування й видачі зонduючого сигналу, блок прийому й дешифрації відбитого сигналу, блок керування й обробки, причому вхід блоку формування й видачі зонduючого сигналу з'єднують з першим виходом блоку керування й обробки, другий вихід якого з'єднують із входом пристрою спряження, а вхід з'єднують з виходом блоку прийому й дешифрації відбитого сигналу, при цьому вихід датчика кутового положення лінії прицілювання з'єднують зі входом пристрою спряження.

Блок формування й видачі зонduючих сигналів виконують у вигляді передавача ультразвукових зондувальних сигналів, а блок прийому й дешифрації відбитого сигналу виконують у вигляді приймача ультразвукових сигналів.

Керуючу ЕОМ і робочу ЕОМ постачають блоком із загальносистемним та спеціалізованим програмним забезпеченням і об'єднують у локальну мережу.

Тренажер постачають системою електроживлення й аудіосистемою.

Здійснюють автоматичне корегування зони пуску ракети у залежності від положення стрільця-зенітника.

У залежності від завдання й ступеню підготовленості стрільця-зенітника при участі інструктора вибирають один із режимів роботи — або «навчання» або «тренування».

Визначають висоту заднього зрізу пускової труби від поверхні, на якій перебуває стрілець-зенітник.

Перераховані ознаки пристрою складають сутність винаходу.

Наявність причинно - наслідного зв'язку між сукупністю істотних ознак винаходу і технічним результатом, що досягається, полягає в наступному.

Введення до макету комплексу блоку формування й видачі зонduючого сигналу, блоку прийому й дешифрації відбитого сигналу, блоку керування й обробки дозволяє автоматично вимірювати висоту заднього зрізу пускової труби над поверхнею, на якій перебуває стрілець-зенітник, і передавати цю інформацію через пристрій спряження в ЕОМ, за допомогою якого здійснюють перерахування зони пуску, а також фіксують наявність пуску ракети при заборонених кутах місця пускової труби. При цьому кути місця пускової труби вимірюють за допомогою датчиків кутового положення лінії прицілювання.

Сутність винаходу моделі пояснюється ілюстративним матеріалом, де на фіг. зображена структурна схема уніфікованого електронного тренажера ПЗРК типу «Ігла», за допомогою якого реалізують розроблений спосіб.

У склад тренажеру вводять керуючу ЕОМ 1 і підключають до неї тренажні модулі 2, кількість яких визначається числом стрільців-зенітників, що тренуються одночасно, і яка може змінюватися від 1 до п.

До складу кожного тренажного модуля 2 вводять робочу ЕОМ 3 (на фіг. показано одне компонування тренажного модуля 2 з однією робочою ЕОМ 3). При цьому керуючу ЕОМ 1 і робочі ЕОМ 3 постачають загальносистемним та спеціалізованим програмним забезпеченням (на фіг. не показано і не позначено) і об'єднують локальною мережею в обчислювальну систему.

Окрім робочої ЕОМ 3, до складу тренажного модуля 2 вводять макет комплексу 4 та блок засобів візуалізації 8. При цьому макет комплексу 4 виконують у вигляді імітатора пускової труби з механізмом пуску, що включає

органи керування й індикації 5, що з'єднують із пристроєм спряження 6, до якого підключають датчик кутового положення лінії прицілювання 7, який виконують у вигляді електронного компасу, та блок керування й обробки 14, що з'єднують із блоком формування й видачі зонduючого сигналу 12 і блоком прийому й дешифрації відбитого сигналу 13. При цьому вихід пристрою спряження 6 з'єднують із першим інформаційним входом робочої ЕОМ 3.

У свою чергу, у блоці засобів візуалізації 8 розміщують електронний проектор 9, який підключають до першого відеовиходу робочої ЕОМ 3, другий відеовихід якої з'єднують з індивідуальною відеосистемою 10 з дисплеєм (на Фіг. не показано) з вбудованим датчиком кутового положення 11 її поздовжньої осі, вихід якого підключають до другого інформаційного входу робочої ЕОМ 3. В індивідуальну відеосистему 10 також вбудовують стереотелефони (які не показані на Фіг.).

Крім того, тренажер постачають системою електроживлення й аудіосистемою (які не показані на Фіг.).

Спосіб реалізують таким чином.

При участі інструктора за допомогою керуючої ЕОМ 1 вибирають певний сценарій тренування, що в загальному випадку включає тип ділянки місцевості і характеристики фонові обстановки, типи й кількість цілей і перешкод, маршрути і параметри їхнього польоту й випромінювання. При участі інструктора обирають сценарій тренування або за допомогою бібліотеки сценаріїв, що зберігають в керуючій ЕОМ 1, або формують за допомогою бібліотеки елементів обстановки.

Залежно від завдання й ступеню підготовленості стрільця-зенітника при участі інструктора вибирають один із режимів роботи - або „навчання” або „тренування”.

У режимі навчання стрільцеві-зенітнику при бойовій роботі у верхню частину дисплея 10 шолома додатково видають інформацію про параметри цілі: тип, швидкість, кутову швидкість лінії візування, висоту й курсовий параметр, час підльоту до границі зони пуску, час знаходження цілі в зоні пуску, вхід й вихід цілі із зони пуску. Також при перевищенні кута нахилу пускової труби припустимого значення для даного положення стрільця-зенітника на дисплеї відображають попередження про неприпустимість проведення пуску ракети.

У режимі тренування перераховані вище параметри повітряної цілі й припустимий кут нахилу пускової труби визначають при участі стрільця-зенітника самостійно. Ступінь адекватності визначення цих параметрів оцінюють послідовністю та часом дій стрільця-зенітника при обстрілі обраної цілі.

При запуску з керуючої ЕОМ 1 обраного сценарію на дисплеї 10 шолома, одягненого на голову стрільця-зенітника, і на екрані електронного проектора робочої ЕОМ 3 відображають відповідну наземну, фонову й повітряну обстановку, а в стереотелефонах - відповідну звукову інформацію. При цьому положення центра сектора відображення визначають кутовими координатами поздовжньої осі шолома, які формують за допомогою датчика 11, розташованого у шоломі.

При участі стрільця - зенітника, що тренується, з макетом комплексу 4 на плечі здійснюють повний цикл операцій по обстрілу обраної повітряної цілі відповідно до правил стрільби й бойової роботи на комплексі. Органи керування й індикації 5, а також алгоритм дій стрільця-зенітника повною мірою відповідають бойовому ПЗРК.

Інформація про стан органів керування й індикації 5 комплексу з датчика кутового положення лінії прицілювання 7, а також із блоку керування й обробки 14 через пристрій спряження 6 передають (приймають) на робочу ЕОМ 3. Відповідно до правил стрільби на ПЗРК існують обмеження на кут нахилу пускової труби при стрільбі як із положення стоячи, так і з положення з коліна, при цьому перевищення цього кута при пострілі може призвести до травмування стрільця реактивним струменем стартового двигуна ракети. Ці кути розраховані, виходячи із середніх значень росту стрільця-зенітника.

Практично відіграє роль не тільки кут нахилу, але й висота заднього зрізу пускової труби від поверхні, на якій перебуває стрілець. Визначення висоти заднього зрізу пускової труби здійснюють таким чином. Як тільки кут нахилу пускової труби перевищує максимально припустимий кут нахилу для стрільби з коліна, до блоку керування й обробки 14 надсилають інформацію про кут нахилу з датчика кутового положення лінії прицілювання 7 через пристрій сполучення 6, і у блоці 14 формують керуючі сигнали на блок формування й видачі зонduвальних сигналів 12.

Блок формування й видачі зонduючих сигналів 12 виконують у вигляді передавача ультразвукових зонduвальних сигналів. Відбитий від поверхні, зонduючий сигнал надходить на блок прийому й дешифрації відбитого сигналу 13, який виконують у вигляді приймача ультразвукових сигналів.

Після дешифрації прийнятий сигнал надходить на вхід блоку керування й обробки 14, за допомогою якого визначають час від моменту видачі керуючого сигналу на формування зонduвального сигналу, до одержання відбитого сигналу. Цей час пропорційний висоті заднього зрізу пускової труби. Отриману інформацію через пристрій спряження 6 передають для обробки в робочу ЕОМ 3, за допомогою програмного забезпечення якої розраховують (з огляду на індивідуальні антропометричні характеристики стрільця-зенітника) максимально припустимі кути нахилу пускової труби, після чого корегують зони пуску для подальшого застосування комплексу конкретною людиною.

При суміщенні лінії прицілювання з напрямком на ціль із похибкою, що не перевищує ± 45 кутових хвилин, за допомогою спеціального програмного забезпечення робочої ЕОМ 3 запускають відповідні моделі ПЗРК. Ці моделі імітують функціонування елементів комплексу й відповідні їм зображення місцевості, фона, повітряної обстановки й елементів комплексу на дисплеї 10 шолома, екрані електронного проектора 9, а також звукову інформацію в стереотелефонах шолома й аудіосистемі (на Фіг. не показані).

При виконанні необхідних умов пуску, а саме при правильному алгоритмі і своєчасності дій стрільця-зенітника, необхідній точності прицілювання й супроводу цілі, позитивному результаті аналізу спектральної щільності випромінювання в робочих діапазонах головки самонаведення, проводять навчальний пуск ракети з імітацією відповідних звукових і візуальних ефектів, її керований політ і ураження цілі, що відображають на екрані дисплея 10 шолома й електронного проектора 9 робочої ЕОМ 3 і озвучують за допомогою стереотелефонів і аудіосистеми в реальному масштабі часу.

Ступінь ураження цілі визначають за величиною промаху, залежно від величини якого запускають одну з моделей (алгоритм) подальшої візуалізації цілі: або ціль продовжує виконувати своє завдання; або ціль одержала незначні ушкодження і здійснює маневр для виходу із зони поразки; або ціль уражена й падає по балістичній траєкторії.

Час і послідовність виконання операцій по підготовці комплексу до стрільби, помилки дій стрільця-зенітника фіксують за допомогою ЕОМ для їхнього наступного відтворення, аналізу й оцінки дій стрільця-зенітника.

Помилки стрільця-зенітника, зони пуску й поразки для заданої обстановки, місце ушкодження цілі і оцінку його дій після виконання навчального пуску ракети відображають на екрані дисплея 10 шолома й екрані електронного проектора 9 робочої ЕОМ 3.

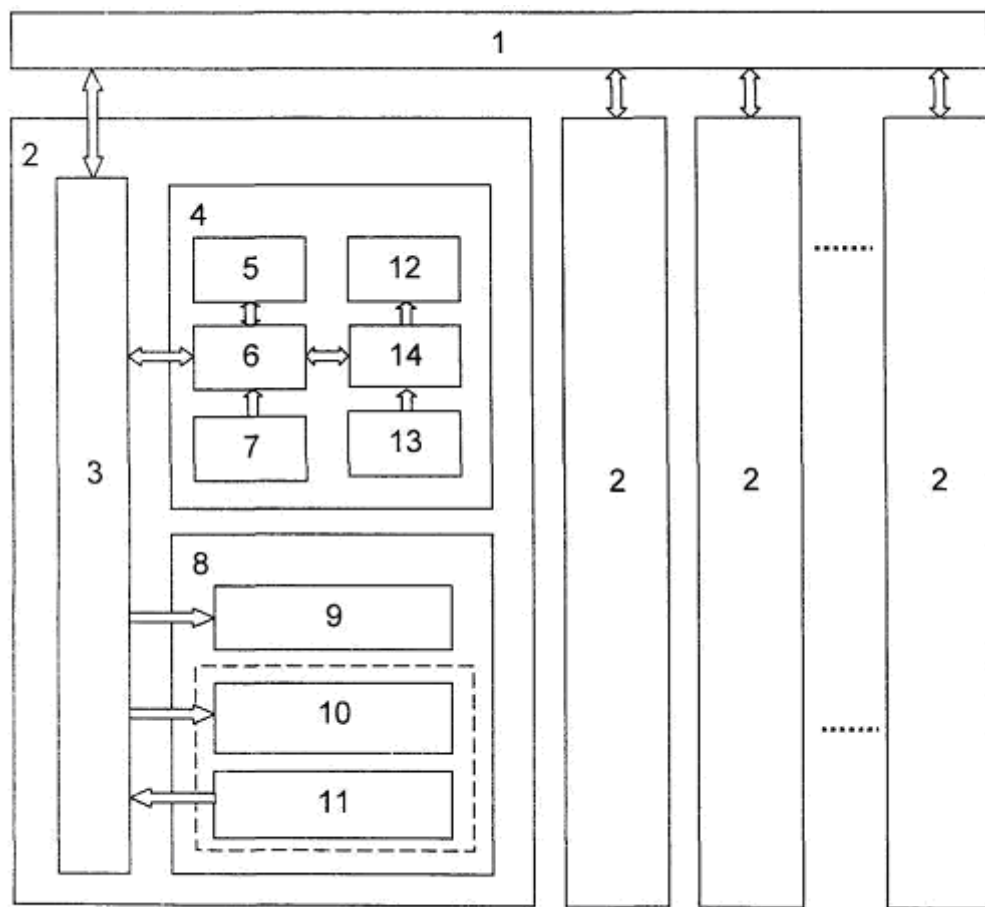
Таким чином, включенням до складу мобільного уніфікованого електронного тренажера стрільців-зенітників ПЗРК типу «Ігла» блоків формування й видачі зондувального сигналу, прийому й дешифрації відбитого сигналу, а також блоку керування й обробки в макет комплексу досягають розширення функціональних можливостей тренажера за рахунок визначення висоти заднього зрізу пускової труби, що дозволяє формувати навички роботи із ПЗРК з урахуванням індивідуальних антропометричних даних стрільця, і автоматично перераховувати зони пуску для різних прийомів стрільби (стоячи або з коліна). Це, у свою чергу, сприяє підвищенню інформативності й вірогідності результатів тренування.

Джерела інформації

1. Универсальный комплексный тренажер 9Ф859 ("Конус") стрелков-зенитчиков ПЗРК типа "Игла". Руководство по эксплуатации. - 2002г.

2. Универсальный комплексный тренажер 9Ф859 („Конус"). Официальный ежедневный журнал МВСВ (Международная выставка продукции военного назначения сухопутных войск). — №3 от 04.08.2006.

3. Унифицированный электронный тренажер ПЗРК типа "Игла". Патент ЕПО №ЕА 004918В1, МПК 7 F41G3/26. Оpubл. 26.08.2004.



Фіг.