

В.Й. Климченко, М.Р. Арасланов, В.О. Тютюнник, А.А. Саваткова

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

## ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ ТЕХНІКИ В РАДІОТЕХНІЧНИХ ВІЙСЬКАХ НА ЕТАПІ ПЕРЕОЗБРОЄННЯ

*Розглядається особливості експлуатації та ремонту радіоелектронної техніки (РЕТ) в частинах та підрозділах радіотехнічних військ (РТВ) на підставі досвіду використання нових та модернізованих засобів радіолокації. З урахуванням схемно-конструктивних особливостей сучасних та перспективних радіолокаційних станцій (РЛС) формулюються загальні принципи в організації їх технічного обслуговування та ремонту, особливості взаємовідносин частин і представників промисловості (монтажних організацій) під час розгортання, введення до ладу та експлуатації нових зразків озброєння та військової техніки (ОВТ) РТВ, а також особливості підготовки особового складу бойових обслуг РЛС на етапі переозброєння.*

**Ключові слова:** радіолокаційні станції, напрямки розвитку, експлуатація, модернізація, перспективи, технічне обслуговування.

### Вступ

Аналіз процесів розробки та виробництва РЛС систем спостереження повітряного простору в основних розвинутих країнах світу [1–2] доводить, що при створенні сучасних оглядових РЛС розробники керуються такими основними принципами:

- перехід на цілком твердотільні РЛС із широкомугловими сигналами і зниженим рівнем випромінювання, що підвищує надійність і захищеність від протирадіолокаційних ракет.
- відкритість архітектури, що спрощує проведення модернізацій;
- використання готових до застосування модулів комерційного призначення (Commercial • oft • The • Shelf – COTS-технології);
- підвищення експлуатаційних характеристик, в першу чергу надійності, зниження витрат на експлуатацію;
- розширення функціональних можливостей при порівнянні з відомими прототипами;
- можливість використання в системах подвійного призначення;
- “малообслуговуваність”, що дозволяє мінімізувати кількість обслуговуючого персоналу і знизити вимоги до рівня його підготовки.

При прогнозуванні експлуатації закладаються основні принципи сучасної концепції інтегральної логістики і безперервної підтримки користувача, які передбачають:

- установку системи та забезпечення функціонування РЛС у початковий період експлуатації;
- фірмове обслуговування, можливість цілодобової присутності фахівця фірми-виробника на РЛС для надання оперативної допомоги;
- можливість надання покупцеві комплексу послуг з навчання персоналу;

– організація регіональних сервісних центрів.

Означені принципи тією чи іншою мірою знаходять своє втілення і в тих модернізованих та нових РЛС, які почали регулярно надходити на озброєння радіотехнічних військ.

**Метою статті** є визначення впливу зазначених принципів на схемно-конструктивну побудову та структуру сучасних РЛС РТВ, їх технічну експлуатацію та ремонт і на підготовку осіб бойової обслуги.

### Виклад основного матеріалу

1. Особливості схемно-конструктивної побудови сучасних та перспективних РЛС РТВ. На структуру сучасних РЛС значною мірою вплинули такі досягнення технічного прогресу, як мініатюризація елементної бази, бурхливий розвиток електронно-обчислювальної техніки та інформаційних технологій. Для сучасних РЛС РТВ характерними є [3–4] широке використання пасивних фазованих антенних решіток (ФАР), обробка сигналів за допомогою швидкодіючих процесорів, застосування сучасних засобів відображення та передачі інформації. Сучасні РЛС іноді називають «цифровими».

Типова структурна схема «цифрових» РЛС з пасивною ФАР наведена на рис. 1.

Типовими функціональними складовими таких РЛС є:

- передавальний пристрій (ПдП);
- антенно-фідерна система (АФС);
- приймальний пристрій (ПрП);
- автоматизоване робоче місце (АРМ);
- система обертання та нахилу антени (СОНА);
- наземний радіолокаційний запитувач (НРЗ);
- система (блоки) спряження з комплексами засобів автоматизації.

Перелічені системи є основними системами, за допомогою яких безпосередньо вирішуються завдання радіолокаційного виявлення цілей.

Забезпечення роботи основних систем і РЛС в цілому здійснюється низкою допоміжних систем, таких як:

- система передачі азимуту (СПА);
- система хронізації;
- система забезпечення температурних режимів (СЗТР);
- система первинного живлення (СПЖ);

система вторинного живлення (СВЖ).

Принципи побудови передавального пристрою в РЛС цього покоління залишилися в основному такими, як і в РЛС розробки 80–90-х років: «малопотужний збудник – підсилювач потужності (ПП)». Відмінність полягає лише в тому, що в системі хронізації та збуднику замість кварцових генераторів та аналогових формувачів сигналів з внутрішньоімпульсною модуляцією стали використовувати цифрові синтезатори частот.

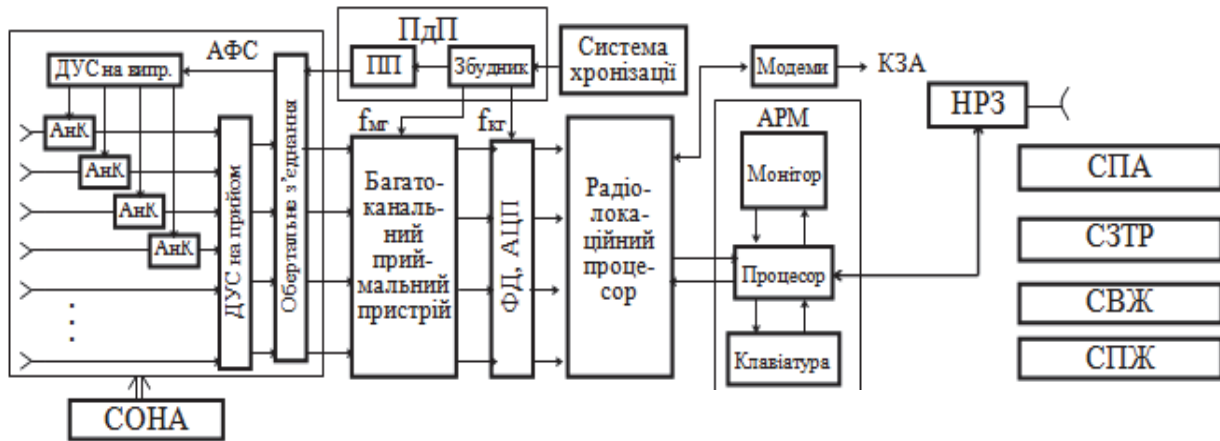


Рис. 1. Типова структурна схема «цифрових» РЛС з пасивною ФАР (сучасні РЛС)

Антенно-фідерна система зазнала суттєвих змін. Основним типом антен є (рис. 2) пасивна (ФАР), яка містить кілька десятків, а то й сотень, випромінювачів, діаграмо-утворюючі системи (ДУС) на випромінювання і на прийом та елементи фідерної системи, такі як антенні комутатори (АнК), обертальне з'єднання, тощо. В горизонтальній площині ширина променів є однаково вузькою і на випромінювання, і на прийом. У вертикальній площині ДУС на випромінювання формує один широкий промінь, який перекриває весь сектор огляду по куту місця, а ДУС на прийом формує кілька вузьких променів (8–12), які в сукупності також перекривають весь сектор огляду по куту місця.



Рис. 2. Типова радіолокаційна станція з пасивною ФАР

До виходів ДУС на прийом підключається відповідна кількість приймальних каналів, які утворюють багатоканальний приймальний пристрій з одно-, дво- або трикратним перетворенням частоти. Необхідні для цього гетеродинні напруги надходять зі збудника. Основним завданням багатоканального приймального пристрою є перетворення сигналів на проміжну (проміжні) частоту (частоти) і підсилення їх до рівня, за якого їх можна перетворювати в цифрову форму. На цьому аналогова обробка завершується.

Перетворення сигналів в цифрову форму здійснюється аналого-цифровими перетворювачами (АЦП) на відеочастоті після детектування їх за допомогою фазових детекторів, або безпосередньо на проміжній, або навіть на високій частоті, якщо дозволяє швидкодія АЦП.

Подальша обробка сигналів (частотна фільтрація, стиснення сигналів, захист від пасивних та активних завад), первинна обробка радіолокаційної інформації (виявлення цілей, визначення координат, прив'язка ознак державної належності) і вторинна обробка радіолокаційної інформації (зав'язування і супроводження траєкторій) здійснюється так званим радіолокаційним процесором, який являє собою швидкодіючу спеціалізовану ЕОМ.

Докорінних змін зазнали АРМ, які поєднали в собі функції засобів відображення інформації та системи керування, захисту і контролю. Основу

АРМ становить типова ПЕОМ у військовому виконанні, яка містить у своєму складі монітор, блок процесора і клавіатуру. На моніторі відображається первинна радіолокаційна інформація, результати її обробки, стан систем, режими роботи та органи керування. На відміну від РЛС попередніх поколінь керування режимами роботи сучасних РЛС та спряжених з ними НРЗ здійснюється програмно-командним способом через інтерфейс ПЕОМ. Через це в РЛС майже відсутні механічні елементи керування та настроювання (тумблери, перемикачі, вимикачі, шліци та ручки регулювань).

Допоміжні системи також зазнали значних змін. В СПА замість сельсинних пар використовують цифрові датчики кутового положення (енкодері). Система керування, захисту і контролю (СКЗіК), як окрема система, зникла. В системі забезпечення теплових режимів (СЗТР) добавилась функція кондиціонування повітря і почали використовуватись малошумливі вентилятори, завдяки чому умови для роботи оператора значно покращились. В системі вторинного живлення (СВЖ) замість трансформаторних блоків стали використовувати так звані імпульсні джерела з високою стабільністю напруг. Загальне споживання енергії апаратурою РЛС

значно знизилось і потужність системи первинних джерел живлення знизилась в кілька разів.

Основним напрямком розвитку перспективних РЛС РТВ є використання цифрових активних ФАР (рис. 3). На відміну від РЛС з пасивними ФАР, в яких потужний зондувальний сигнал формується передавальним пристроєм і потім за допомогою діаграмоутворюючої системи (ДУС) розподіляється між випромінювачами антени, в активних ФАР до кожного елементарного випромінювача підключається мініатюрний передавально-приймальний модуль (ППМ), який містить підсилювач зондувального сигналу, антенний комутатор і приймальне коло у складі преселектора та підсилювача ехо-сигналів на високій частоті. Тобто в таких РЛС передавальний і приймальний пристрої, як окремі системи, відсутні. Вони розосереджені по полотну ФАР. Сформований збудником малопотужний зондувальний сигнал подається паралельно на всі ППМ, в яких він підсилюється до необхідної потужності, набуває зсуву по фазі, якщо це необхідно, і випромінюється у простір. Незважаючи на те, що потужність зондувального сигналу на виході кожного ППМ невелика (одниці ват), сукупна потужність зондувального сигналу збільшується в стільки разів, скільки елементів має антена.

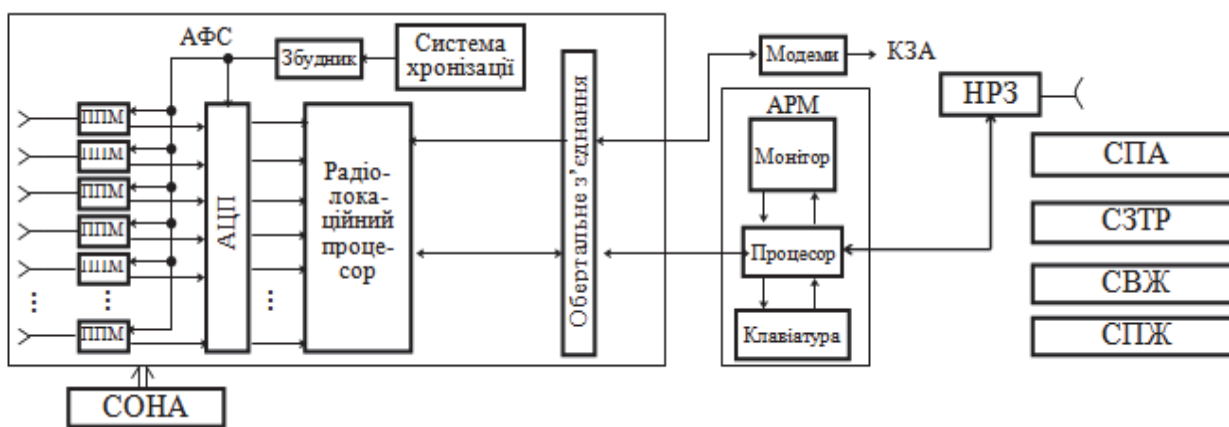


Рис. 3. Типова структурна схема РЛС з ЦАФАР (перспективної РЛС)

Приєм ехо-сигналів здійснюється незалежно кожним ППМ, в якому сигнали піддаються попередній частотній селекції (в преселекторі) і підсилюються до рівня, за якого можлива робота аналого-цифрових пристроїв (АЦП). Перспективні АЦП будуть мати таку швидкодію, за якої перетворення сигналів в цифрову форму буде здійснюватись прямо на високій частоті. Вся подальша обробка сигналів здійснюється в цифровій формі, для чого вони після АЦП подаються на швидкодіючий процесор.

Відсутність в таких РЛС потужного передавального пристрою з громіздкою фідерною системою, високовольтними випрямлячами та модуляторами дозволила розташувати практично всю апаратуру

РЛС на її антені (рис. 4). Виняток становить лише автоматизоване робоче місце, яке може встановлюватись або в причепі, або в кабіні автомобіля, на шасі якого розташована РЛС.

Значне зменшення обсягу основної апаратури та енергоспоживання перспективних РЛС приведе до спрощення і допоміжних систем, особливо системи первинного живлення (СПЖ), яка раніше займала один або кілька причепів.

З урахуванням означених особливостей перспективні РЛС будуть мати у своєму складі одну-дві транспортні одиниці, мати високу мобільність і надійність.



Рис. 4. Зовнішній вигляд РЛС метрового діапазону хвиль з ЦАФАР

2. Особливості технічного обслуговування та ремонту РЛС РТВ на етапі переозброєння.

Використання замість традиційних (дискретних) елементів електронної техніки субблоків, модулів та мікроборок, застосування нових схематехнічних принципів та методів конструювання радіоелектронної апаратури (РЕА) вимагають зовсім інших підходів до технічного обслуговування та ремонту нових і перспективних РЛС.

Особливості технічного обслуговування визначаються тим, що для нових та перспективних РЛС зникає потреба в певних видах характерних для старого парку ОБТ регламентних робіт (РР), наприклад, в таких видах технічного обслуговування зразків ОБТ, як ТО-1 (щотижневі РР) та ТО-2 (щомісячні чи періодичні РР), а проведення контрольного огляду (КО) та щоденного технічного обслуговування (ЩТО) значно спрощується. Зате проведення сезонного (СО) та регламентованого обслуговування (РО) вимагає спеціальних знань та високої кваліфікації.

Проведення ремонту нової радіолокаційної техніки викликає значні труднощі через те, що для його проведення потрібне принципово інше обладнання. Для діагностики несправностей модулів і плат з процесорами або програмованими логічними інтегральними схемами (ПЛІС) необхідні комп'ютерні діагностичні комплекси зі спеціальним програмним забезпеченням. Для ремонту плат, на яких встановлені SMD-елементи, треба мати термоповітряні паяльні станції, а для заміни мікросхем в корпусах BGA, PGA, LGA та інших їм подібних повинні використовуватися спеціальні напівавтоматичні ремонтні комплекси, наприклад, інфрачервоні паяльні станції ACHI IR-PRO-SC (рис. 5).

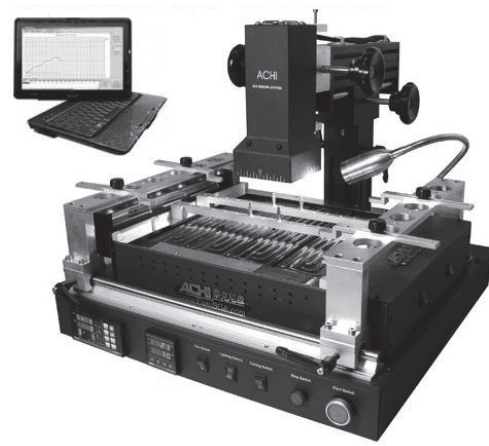


Рис. 5. Інфрачервоний паяльний комплекс ACHI IR-PRO-SC

Але найбільші труднощі виникають в забезпеченні ремонтних органів висококваліфікованими кадрами, які повинні мати знання і практичні навички у обчислювальній та мікропроцесорній техніці, програмуванні, мікроелектронній схемотехніці, високочастотній електроніці та інших областях сучасної радіоелектроніки.

Весь парк існуючих рухомих ремонтних засобів військової техніки, що перебуває на озброєнні РТВ, є дуже застарілим і орієнтованим на обслуговування і ремонт радіолокаційних засобів, засобів зв'язку та автоматизації старого парку, виконаних переважно на ламповій та напівпровідниковій елементній базі. Технологія виробництва радіотехнічної та радіоелектронної апаратури на такій елементній базі дозволяла проводити її ремонт та обслуговування типовими наборами інструментарію та вимірювальних приладів. Тому обслуговування старого парку ОБТ РТВ [5] проводилось тільки двома типами рухомих майстерень: механічні майстерні (КРАС-М, МРМ-М1) для проведення обслуговування і ремонту механічних вузлів ОБТ та їхніх засобів рухомості і радіомайстерні (КРАС-1Р, КРАС-П, КРАС-ПМ) для проведення обслуговування і ремонту радіотехнічної і радіоелектронної апаратури РЛС. Для обслуговування і ремонту засобів зв'язку використовувались окремі рухомі майстерні типу МРТС.

З появою зразків ОБТ, виконаних на інтегральних мікросхемах, виникла потреба в розробленні спеціалізованих радіомайстерень [6], причому для кожного типу РЛС, як це було зроблено для зенітних ракетних комплексів С-300, Бук-1М та ін. Але оскільки на озброєння РТВ у 80..90-их масового надходження нової техніки, виконаної на інтегральних мікросхемах, не відбулось, то й нагальної потреби в таких майстернях не було. Виняток складала лише два типи ОБТ – це РЛС 19Ж6(35Д6) та НРЗ системи «Пароль», які надійшли на озброєння РТВ у

великій кількості. Для обслуговування і ремонту НРЗ системи «Пароль» провідним підприємством-виробником цих засобів були розроблені і широко використовуються спеціальні рухомі радіомайстерні МРТО-П, якими на сьогодні оснащені переважно майстерні другого ешелону (майстерні радіотехнічних бригад). Для РЛС 19Ж6(35Д6) також розроблений відповідним підприємством-виробником ремонтний модуль в контейнерному варіанті. Але на озброєння через недостатнє фінансування не прийнятий, виготовлений в одному екземплярі і є власністю підприємства.

Надходження, починаючи з 2007 року, на озброєння радіотехнічних військ новітніх РЛС і КЗА, виконаних уже на елементній базі четвертого і п'ятого поколінь (мікропроцесори, сигнальні процесори, серверне та мережеве обладнання) досить гостро поставило питання про розробку принципово нових ремонтних засобів, оскільки існуючі засоби з їхніми можливостями не можуть бути використані для обслуговування і ремонту сучасного озброєння та військової техніки РТВ. Певний виняток можна зробити тільки стосовно існуючих механічних майстерень, які значною мірою можуть бути використані для проведення обслуговування і ремонту механічних вузлів сучасних зразків ОВТ та їхніх засобів рухомості.

Перспективна система військового ремонту ОВТ РТВ буде мати двоешелонну структуру. Перший ешелон будуть становити спеціалізовані за типами ОВТ радіомайстерні, якими будуть оснащатися радіотехнічні батальйони. Другий ешелон будуть становити уніфіковані механічні майстерні та комплексні радіомайстерні, якими буде оснащуватись ремонтний підрозділ при управлінні радіотехнічної бригади.

Мобільні спеціалізовані радіомайстерні мають бути розроблені заводом-виробником для кожного типу ОВТ з урахуванням його технології виготовлення і мають постачатися на групу однотипних РЛС (ПРВ, КЗА, НРЗ), які є на озброєнні радіотехнічного батальйону та підпорядкованих йому радіолокаційних рот. Основним призначенням означених майстерень є забезпечення проведення технічного обслуговування та надання оперативної допомоги підлеглим радіолокаційним ротам, віддаленим від батальйону на 100...150 км, в проведенні поточного ремонту РЛС. Отже основною тактичною вимогою до них є висока мобільність та оперативність. Засобами рухомості таких радіомайстерень можуть бути автомобілі типу УАЗ-469 з колісною формулою 4×4.

Мобільні механічні майстерні можуть бути уніфікованими і використовуватись для усіх типів ОВТ. Основне їхнє призначення – усунення складних поломок механічних вузлів ОВТ в підрозділах

бригади. Враховуючи те, що багато підрозділів радіотехнічної бригади віддалені від її управління на сотні кілометрів, то для підвищення оперативності в наданні допомоги такими майстернями можуть оснащатись і радіотехнічні батальйони. Отже, основною тактичною вимогою до механічних майстерень є їхня мобільність і універсальність. Засобами рухомості таких майстерень можуть бути шасі автомобілів типу КрАЗ-6322, або КамАЗ-4310 з колісною формулою 6×6.

Комплексні радіомайстерні мають бути розроблені заводом-виробником, як єдиний комплекс, для всього ряду вироблених ним типів ОВТ з урахуванням особливостей заводської технології і мають постачатися в майстерні другого ешелону. Основним призначенням означених майстерень має бути проведення ремонту основних вузлів зразків ОВТ в мирний час і проведення відновлювального ремонту зразків ОВТ, що зазнали середніх пошкоджень в особливий період. Для виконання останнього завдання вони повинні мати таку властивість, як транспортбельність, для передислокації їх в район бойових дій або до пункту збору пошкодженої техніки. Засобами рухомості таких радіомайстерень можуть бути стандартні морські 20- або 10-футові контейнери в залежності від обсягу ряду вироблених РЛС.

3. Особливості взаємовідносин частин і представників промисловості (монтажних організацій) під час розгортання, введення до ладу та експлуатації нових зразків ОВТ РТВ.

На нинішньому етапі експлуатації нових зразків ОВТ РТВ взаємовідносини частини і представників промисловості відповідають керівним документам, згідно з якими постачальник гарантує відповідність якості виробу встановленим вимогам [7] лише в межах гарантійного терміну експлуатації. Під гарантійним терміном експлуатації розуміється період (напрацювання) у годинах, циклах або інших одиницях, протягом якого підприємство-виробник гарантує і забезпечує виконання встановлених вимог до зразка і всіх агрегатів за умови дотримання військовою частиною (підрозділом) правил експлуатації, у тому числі правил збереження і транспортування [8]. Термін гарантії техніки вказується в технічній документації і становить лише незначну частку від встановленого ресурсу або тривалості експлуатації (не більше 10...15 %).

Така схема взаємовідносин склалася ще за часів СРСР під впливом багатьох чинників таких, як обсяги постачань ОВТ, ступінь його технічної складності, рівень підготовленості обслуг, наявність розвинутої системи військових реморганів та ін.

На сьогодні обстановка кардинальним чином змінилась.

По-перше, нове озброєння стає високоінтелектуальним. Особливо це стосується сучасної радіоелектронної техніки, яка більшою мірою є програмним продуктом, аніж апаратним, причому частка першого постійно зростає. Доступу до програмного забезпечення зразка ОВТ особовий склад бойової обслуги не має і не повинен мати через небезпеку втрати зразком бойових властивостей. Тому будь-який збій в роботі програмного продукту потребує втручання його розробників не тільки в період гарантійного терміну, а й протягом всього терміну експлуатації.

По-друге, обсяги постачань нового ОВТ для ЗС України, навіть за умов нормального фінансування, є незначними. Тому створювати для кількох зразків нового ОВТ свою систему обслуговування та ремонту, яка повинна мати досить складні пристрої, модулі й стенди, ні технічно, ні економічно недоцільно. Необхідне обладнання є у виробника і може використовуватися для технічного обслуговування та ремонту виготовлених ним зразків.

По-третє, елементна база та технології виготовлення сучасної радіоелектронної техніки сягнули так далеко, що змінився характер і перелік видів технічного обслуговування. Деякі види ускладнились так, що вимагають спеціальних знань та специфічного обладнання. Тому ті види технічного обслуговування, які мають проводитись часто і не вимагають високої кваліфікації, а це – контрольний огляд та щоденне технічне обслуговування, доцільно проводити силами бойових обслуг, а проведення складних СО та РО, які здійснюються двічі протягом року, – силами підприємств-виробників.

Отже, без фахівців, які виробляють нові зразки ОВТ РТВ, якісне їх обслуговування та ефективне використання неможливе. Таким чином, з надходженням на озброєння нової техніки назріли докорінні зміни в організації її технічного обслуговування та у взаємовідносинах частин і представників промисловості (монтажних організацій) під час розгортання, введення до ладу та експлуатації нових зразків ОВТ. Необхідно терміново ініціювати питання про авторський та технічний нагляд з боку підприємств-виробників за процесом експлуатації РЕТ, яка виробляється (модернізується) в Україні, та фірмове обслуговування ними зразків ОВТ протягом усього життєвого циклу.

Фірмова схема технічного обслуговування ОВТ є характерною для армій більшості країн світу. На таку схему переходить і Росія.

4. Особливості підготовки особового складу бойових обслуг РЛС на етапі переозброєння.

Аналіз особливостей організації тактико-спеціальної і технічної підготовки особового складу обслуг нових та модернізованих РЛС, в яких широ-

ко використовуються сигнальні процесори і сучасні засоби відображення інформації на базі моніторів, вимагають від осіб бойової обслуги спеціальних знань, умінь та навичок.

За складом апаратури, принципами побудови основних систем, організацією бойової роботи і технічним обслуговуванням нові та модернізовані РЛС докорінно відрізняються від існуючого парку РЛС РТВ.

Начальник РЛС повинен мати глибокі теоретичні знання як в області радіолокації, так і в області інформаційних систем. І навіть за цих умов самостійно оволодіти станцією заважко. Необхідне систематичне вивчення як апаратної частини РЛС, так і її програмного забезпечення, а також принципів її бойового застосування та технічної експлуатації. Таке вивчення може бути організоване лише в стінах спеціалізованого навчального закладу такого, як Харківський національний університет Повітряних Сил (ХНУПС) ім. І.Кожедуба, в межах курсів «Принципи побудови РЛС ...», «Бойове застосування РЛС...» та «Організація технічної експлуатації РЛС...» обсягом приблизно в 240, 60 і 80 навчальних годин відповідно. Але для цього необхідно відкрити відповідні спеціалізації в підготовці курсантів, що може бути зроблене тільки за умови підготовки хоча б однієї групи чисельністю в 12...15 осіб. При темпах надходження до військ нових та модернізованих РЛС по 5...10 одиниць за рік (притому різних типів) доцільність відкриття таких спеціалізацій виникне не менше ніж через 10...15 років. На сьогодні в ХНУПС вивчення курсантами нових та модернізованих РЛС обмежене ознайомчими курсами обсягом у 8...10 годин, чого явно недостатньо для повноцінної підготовки фахівців для нової техніки. Тобто фахівці з експлуатації нових та модернізованих РЛС, які б мали глибоку теоретичну підготовку і тверді практичні навички, на сьогодні відсутні. Тому при призначенні офіцера на посаду начальника зразка необхідно дати йому допідготовку або на базі підприємства-виробника або надати стажування в тих підрозділах, де уже розгорнуті нові РЛС. Доцільно також періодично проводити збори начальників нових зразків в одному з підрозділів.

Відбір особового складу операторів слід здійснювати серед осіб, які мають певні навички користувачів персональними комп'ютерами.

## **Висновки**

1. Мініатюризація елементної бази та бурхливий розвиток інформаційних технологій значною мірою вплинули на принципи побудови сучасних та перспективних РЛС, їх склад, структуру і висунули нові вимоги до організації їх технічної експлуатації, ремонту і підготовки осіб бойової обслуги.

2. За принципами побудови сучасні та перспективні РЛС більшою мірою є програмним продуктом, аніж апаратним. В них майже відсутні механічні елементи керування та настроювання, а керування режимами роботи сучасних РЛС та спряжених з ними систем здійснюється програмно-командним способом через інтерфейс ПЕОМ.

3. В технічному обслуговуванні нових та перспективних РЛС на відміну від РЛС попередніх поколінь зникає потреба в таких видах технічного, як ТО-1 та ТО-2 з одночасним спрощенням проведення контрольного огляду та щоденного технічного обслуговування. В той же час значно ускладнюється проведення сезонного та регламентованого обслуговування, оскільки вимагає спеціальних знань та високої кваліфікації.

4. Існуюча система військового ремонту ОБТ РТВ, за частковим винятком механічних майстерень, не пристосована для проведення відновлювальних робіт на сучасних і перспективних РЛС. Ма-

теріальну основу перспективної системи військового ремонту нового парку ОБТ РТВ повинні становити мобільні та пересувні радіомайстерні, які мають бути розроблені заводом-виробником для кожного типу ОБТ з урахуванням його технології виготовлення.

5. З надходженням на озброєння нової техніки назріло питання про авторський та технічний нагляд з боку підприємств-виробників за процесом експлуатації РЕТ, яка виробляється (модернізується) в Україні, та фірмове обслуговування ними зразків ОБТ протягом усього життєвого циклу, яке є характерним для армій більшості країн світу.

6. В організації тактико-спеціальної і технічної підготовки особового складу обслуг нових та модернізованих РЛС необхідно реалізувати систематичне вивчення, як апаратної частини РЛС, так і її програмного забезпечення, а також принципів її бойового застосування та технічної експлуатації через детальне освоєння інтерфейсу АРМ.

## Список літератури

1. Кузнецов С.Н. Встраиваемые системы для военных и космических применений / С.Н. Кузнецов // Компьютерная неделя. – 2000. – № 18.
2. Рыбаков А.Н. Открытые компьютерные COTS-технологии в военных приложениях / А.Н. Рыбаков // Открытые Системы. СУБД. – 2000. – № 4.
3. Рябов Б. Новый облик радиолокации ПВО / Б. Рябов // Воздушно-Космическая Оборона. – 2001. – № 1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа до журн.: <http://www.vko.ru>.
4. Украинские радары нового поколения // Defense express. – 2016 [Электронный ресурс]. – Режим доступа до журн.: <https://defence-ua.com/index.php/statti/1792>.
5. Руководство войсковым ремонтным органам радиотехнических войск Противовоздушной Обороны (РВРО-84). – М.: Воениздат, 1985. – 78 с.
6. Олейников Л.Ф. Эксплуатация и ремонт вооружения и военной техники радиотехнических войск ПВО на этапе перевооружения / Л.Ф. Олейников. – М.: Воениздат, 1991. – 175 с.
7. ГОСТ В 15.306-79. СРПП ВТ. Обязательства гарантийные. Основные положения. – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 16 с.
8. Тимчасове керівництво з організації технічної експлуатації та ремонту радіоелектронної техніки радіотехнічних військ Повітряних Сил Збройних Сил України. – Вінниця: КПС, 2010. – 285 с.

## References

1. Kuznetsov, S.N. (2000), "Vstraivayemyye sistemy dlya voyennykh i kosmicheskikh primeneniyy" [Embedded systems for military and space applications], *PC Week/RE*, No. 18.
2. Rybakov, A.N. (2000), "Otkrytyye komp'yuternyye COTS-tehnologii v voyennykh prilozheniyakh" [Open computer COTS technologies in military applications], *Open Systems Publications. DBMS*, No. 4.
3. Ryabov, B. (2001), "Novyy oblik radiolokatsii PVO" [New appearance of air defense radiolocation], *Aerospace Defense*, No. 1, <https://defence-ua.com/index.php/statti/1792>.
4. (2016), "Ukrainskiye radary novogo pokoleniya" [Ukrainian radars of new generation], *Defense express*, <https://defence-ua.com/index.php/statti/1792>.
5. (1985), "Rukovodstvo voyskovym remontnym organam radiotekhnicheskikh voysk Protivovozdushnoy Oborony (RVRO-84)" [Manual of the military repair units of the radio-technical troops of the Air Defense (RVRO-84)], Military Publishing House, Moscow, 78 p.
6. Oleynikov, L.F. (1991), "Ekspluatatsiya i remont vooruzheniya i voyennoy tekhniki radiotekhnicheskikh voysk PVO na etape perevooruzheniya" [Exploitation and repair of weapons and military equipment of radio-technical air defense forces at the rearmament stage], Military Publishing House, Moscow, 175 p.
7. (1980), "GOST V 15.306-79. SRPP VT. Obyazatel'stva garantiynyye. Osnovnyye polozheniya" [GOST at 15.306-79. SRPP VT. Guarantee obligations. Basic Provisions], Publishing Standards, Moscow, 16 p.
8. (2010), "Tymchasove kerivnytstvo z orhanizatsiyi tekhnichnoyi ekspluatatsiyi ta remontu radioelektronnoyi tekhniki radiotekhnichnykh viys'k Povitryanykh Syl Zbroynykh Syl Ukrayiny" [Temporary guidance on the organization of technical operation and repair of radio-electronic equipment of radio troops of the Air Forces of the Armed Forces of Ukraine], KPS, Vinnitsa, 285 p.

**Відомості про авторів:**

**Климченко Василь Йонович**

кандидат технічних наук доцент  
провідний науковий співробітник  
Харківського національного університету  
Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,  
Харків, Україна  
<https://orcid.org/0000-0003-3999-8130>  
e-mail: vasklim@i.ua

**Арасланов Михайло Рімович**

кандидат технічних наук старший науковий співробітник  
старший науковий співробітник  
Харківського національного університету  
Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,  
Харків, Україна  
<https://orcid.org/0000-0002-8911-0470>  
e-mail: armiri@ukr.net

**Тютюнник Владислав Олександрович**

кандидат технічних наук старший науковий співробітник  
начальник НДВ Харківського національного  
університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,  
Харків, Україна  
<https://orcid.org/0000-0002-7766-3246>  
e-mail: tvlad1970@gmail.com

**Саваткова Алла Андріївна**

науковий співробітник  
Харківського національного університету  
Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна  
<https://orcid.org/0000-0003-4590-6618>  
e-mail: alych57@ukr.net

**Information about authors:**

**Vasyl Klimchenko**

Candidate of Technical Sciences Senior Lecturer  
Lead Researcher Associate  
of Ivan Kozhedub Kharkiv  
National Air Force University,  
Kharkiv, Ukraine  
<https://orcid.org/0000-0003-3999-8130>  
e-mail: vasklim@i.ua

**Mikhail Araslanov**

Candidate of Technical Sciences Senior Research  
Senior Research Associate  
of Ivan Kozhedub Kharkiv  
National Air Force University,  
Kharkiv, Ukraine  
<https://orcid.org/0000-0002-8911-0470>  
e-mail: armiri@ukr.net

**Vladislav Tyutyunnik**

Candidate of Technical Sciences Senior Research  
Chief of Scientific Research Department  
of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University,  
Kharkiv, Ukraine  
<https://orcid.org/0000-0002-7766-3246>  
e-mail: tvlad1970@gmail.com

**Alla Savatkova**

Research Associate of Ivan Kozhedub Kharkiv  
National Air Force University,  
Kharkiv, Ukraine  
<https://orcid.org/0000-0003-4590-6618>  
e-mail: alych57@ukr.net

**ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ  
В РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ ВОЙСКАХ НА ЭТАПЕ ПЕРЕВООРУЖЕНИЯ**

В.И. Климченко, М.Р. Арасланов, В.А. Тютюнник, А.А. Саваткова

*Рассматриваются особенности эксплуатации и ремонта радиоэлектронной техники (РЭТ) в частях и подразделениях РТВ на основании опыта использования новых и модернизируемых средств радиолокации. С учетом схемно-конструктивных особенностей современных и перспективных РЛС формулируются общие принципы в организации их технического обслуживания и ремонта, особенности взаимоотношений частей и представителей промышленности (монтажных организаций) во время развертывания, введения в действие и эксплуатации новых образцов ВВТ РТВ, а также особенности подготовки личного состава боевых расчетов РЛС на этапе перевооружения.*

**Ключевые слова:** радиолокационные станции, направления развития, эксплуатация, модернизация, перспективы, техническое обслуживание.

**FEATURES OF EXPLOITATION OF RADIO ELECTRONIC TECHNIQUE  
IN RADIO ENGINEERING TROOPS ON THE STAGE OF REARMAMENT**

V. Klimchenko, M. Araslanov, V. Tyutyunnik, A. Savatkova

*The features of exploitation and repair of radio electronic technique (RET) are examined in parts and subdivisions of the radio-technical troops on the basis of experience of the use of new and modernized facilities of radio-location. Taking into account the circuit design features of modern and advanced radar stations, general principles are formulated in the organization of their maintenance and repair, features of relations between parts and representatives of industry (assembly organizations) during the deployment, commissioning and operation of new models of weapons and military equipment) the radio-technical troops, as well as peculiarities of personnel training of radar service at the stage of rearmament. It is proved that the existing system of military repair of armaments and military equipment of radio-technical troops, with the partial exception of mechanical workshops, is not adapted to carry out reconstruction works on modern and advanced radar. The material basis for a promising system of military repair of a new fleet of weapons and military equipment of radio-technical troops should be mobile and mobile radio workshops to be developed by the manufacturer for each type of armament and military equipment, taking into account its manufacturing technology. It is argued that with the introduction of new equipment, became a question of author's and technical supervision on the part of enterprises-producers under the process of exploiting radio-electronic equipment manufactured (upgraded) in Ukraine and the firm maintenance of samples of weapons and military equipment for the whole life, which is typical of the armies of most countries of the world.*

**Keywords:** radar stations, directions of development, exploitation, modernization, prospects, technical service.