

УДК 621.396

Д.А. Гриб, Г.Г. Камалтинов, В.Й. Климченко, В.О. Тютюнник

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

АНАЛІЗ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОГО СУПРОВОДЖЕННЯ РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ РТВ

У статті проведений аналіз досліджень, виконаних в процесі науково-технічного супроводження розвитку озброєння радіотехнічних військ та його бойового і технічного забезпечення. Визначені основні напрямки досліджень. Надані основні результати, які знайшли відображення у публікаціях фахівців наукового центру за останні 10 років. Визначені основні напрямки подальших робіт з науково-технічного супроводження розвитку озброєння радіотехнічних військ.

Ключові слова: оперативно-тактичні вимоги, радіотехнічні війська, радіолокаційна станція, безпілотний літальний апарат, тактико-технічні характеристики.

Вступ

Радіотехнічні війська (РТВ) є наукоємним родом військ Повітряних Сил Збройних Сил України, який динамічно розвивається та удосконалюється. Динамічний розвиток озброєння РТВ обумовлений необхідністю забезпечення виявлення нових типів пілотованих та безпілотних літальних апаратів. Для уникнення помилок при створенні нового озброєння та військової техніки (ОВТ) РТВ необхідно забезпечувати високий рівень науково-технічного супроводження з боку науково-дослідних установ Збройних Сил України [1].

В роботі розглянуто досвід науково-технічного супроводження ОВТ РТВ на прикладі засобів радіолокації (ЗРЛ) і комплексів автоматизації (КЗА).

Основний розділ

Науково-технічне супроводження розвитку ОВТ РТВ – це безперервний процес роботи наукових підрозділів, Командування Повітряних Сил, інших установ Збройних Сил України, який включає наступні заходи [2–3]:

розробка оперативно-тактичних (ОТВ) та загальних вимог до ОВТ РТВ;

проведення пошукових досліджень з обґрунтування напрямків розвитку ОВТ РТВ;

проведення науково-дослідних робіт з розробки нових методів обробки радіолокаційної інформації, пристроїв та засобів радіолокації, розвитку елементної бази радіотехнічних засобів;

розробка проектів тактико-технічних завдань на проведення дослідно-конструкторських робіт з розробки зразків ОВТ РТВ;

розробка програм та методик випробувань ОВТ РТВ;

аналіз результатів експлуатації ОВТ РТВ, розробка пропозицій щодо покращення їх експлуатаційних характеристик;

розробка нових та розвиток існуючих форм та методів бойового застосування ОВТ РТВ;

удосконалення методів та процедур бойового і технічного забезпечення РТВ;

розробка проектів документів з технічного забезпечення РТВ та бойового застосування ОВТ РТВ; моделювання роботи радіолокаційних засобів, процесів бойового застосування ОВТ РТВ;

участь у проведенні попередніх та державних випробувань ОВТ РТВ;

участь у проведенні дослідницьких навчань;

участь у проведенні військових досліджень перспективних зразків ОВТ РТВ;

участь у прийманні дослідно-конструкторських робіт ОВТ РТВ;

розробка керівництв з бойової роботи на нових зразках ОВТ РТВ.

Розвиток способів ведення збройної боротьби у повітрі вимагає розвитку систем розвідки повітряного простору. Характеристики систем розвідки мають бути узгоджені із характеристиками засобів повітряного нападу. Це обумовлює необхідність безперервного проведення воєнно-наукових досліджень з метою розробки обґрунтованих та системно узгоджених ОТВ до ОВТ РТВ відповідно до завдань і умов сучасної збройної боротьби. При формулюванні ОТВ до перспективних зразків ОВТ повинні бути враховані фактори, які визначаються основними світовими напрямками розвитку засобів збройної боротьби, в тому числі:

глобалізація застосування інформаційного простору для ведення збройної боротьби;

зміна співвідношення сил і засобів у масованих ракетно-авіаційних ударах в напрямку збільшення кількості безпілотних літальних апаратів, крилатих ракет;

розробка нових багатофункціональних літаків та безпілотних засобів повітряного нападу різного

базування, в тому числі з надзвуковою швидкістю польоту;

масоване використання високоточної зброї, побудованої за принципом “пустив та забув” з одночасним збільшення дальності застосування, що дозволяє вражати об’єкти на глибину 200...300 км без заходу носіїв у зону дії об’єктової протиповітряної оборони (ППО);

розвиток системи управління діями авіації за принципом “ведення дій в єдиному інформаційному просторі”.

Разом з тим, визначення обґрунтованих ОТВ до сучасних систем ОБТ – це неформальний ітераційний процес, в ході якого повинні виважено враховуватись суперечливі фактори, що визначають комплексне застосування зазначених систем. Раціональне поєднання суперечливих вимог, визначення основних напрямків розвитку систем ОБТ відповідно до сучасних поглядів на ведення збройної боротьби є складним завданням, яке знайшло практичну реалізацію у цілому ряді ОТВ розроблених на проміжку 2007...2017 років:

до автоматичних радіолокаційних станцій з дистанційним управлінням;

до модернізованих та перспективних радіолокаційних станцій (РЛС) кругового огляду;

до модернізованих радіолокаційних висотомірів;

до рухомих маловисотних первинно-вторинних РЛС дециметрового діапазону хвиль;

до літаків дальнього радіолокаційного виявлення.

Ці ОТВ стали результатом досліджень, що базувалися на ряді робіт, результати яких опубліковані в [3–6].

Розроблені вимоги до ОБТ РТВ знайшли свою реалізацію при створенні підприємствами України РЛС ДР-1, MARS-L та ін.

На перспективу розробляються вимоги до системи інформаційного забезпечення РТВ, забезпечення авіації метеоінформацією, загальні вимоги до електровакуумних надвисокочастотних приладів, що використовуються в ОБТ РТВ.

Для покращення розробки ОТВ та їх практичної реалізації необхідно вдосконалювати нормативну базу. Основними напрямками вдосконалення є:

гармонізація державних стандартів України (ДСТУ) з міжнародними стандартами, розробка відповідних документів, що стосуються військової сфери;

розробка національних стандартів системи розробки та постановки на виробництво військової техніки на заміну стандартів групи В 15;

розробка національних стандартів на заміну стандартів групи В 20.57 у частині комплексної системи контролю якості;

розробка національних стандартів на заміну стандартів групи В 20.39 у частині комплексної системи загальних технічних вимог.

Дія цих стандартів обмежена кінцем 2018 року. Реалізація Концепції розробки національної системи стандартизації озброєння та військової техніки в Україні не забезпечила в них потребу за 15 років, що вимагає пошуку нових шляхів.

Найбільш ефективним шляхом подолання відставання у галузі нормативних документів є розробка військових стандартів України з загальних технічних вимог до зразків озброєння та методів їх випробувань, ОТВ до систем озброєння. Для наземних радіолокаційних засобів розроблено три військових стандарти [7–9], які охоплюють загальні технічні, тактико-технічні вимоги та вимоги до програм і методик випробувань. Це стало можливим на основі розробок і публікацій, виконаних науковим центром Повітряних Сил [10–13]. Вимоги цих стандартів вже використовуються підприємствами промисловості та науково-дослідними установами Міністерства оборони України при завданні вимог до перспективних зразків радіолокаційної техніки та проведення їх випробувань. Розпочата робота з розробки національних стандартів у галузі системи державного впізнання, яка базується на прийнятій у цьому році концепції розвитку національної системи радіолокаційного впізнання з її інтеграцією до міжнародних систем вторинної локації та системи впізнання НАТО,

Україна відноситься до десяти провідних країн світу, які розробляють та виробляють за замкнутим циклом сучасні наземні засоби радіолокаційної розвідки та контролю повітряного простору. Незважаючи на складні економічні умови за останнє десятиріччя підприємствами військово-промислового комплексу України модернізовані та прийняті на озброєння рід РЛС:

П-18МА, П-19МА, 5Н84МА, РСР-10МА (розробка НВП “Аеротехніка-МЛТ”);

П-18МУ (Холдингова компанія “Укрспецтехніка”);

35Д6М1, ПРВ-13М4 (КП НВК “Іскра”).

Розроблені та прийняті на озброєння (постачання) РЛС нового покоління:

80К6, РАВРЛ “Траса” (КП НВК “Іскра”);

“Малахіт” (Холдингова компанія “Укрспецтехніка”);

Прийняті на озброєння сучасні засоби автоматизації, які розроблені НВП “Аеротехніка-МЛТ” і КП НВК “Іскра”.

Розроблені та готуються до випробувань біля десяти нових РЛС і КЗА.

У цих зразках втілено найкращі досягнення вітчизняної науки і техніки, використаний досвід бойового застосування та експлуатації ЗРЛ за всі по-

передні роки. Обмежені можливості полігонної бази Збройних Сил України з проведення випробувань радіолокаційної техніки РТВ вимагають розробки відповідних методів та методик проведення випробувань, адаптованих до умов України.

Такі методики повинні базуватися на об'єднанні методів моделювання та напівнатурної імітації із максимальним наближенням до реальних умов експлуатації і застосування ОВТ РТВ. Значно підвищуються вимоги до підготовки випробувачів і науковців, що задіяні до випробувань. Важливо також визначити умови та межі застосування як традиційних методів перевірки основних характеристик озброєння РТВ, так і новітніх технологій в галузі навігації, реєстрації інформації та імітаційного моделювання. Цьому напрямку присвячений ряд робіт за останні 10 років [10–14]. За досвідом проведення випробувань можна стверджувати, що розроблені та пройшли практичну апробацію у військах методичні основи випробувань РЛС нового парку, адаптовані до умов України.

Незважаючи на тенденції останніх років з переозброєння РТВ на сучасні радіолокаційні засоби та КЗА, залишається значна частина ОВТ РТВ, яке необхідно підтримувати у технічно-справному стані до його заміни. Головною стратегією технічного забезпечення при цьому є реалізація експлуатації ОВТ РТВ за технічним станом [15]. Для цього створено [16–20]:

- нормативна база;
- практичні заходи реалізації;
- автоматизована система підтримки прийняття рішень з технічного забезпечення РТВ;
- основи побудови системи автоматизованого моніторингу поточного технічного стану ОВТ РТВ;
- автоматизовані робочі місця керівного інженерного складу РТВ;
- методики визначення потреб для підтримки справного стану і продовження ресурсних показників ОВТ РТВ, визначення граничного стану ОВТ РТВ, оцінки ефективності системи технічного обслуговування ОВТ РТВ.

Для визначення перспектив розвитку ОВТ РТВ проводяться дослідження щодо:

- створення сучасних автоматизованих систем управління військами та зброєю;
- аналізу та прогнозування розвитку засобів повітряного нападу;
- прогнозування основних вимог до перспективних зразків ОВТ РТВ;
- розвитку РТВ, оптимізації бойового та чисельного складу РТВ, визначення типу та складу ОВТ РТВ, який забезпечить гарантоване виконання ними завдань за призначенням. Результати досліджень, а також математичні моделі оцінювання ефективності

бойового застосування ОВТ РТВ перевірялись в ході проведення практичних заходів.

Визначені основні вимоги до побудови перспективної системи радіолокаційної розвідки, основними з яких є мережева архітектура побудови системи, використання активної і пасивної локації на землі та у повітрі, формування двох основних ярусів (нижнього і верхнього) радіолокаційного поля, забезпечення використання РЛС різних діапазонів частот (забезпечення перешкодостійкості), використання можливостей рознесеної радіолокації та забезпечення стійкості до вогневого впливу.

Новими вимогами, що висуваються до перспективних РЛС, є:

реалізація в РЛС функцій автономного пункту збору та мультирадарної обробки радіолокаційної інформації від радіолокаційних засобів, для забезпечення мережі управління, з реалізацією додаткової функції пеленгування постановників активних шумових перешкод;

адаптація РЛС до задач радіолокаційної розвідки в мережі угруповання радіолокаційних засобів з динамічним формуванням адресів джерел і споживачів інформації;

комплексування каналів первинної та вторинної локації, радіотехнічної розвідки, використання режимів міжнародних систем RBS і Mk-XA;

забезпечення роботи радіолокаційних засобів у мережецентричних системах, приведення їх експлуатаційних характеристик до рівня системи, зниження енергоспоживання;

здобування та обробка метеоданих для забезпечення польотів авіації.

Принципові зміни характеристик РЛС очікуються у підвищенні середнього часу напрацювання на відмову, ресурсу, перешкодозахищеності, втіленні новітніх алгоритмів супроводження трас цілей за ознаками.

Надійне виявлення повітряного противника різних типів в усьому діапазоні висот його бойового застосування можливо тільки з комплексним застосуванням засобів на різних принципах побудови та різних платформах базування. Аналізу можливостей побудови засобів виявлення повітряних цілей на повітряних носіях (літаках ДРЛВіУ, гелікоптерах, прив'язних аеростатах) була присвячена низка робіт, виконаних науковим центром [6; 10–11]. Проведений також аналіз використання оптико-електронних засобів спостереження за повітряним противником у складі постів візуального спостереження РТВ. Такі засоби надають змогу виявлення малорозмірних безпілотних літальних апаратів (БПЛА), які не спостерігаються радіолокаційними засобами. Хоча БПЛА тактичного рівня не є цілями РТВ, їх виявленню радіолокаційними засобами приділяється значна увага. Основною проблемою при виявленні

таких БПЛА оглядовими РЛС РТВ, які мають великий енергетичний потенціал, є вплив потужних віддзеркалень від поверхні землі, які перекривають всю зону виявлення малорозмірних БПЛА. За аналізом ряду робіт [5; 11] та практичних експериментів, найбільш придатними для виявлення таких цілей будуть спеціальні малогабаритні РЛС Х-діапазону з невеликою дальністю дії (до 20 км) та з наявністю доплерівського режиму роботи. Серед малогабаритних РЛС такого класу можна виділити розробку Харківського радіоастрономічного інституту Національної академії наук України РЛС Х1-М "Око".

Одним з перспективних напрямків розвитку радіолокаційних засобів розвідки повітряного противника є використання кільцевих нерухомих цифрових антенних решіток (ЦАР), які відкривають широкі можливості щодо адаптивного формування діаграми направленості антен, забезпечення зони огляду РЛС відповідно до поточної обстановки без механічного обертання антенної системи.

Впровадження в РЛС твердотільних приймальних-передавальних модулів та цифрових технологій забезпечує покращення експлуатаційних характеристик РЛС за рахунок виключення із її складу високовольтних електровакуумних генераторних приладів, високовольтних комутуючих пристроїв та потужних високочастотних фідерних трактів.

Використання сучасних автоматичних систем визначення місцеположення, орієнтування, горизонтування дозволить значно підвищити мобільність та зменшити кількість обслуги РЛС, підвисити малообслугованість РЛС.

Висновки

Запропонована сукупність використання нових технологій [21–22] дозволяє перейти до повністю автоматичних необслуговуваних РЛС, які доцільно розміщувати на віддалених, малопродатних для розміщення обслуговуючого персоналу місцях. Актуальність розвитку цього напрямку зростає в умовах необхідності забезпечення цілодобового контролю повітряного простору уздовж кордону України. Можна очікувати, що такі РЛС у перспективі можуть стати основним засобом спостереження в Україні.

Впровадження перспективних наукових розробок та новітніх технологій не тільки дозволить забезпечити потрібний рівень тактико-технічних характеристик перспективних зразків ОВТ РТВ, а також значно підвищити їх конкурентоздатність на світовому ринку.

У рамках подальших досліджень з науково-технічного супроводження розвитку ОВТ РТВ та його бойового і технічного забезпечення можна сформулювати наступні окремі важливі завдання:

1. Розробка концепції створення Єдиної інтегрованої системи управління та контролю використання повітряного простору, обґрунтування заходів підтримки її побудови.

2. Наукове супроводження розробки дослідних зразків малообслуговуваних дистанційно керованих РЛС, РЛС, що підтримують функції єдиної просторово-розподіленої синхронної радіолокаційної системи мережевого типу, та мобільних пристроїв візуального виявлення і спостереження повітряних об'єктів.

3. Дослідження шляхів втілення мережевих і роботизованих систем ведення радіолокаційної розвідки повітряних цілей різних типів.

4. Обґрунтування напрямків удосконалення системи управління РТВ, бойової підготовки та бойового застосування підрозділів та військових частин при оснащенні їх новими та модернізованими зразками ОВТ, які підтримують функціонування просторово-розподіленої синхронної радіолокаційної системи мережевого типу.

5. Впровадження у війська автоматизованої системи збору та обробки інформації про технічний стан ОВТ РТВ.

Список літератури

1. *Моделі і методи планування та управління науковими дослідженнями / А.М. Алімпієв, Д.А. Гриб, Б.О. Демидов, С.А. Олізаренко, М.В. Науменко // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2014. – № 2. – С. 173-176.*
2. *Деякі аспекти міжвідомчої координації наукових досліджень як компоненту системи управління науковою діяльністю / Г.В. Певцов, Д.А. Гриб, Б.М. Ланецький, І.М. Ніколаєв, М.В. Науменко // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2014. – № 3. – С. 151-153.*
3. *Гриб Д.А. Принципи и аспекты методического подхода к формированию оперативно-стратегических и оперативно-тактических требований к перспективной системе вооружения вооруженных сил государства и к ее структурным компонентам / Д.А. Гриб, Б.А. Демидов, О.А. Хмелевская // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2013. – № 2. – С. 29-34.*
4. *Климченко В.Й. Методика оцінювання показників ефективності РЛС на відповідність оперативно-тактичним вимогам / В.Й. Климченко, О.В. Блавін, М.Р. Арасланов // Системи озброєння і військова техніка. – 2013. – № 3 (35). – С. 17-24.*
5. *Вишневецький С.Д. Потенційні можливості РЛС РТВ з виявлення оперативно-тактичних та тактичних безпілотних літальних апаратів / С.Д. Вишневецький, Л.В. Бейліс, В.Й. Климченко // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2017. – № 2 (27). – С. 92-98.*
6. *Деякі аспекти можливого використання авіаційних комплексів дальнього радіолокаційного виявлення і управління в Збройних Силах України / Д.А. Гриб, В.Й. Климченко, Г.Г. Камалтнов, О.М. Колесник, С.П. Леценко // Наука і оборона. – 2013. – № 1. – С. 64-72.*
7. *Військовий стандарт ВСТ 01.214.002(1). Інженерно-радіоелектронне забезпечення. Типові вимоги до програми та методики випробувань дослідних зразків наземних радіолокаційних засобів виявлення повітряних цілей, розвідки, наведення та цілевказання.*

8. Військовий стандарт на загальні технічні вимоги ВСТ ЗТВ 01.214.001(1). Загальні технічні вимоги Міністерства оборони України до озброєння та військової техніки. Загальні тактико-технічні вимоги до наземних радіолокаційних засобів виявлення повітряних цілей, розвідки, наведення та цілевказання.

9. Військовий стандарт на загальні технічні вимоги ВСТ ЗТВ 01.001.211-2014 (1). Засоби системи впізнання "свій-чужий" Мк ХА. Загальні технічні вимоги (STANAG 4193, Ed 2, P. I, NEQ).

10. Климченко В.Й. Можливі варіанти використання авіаційних комплексів дальнього радіолокаційного виявлення і управління у Збройних Силах України / В.Й. Климченко, Г.Г. Камалтинов, О.М. Колеснік // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – 2012. – № 2(31). – С. 69-73.

11. Світові тенденції розвитку радіолокаційних засобів контролю повітряного простору / О.В. Блавін, В.Й. Климченко, Г.Г. Камалтнов, О.С. Малярєнко // Наука і оборона. – 2015. – № 1. – С. 48-53.

12. Климченко В.Й. Особливості розрахунку коефіцієнта використання радіогоризонту в оглядових РЛС метрового діапазону хвиль / В.Й. Климченко, Г.Г. Камалтнов, О.В. Блавін, І.Л. Єфімов // Озброєння та військова техніка. – 2016. – № 4(12). – С.27-31.

13. Курило А.А. Аналіз існуючої нормативно-технічної бази із випробувань наземних радіолокаційних засобів на завадозахищеність та електромагнітну сумісність / А.А. Курило, Г.Г. Камалтинов // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2011. – № 2(6). – С. 73-76.

14. Методи і засоби взаємного впізнання військ і військової техніки на полі бою. Основні тенденції / Г.Г. Камалтинов, С.В. Кукобко, О.С. Малярєнко, П.І. Кісель // Озброєння та військова техніка. – 2016. – № 4. – С. 22-26.

15. Військовий стандарт ВСТ 12.200.003. Технічне забезпечення. Технічна експлуатація зенітного ракетного озброєння та радіоелектронної техніки за станом.

16. Гриб Д.А. Перспективи інформаційного забезпечення роботи органів управління радіотехнічних військ з питань експлуатації радіоелектронної техніки /

Д.А. Гриб, О.М. Колеснік, Д.А. Дончак // Системи озброєння та військова техніка. – 2013. – № 2(32). – С. 31-40.

17. Камалтинов Г.Г. Методичний підхід до оцінки технічного стану радіолокаційної системи Збройних Сил України / Г.Г. Камалтинов, О.М. Колеснік, Д.А. Дончак // Системи управління, навігації та зв'язку. – 2011. – № 3(19). – С. 37-41.

18. Камалтинов Г.Г. Методика визначення граничного стану засобів радіолокації / Г.Г. Камалтинов, Д.А. Дончак, В.Й. Климченко // Системи управління, навігації та зв'язку. – 2012. – № 2(22). – С. 37-41.

19. Дончак Д.А. Ефективність оцінювання технічного стану радіолокаційної системи Збройних Сил України / Д.А. Дончак, Г.Г. Камалтинов // Системи озброєння і військова техніка. – 2013. – № 3(35). – С. 13-16.

20. Дончак Д.А. Методика розрахунку потреб на підтримку справного стану і продовження ресурсних показників радіоелектронної техніки системи радіолокаційної розвідки і контролю повітряного простору / Д.А. Дончак, Г.Г. Камалтинов, О.М. Колеснік // Системи озброєння та військова техніка. – 2013. – № 4(36). – С. 16-21.

21. Камалтинов Г.Г. Шляхи забезпечення еквівалентної внутрішньої когерентності в РЛС з магнетронними генераторами з використанням сучасної цифрової елементної бази / Г.Г. Камалтнов, В.Й. Климченко // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2014. – № 3 (16). – С. 80-88.

22. Гриб Д.А. Про можливості створення комбінованого активно-пасивного маловисотного радіолокаційного поля при використанні кільцевих активних фазованих антенних решіток / Д.А. Гриб, В.О. Тютюнник // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2014. – № 2 (15). – С. 101-106.

Надійшла до редколегії 17.08.2017

Рецензент: д-р техн. наук проф. В.В. Литвинов, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

АНАЛИЗ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ РАЗВИТИЯ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ РТВ

Д.А. Гриб, Г.Г. Камалтынов, В.И. Климченко, В.А. Тютюнник

В статье проведен анализ исследований, выполненных в ходе научно-технического сопровождения развития вооружения РТВ и его боевого и технического обеспечения. Определены основные направления исследований. Представлены основные результаты, которые нашли отображение в публикациях специалистов научного центра за последние 10 лет. Определены основные направления последующих работ научно-технического сопровождения развития вооружения РТВ.

Ключевые слова: оперативно тактические требования, радиотехнические войска, радиолокационная станция, беспилотный летательный аппарат, тактико-технические характеристики.

ANALYSIS OF SCIENTIFIC AND TECHNICAL MAINTAINS OF DEVELOPMENT OF ARMAMENT AND MILITARY EQUIPMENT OF RADAR TROOPS

D. Grib, G. Kamaltnov, V. Klimchenko, V. Tyutyunnik

The analysis of researches of scientific and technical maintains of development of armament of radar troops and its battle and technical support is conducted. Basic directions of researches are certain. Basic results which was published by researchers of scientific center for the last 10 years are presented. Basic directions of subsequent works of scientific and technical maintains of development of armament of radar troops are certain.

Keywords: operational-tactical requirements, radars troops, surveillance radar, unmanned aircraft, performance characteristics.