

УДК 621

А.Б. Скорик, О.Д. Флоров, О.С. Балаклеєць, Д.О. Максимчук, М.В. Гарячий

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків

РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРЕНАЖНО-ІМІТАЦІЙНОЇ АПАРАТУРИ САМОХІДНОЇ ВОГНЕВОЇ УСТАНОВКИ

В статті розглядаються питання вдосконалення тренажно-імітаційної апаратури СВУ ЗРК МД. Пропонуються два варіанти побудови тренажно-імітаційної апаратури: тренажер-імітатор і тренажер з комплексуванням первинної радіолокаційної та імітованої інформації. Такий підхід дозволяє проводити тренування бойових розрахунків в умовах ведення бойової роботи з включенням випромінювання РЛС СВУ. Підвищення складності повітряної обстановки здійснюється за рахунок імітації ЗПН і перешкод. В роботі запропонована структурна схема комплексної імітаційно-тренажної апаратури самохідної вогневої установки.

Ключові слова: *тренажер-імітатор, імітаційно-тренажний комплекс, самохідна вогнева установка, первинна радіолокаційна інформація, комплексування інформації.*

Вступ

Постановка проблеми і аналіз літератури. Питанням створення тренажно-імітаційної апаратури для підготовки операторів радіотехнічних систем сучасних зенітних ракетних комплексів приділяється досить багато уваги. За даною проблематикою опублікована значна кількість робіт [1 – 3]. Особливості та перспективи імітації радіолокаційної обстановки в інформаційних системах ППО розглянуто в роботах [4 – 5]. Слід зазначити, що основна кількість робіт присвячених створенню тренажно-імітаційної апаратури розглядають наступні напрямки створення тренажної апаратури:

- розробка вбудованих в апаратуру ЗРК тренажерів;
- розробка програмних тренажерів на базі використання ПЕОМ;
- апаратно-програмні комплекси які спрягаються з апаратурою ЗРК;
- розробка імітаторів робочих місць.

Вбудована тренажно-імітаційна апаратура спочатку розглядалася як основна, але з плином часу, з розвитком програмно-обчислювальних засобів її роль не стільки зменшилася, як увійшла в тінь. Це призвело до того, що на теперішній час питанням удосконалення вбудованої апаратури приділяється недостатньо уваги. Крім того самі принципи, за якими розроблені вбудовані тренажери апаратури ЗРК, розглядаються як альтернатива роботі бойових розрахунків по реальним цілям.

Мета роботи. Аналіз принципів побудови і функціонування вбудованої тренажної апаратури самохідної вогневої установки (СВУ). Розробка пропозицій щодо її вдосконалення, спрямованих на використання тренажної апаратури в процесі функціонування радіолокаційних засобів СВУ. Створення комбінованої повітряно-перешкодової обстановки, що поєднує реальну радіолокаційну і імітовану інформацію.

Основна частина

Перед тим, як розглянути питання які пов'язані з принципами побудови і функціонування тренажера СВУ, зупинимось на причинах, що викликають до життя основну масу досліджень по проблематиці створення тренажерів.

Більшість авторів, в якості основної першопричини вказують фінансові питання. Саме вартість використання зразків озброєння є відправною точкою розробки програмних тренажерів на базі ПЕОМ, які імітують роботу РЛС. Наступним важливим фактором називається: максимальне наближення імітації до реальності і широкий набір можливих при бойовій роботі ситуацій. Ще одним фактором, який традиційно враховується, є адекватність сенсорно-моторного поля учнів робочим місцям бойових розрахунків.

Адекватність сенсорно-моторного поля можливо досягнути за рахунок використання вбудованої тренажно-імітаційної апаратури ЗРК або спеціалізованих імітаторів робочих місць, які включають макети реальних органів управління та індикації бойових засобів ЗРК. До основних переваг таких тренажерів відносяться:

- висока адекватність функціонування апаратури тренажеру і сенсорно-моторного поля робочих місць реальній бойовій роботі ЗРК;
- повна відповідність алгоритмів бойової роботи тренажеру режимам роботи бойових засобів ЗРК;
- можливість імітації характеристик ЗПН, повітряно-перешкодової обстановки, яка відповідає реальним;
- можливість проводити імітаційну стрільбу зенітними керованими ракетами у відповідності з бойовими можливостями ЗРК;
- можливість проводити спільні навчання, тренування і злагодження бойових розрахунків ЗРК.

Прикладом побудови *імітаторів робочих місць* може служити тренажер для бойових розрахунків

ЗРК 2К12 "Квадрат", розробки НВП "Енергія 2000" (м. Київ). Але такі тренажні комплекси дуже обмежені у кількості і використовуються, як правило, в спеціалізованих навчально-тренувальних центрах. Тому створенню і вдосконаленню вбудованої тренажної апаратури бойових засобів ЗРК слід приділяти більш значну увагу.

Коротко розглянемо принципи побудови тренажера СВУ. Тренажер призначений для тренування розрахунку СВУ при виконанні бойового завдання без включення передавача. Він забезпечує формування сигналів трьох цілей, які можуть переміщатися по азимуту в межах сектора сканування РЛС СВУ ($\pm 60^\circ$) з азимутальними швидкостями, які задаються дискретно в межах від $0 \text{ }^\circ/\text{с}$ до $1,57 \text{ }^\circ/\text{с}$ для кожної з цілей. Швидкість цілей можна задавати в межах від 0 до $\pm 1000 \text{ м/с}$. Перешкодова обстановка створюється шляхом формування сигналів місцевих предметів, пасивної перешкоди, шумової і несинхронно-імпульсної перешкоди. П'ять місцевих предметів, задаються за бажанням оператора в будь-якій точці огляду простору і мають розміри за азимутом в межах $5^\circ - 10^\circ$ і за дальністю - до 1 км . Шумова перешкода представляє суцільне засвічення екрану по всій дальності, в межах $10^\circ - 20^\circ$ за азимутом. Несинхронно-імпульсна перешкода також формується в межах $+10^\circ - 20^\circ$ за азимутом і по всій дальності. Управління тренажером здійснюється з пульта.

Структурна схема тренажера наведена на рис. 1. На рис. 2 показано вид екрану індикатора СВУ при здійсненні пошуку цілей на малих висотах. Вид екрана індикатора в режимі "Тренаж" приведено на рис. 2. На рис. 3 показано вид індикатора в режимі супроводження цілі. Слід відзначити, що формування сигналів цілей і перешкод в тренажері СВУ здійснюється окремими блоками. Параметри цілей і перешкодова обстановка задаються з пульта (рис. 1).

Головною особливістю функціонування тренажера є те, що сформовані сигнали цілей і перешкод подаються безпосередньо на індикатори апаратури СВУ обминаючи приймальний пристрій. І тільки в процесі захвату цілі в приймальний канал надходить сигнал цілі (контрольний сигнал), сформований спеціальним блоком (блок Р-21А).

Недоліком подібної схеми є низький ступінь адекватності імітованої повітряно-перешкодової обстановки реальній (рис. 2, 3).

Сучасні тренажери [1, 3] частково ліквідують недоліки подібних схем. В тренажері-імітаторі, зображеному на рис. 5 ПЕОМ моделює роботу наземної РЛС, здійснює формування радіолокаційної інформації і через пристрій сполучення (адаптер) передає її для відображення на індикатор кругового пошуку «Пікет». Особливістю подібних тренажерів-імітаторів є використання робочих місць операторів РЛС у якості кінцевих пристроїв імітатора.

При цьому здійснюється виведення імітованої інформації безпосередньо на індикатор і введення до ПЕОМ інформації з пристроїв керування РЛС.

Порівняння принципів дії штатного тренажера СВУ і тренажера-імітатора дозволяють зробити висновок про можливість використання останнього у якості тренажера СВУ. До позитивних сторін подібної системи слід віднести таке [1]:

- можливість формування сигналів, відбитих від підстилаючої поверхні (розрахунок сигналів для конкретної позиції виконується заздалегідь і зберігається в пам'яті ПЕОМ);

- можливість формування відбитих сигналів з урахуванням діаграм зворотного вторинного випромінювання цілей різних типів;

- можливість врахування впливу підстилаючої поверхні на форму діаграми спрямованості у вертикальній площині.

Подібні тренажери-імітатори знайшли досить широке застосування для тренування операторів радіолокаційних станцій радіотехнічних військ (РТВ). Але використання їх для тренування операторів вогневих засобів ЗРК має деякі обмеження.

Основні з них полягають в необхідності розробки пристрою сполучення, який повинен забезпечити необхідну швидкість передачі інформації. Якщо станції розвідки РТВ мають досить низьку частоту повторення зондувальних імпульсів, то багатофункціональні РЛС ЗРК використовують квазібезперервні сигнали з великою частотою повторення. Крім того, відсутність можливості введення імітованого сигналу у приймальний тракт дуже обмежує можливість тренування операторами операцій захвату і супроводження цілей (рис. 4), використання спеціальних режимів перешкодозахисту які характерні для РЛС вогневих засобів ЗРК.

Перспективним є введення імітованої інформації в приймальний пристрій РЛС. Це дозволить не тільки здійснювати тренаж розрахунків з повним використанням спеціальних режимів роботи апаратури перешкодозахисту РЛС, але й контролювати особливості функціонування конкретної РЛС з обліком якості її налаштування і працездатності. Крім того, невід'ємною складовою підготовки розрахунків РЛС є практична робота по реальним цілям. Але і тут є багато обмежень по кількості цілей, траєкторіям їх руху, використанню зброї і перешкод. Комплексування первинної (реальної) повітряно-перешкодової обстановки і інформації, що імітується (віртуальної) створює новий напрямок реалізації комплексних тренажно-імітаційних і контрольно-випробувальних систем.

На рис. 6 зображено варіант побудови тренажно-імітаційної апаратури СВУ, який передбачає введення імітованого сигналу в приймальний тракт РЛС у апаратурі перешкодозахисту.

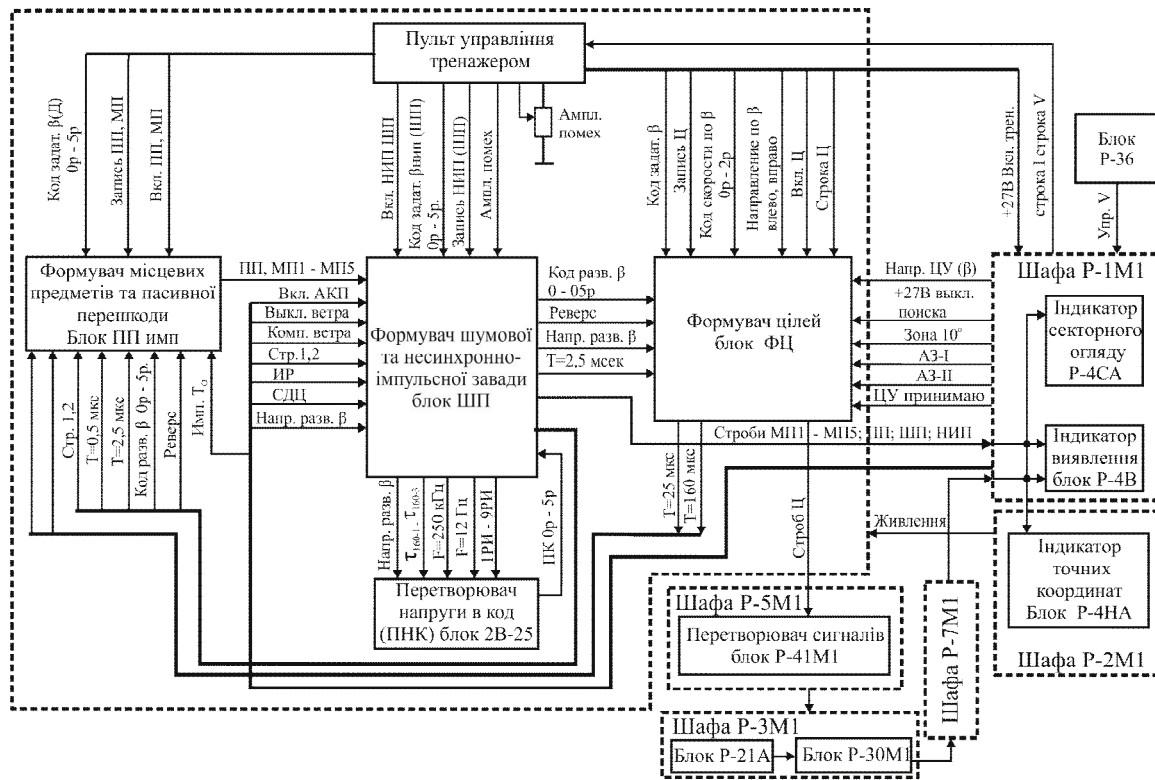


Рис. 1. Структурна схема тренажеру СВУ

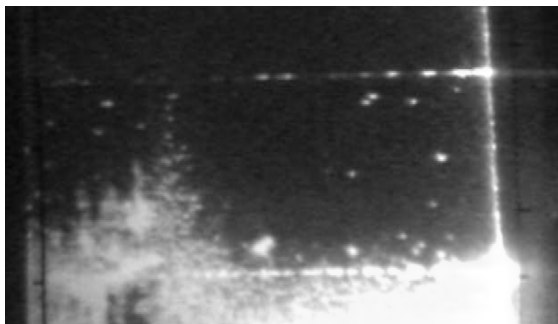


Рис. 2. Видяг індикатору у режимі "Пошук"



Рис. 3. Видяг індикатору у режимі "Тренаж"

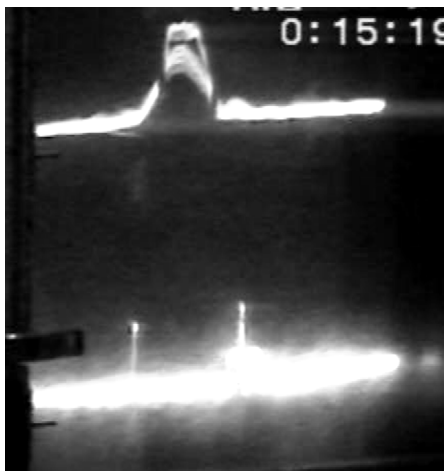


Рис. 4. Супроводження цілі РЛС СВУ

Введення імітованого сигналу в приймальний тракт на проміжній частоті було визнано

недоцільним у зв'язку з наявними труднощами формування луна-сигналів цілі і перешкод для складних ЛЧМ і КБВ сигналів, які використовуються в РЛС СВУ. Основними складовими пропонованої тренажної системи є штатна апаратура СВУ, принцип роботи якої полягає у такому.

Бойовий розрахунок РЛС СВУ здійснює операції з виявлення цілі. Луна-сигнали з виходу антенно-хвильоводної системи (4) надходять на блоки НВЧ-приймача (5), де здійснюється підсилення сигналу і перетворення на проміжну частоту. Далі сигнал на проміжній частоті надходить до НЧ-приймача (6), де здійснюється оптимальна кореляційно-фільтрова обробка. Одержаний відеосигнал подається на АЦП (7) і далі на суматор (8), де здійснюється сумування луна-сигналу і імітованого сигналу, який формується у ЦОС.

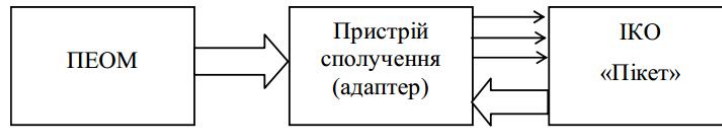


Рис. 5. Структурна схема тренажеру з ІКО "Пікет"

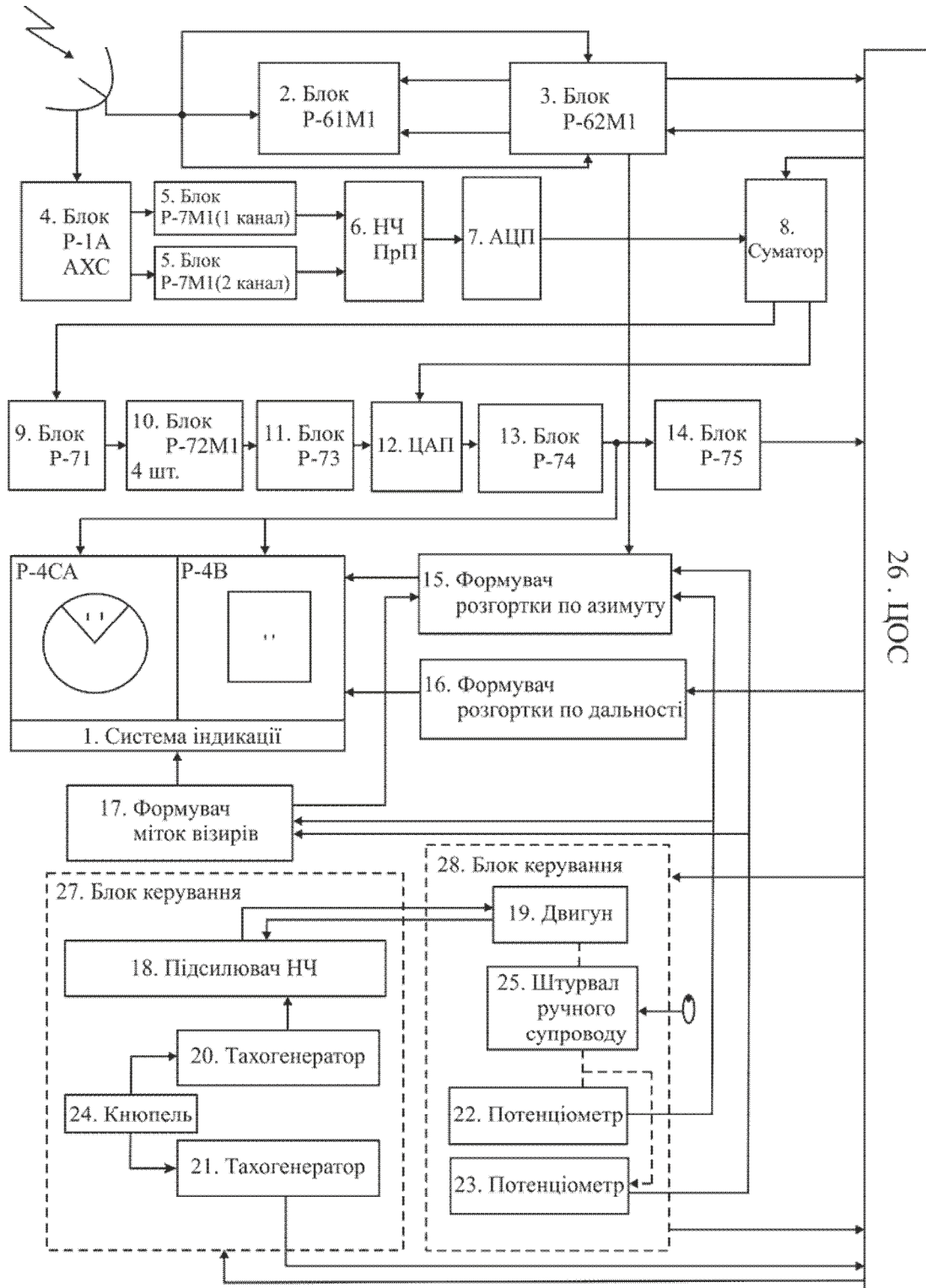


Рис. 6. Структурна схема тренажеру з введенням імітованої інформації в систему перешкодозахисту РЛС

Особливістю є те, що імітований сигнал формується для тієї точки простору (азимут, кут місця і дальність), яка відповідає дійсному положенню променя РЛС у просторі. Інформація про кутове положення променя надходить до ЦОС з блоку кутового пошуку (3).

Якщо оператор не використовує апаратуру перешкодозахисту, то сигнал знову перетворюється в аналогову форму в ЦАП (12) і штатно надходить на апаратуру автоматичного виявлення цілі (ААВЦ) і далі на апаратуру індикації. При наявності реальних, або імітованих перешкод, сумарний сигнал видається на блоки перешкодозахисту (9 – 11), і далі штатно через ЦАП поступає на ААВЦ і апаратуру індикації.

Керування роботою РЛС здійснюється штатними засобами управління (27 – 28). Дані про дії операторів знімаються з блоків системи управління і надходять до ЦОС, де здійснюється оцінка точності та швидкості дій операторів та коректується модель повітряного удару у разі "знищення" цілі.

ЦОС (26) має у своєму складі штатну цифрову обчислювальну систему СВУ, а також ПЕОМ і адаптер, аналогічні за принципами будови існуючим пристроям, приведеним на рис. 5.

Крім зазначених вище, в тренажері (рис. 4) використовуються штатні блоки: управління антеною РЛС (2), формування розгортки індикаторів (15 – 17), та складові (18 – 25) блоків системи управління РЛС СВУ.

ВИСНОВОК

В статті розглянуто питання побудови штатного тренажеру СВУ ЗРК МД і запропоновано можливі варіанти його модернізації. Розглянуто два варіанти: тренажер-імітатор і тренажер з комплекс-

суванням первинної радіолокаційної інформації, яка відображається на індикаторах РЛС СВУ, та імітованої інформації. Введення імітованої інформації у апаратуру РЛС пропонуються здійснювати після перетворення первинної радіолокаційної інформації у цифрову форму. Такий підхід дозволяє проводити тренування бойових розрахунків в умовах ведення бойової роботи з включенням випромінювання РЛС СВУ, підвищуючи складність повітряної обстановки за рахунок імітації ЗПН і перешкод. В роботі запропонована і розглянута структурна схема комплексної імітаційно-тренажної апаратури самохідної вогневої установки.

Список літератури

1. Кандирін М.П. Імітаційно-тренажерний комплекс для операторів РЛС / М.П.Кандирін, С.П.Леценко, М.Р. Арасланов // Системи озброєння і військова техніка. – Х.: Харківський університет Повітряних Сил. – 2006. – № 2. – С. 11 – 16.
2. Романов А.Н. Тренажеры для подготовки операторов РЛС с помощью ЭВМ / А.Н. Романов. – М.: Воениздат, 1980. – 126 с.
3. Тренажерные системы / В.Е. Шунков, Ю.А. Бакулов, В.Н. Григоренко и др. – М.: Машиностроение, 1981. – 256 с.
4. Руснак І.С. Дидактичні засади загальнотехнічних і програмно-математичних рішень сучасних навчально-тренувальних систем військового призначення / І.С. Руснак, В.Л. Шевченко, Ю.І. Артемов // Наука і оборона. – 2002. – № 4. – С. 31 – 35.
5. Михайленко А.П. Про особливості та перспективи імітації радіолокаційної обстановки в інформаційних системах ППО / А.П. Михайленко, П.М. Сніцаренко, О.А. Михайленко // Наука і оборона. – 1998. – № 2. – С. 28 – 32.

Надійшла до редколегії 2.02.2015

Рецензент: д-р військ. наук, проф. С.П. Ярош, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ТРЕНАЖНО-ИМИТАЦИОННОЙ АППАРАТУРЫ САМОХОДНОЙ ОГНЕВОЙ УСТАНОВКИ

А.Б. Скорик, А.Д. Флоров, А.С. Балаклеец, Д.А. Максимчук, М.В. Горячий

В статье рассматриваются вопросы совершенствования тренажно-имитационной аппаратуры СОУ ЗРК МД. Предлагаются два варианта построения тренажно-имитационной аппаратуры: тренажер-имитатор и тренажер с комплексированием первичной радиолокационной и имитированной информации. Такой подход позволяет проводить тренировки боевых расчетов в условиях ведения боевой работы с включением излучения РЛС СОУ. Повышение сложности воздушной обстановки осуществляется за счет имитации СВН и помех. В работе предложена структурная схема комплексной имитационно-тренажерной аппаратуры СОУ.

Ключевые слова: тренажер-имитатор, имитационно-тренажерный комплекс, самоходная огневая установка, первичная радиолокационная информация, комплексирование информации.

FORMULATES PROPOSALS TO TRAINING-SIMULATION EQUIPMENT INSTALLATION SELF-PROPELLED LAUNCHER

A.B. Skoryk, A.D. Florov, A.S. Balakleets, D.A. Maksimchuk, M.B. Garyachij

The article deals with the issues of improving training-simulation equipment SVU SAM SR. There are two options for constructing training-simulation equipment: simulators and simulator with aggregation in the primary radar and simulated data. This approach allows us to train crews in the conditions of doing battle with the inclusion of radiation radar JMA. Increasing complexity of the traffic situation at the expense of IOS simulation and jamming. The article presents a block diagram of an integrated simulation and simulator equipment JMA.

Keywords: simulators, simulation and training complex, self-propelled fire installation, the primary radar data, aggregation of information.