Зв'язок, радіотехніка, радіолокація, акустика та навігація

УДК 621.396.96

DOI: 10.30748/zhups.2020.64.13

Г.Г. Камалтинов, О.М. Колеснік

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

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ КОНТРОЛЮ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ

Україна залишається однією з десяти держав, здатних виробляти радіолокатори по замкнутому циклу. Продукція військово-промислового комплексу України у галузі радіолокації має гарну репутацію в світі. Знання світових тенденцій розвитку тих чи інших систем озброєнь є необхідною умовою для правильного вибору шляхів та напрямків розвитку аналогічних систем для Збройних Сил своєї країни. Означений підхід є особливо важливим при визначенні напрямків розвитку таких складних систем озброєння, якими є радіолокаційні засоби контролю повітряного простору. Проаналізовано тенденції розвитку оглядових радарів та засобів контролю повітряного простору на прикладах вітчизняних розробок та розробок країн колишнього СРСР, Китаю та США на основі рекламних матеріалів, каталогів компаній - розробників, каталогів та існуючих зразків радіолокаторів, які представлялися на міжнародних виставках. Визначено основні напрямки вдосконалення РЛС. Зазначені основні тенденції розвитку РЛС у наступних областях. Використання декількох частотних діапазонів випромінювання та прийому сигналів, розширення діапазонів, перехід в міжнародно визначений діапазон для військового використання. Досягнення нових функціональних можливостей РЛС та уніфікації за рахунок глибокої модернізації, введення додаткових режимів, комплексування та дистанційного керування. Удосконалення конструкції РЛС або окремих конструктивних елементів, використання передових технологій у побудові антен, вузлів та систем РЛС, покращення експлуатаційних характеристик. Втілення нових методів та алгоритмів обробки сигналів. Для кожного напрямку наводяться приклади нових вітчизняних розробок та найхарактерніші зарубіжні радіолокаційні засоби. Обговорюються переваги технічних рішень. Стаття містить такі висновки. Оглядові радіолокаційні засоби та РЛС контролю повітряного простору знаходять свій розвиток у нових та модернізованих зразках у більшості країн, які спроможні організовувати розробку та виготовлення засобів радіолокації за замкнутим циклом. Завдяки використанню нових технологій та збереженню традиційних підходів суттєво змінюється як зовнішній вигляд РЛС, так і їх функціональні можливості. Нові та модернізовані РЛС українського виробництва не поступаються закордонним аналогам ні за тактико-технічними характеристиками, ні за технологіями, які використовуються під час побудови. Розробка тактико-технічних вимог до нових та РЛС, які модернізуються, повинна здійснюватися з урахуванням світових тенденцій розвитку радіолокаційні засобів, які мають постійно вивчатися та систематизуватися.

Ключові слова: тенденції розвитку, оглядові радіолокаційні станції, функціональні можливості, модернізація та розробка РЛС.

Вступ

Постановка проблеми. Україна залишається однією з десяти держав, здатних виробляти радіолокатори по замкнутому циклу. Причому різного призначення, класу, різних діапазонів хвиль, і цей спектр радіолокаційних засобів розширюється. Продукція військово-промислового комплексу України у галузі радіолокації має гарну репутацію в світі. Варто відзначити, що за останні 10 років Україна продала за кордон більше локаторів, ніж РФ - наш традиційний конкурент на цьому ринку [1–2].

Знання світових тенденцій розвитку тих чи інших систем озброєнь є необхідною умовою для пра-

вильного вибору шляхів та напрямків розвитку аналогічних систем для Збройних Сил своєї країни. Означений підхід є особливо важливим при визначенні напрямків розвитку таких складних систем озброєння, якими є радіолокаційні засоби контролю повітряного простору.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналізу напрямків розвитку систем протиповітряної оборони і управління повітряним рухом та їх складових присвячений ряд останніх публікацій [3–4]. Перспективи розвитку радіолокаційних станцій різних класів (бортових, системи ПРО, багатофункціональних) збройних сил іноземних держав визначені

у [4–5]. В означених роботах розглядаються основні тенденції систем активної та пасивної локації, розвиток методів багатопозиційної і так званої “нетрадиційної” локації, систем дальнього радіолокаційного виявлення та попередження. Тенденціям розвитку засобів оглядової локації, які знаходяться на озброєнні радіотехнічних військ та систем контролю повітряного простору інших країн, особливо у країнах ближнього зарубіжжя та Китаю, при цьому приділяється недостатньо уваги. Однак у цих країнах завдяки багатим традиціям розвитку радіолокаційної техніки та різноманітності підходів спостерігається бурхливий розвиток радіолокаційних засобів оглядової радіолокації та контролю повітряного простору. Слід визначити також, що Україна у цьому знаходиться у числі лідерів та носіїв передових технологій.

Метою цієї статті є аналіз тенденції розвитку саме оглядових радіолокаційних засобів та РЛС контролю повітряного простору на прикладах вітчизняних розробок та розробок країн колишнього СРСР, Китаю та США.

Виклад основного матеріалу

Найбільш ярко тенденції розвитку радіолокаційних засобів проявляються у рекламних матеріалах та каталогах фірм-розробників та каталогів і діючих зразків РЛС, які представляються на міжнародних виставках озброєння [6–9].

За публікаціями останніх років та рекламними матеріалами виробників можна визначити основні тенденції розвитку за наступними напрямками:

1. Використання декількох частотних діапазонів випромінювання та прийому сигналів, розширення діапазонів, перехід в міжнародно визначений діапазон для військового використання.

2. Досягнення нових функціональних можливостей РЛС та уніфікації за рахунок глибокої модернізації, введення додаткових режимів, комплексування та дистанційного керування.

3. Удосконалення конструкції РЛС або окремих конструктивних елементів, використання передових технологій у побудові антен, вузлів та систем РЛС, покращення експлуатаційних характеристик.

4. Втілення нових методів та алгоритмів обробки сигналів.

Розглянемо ці напрямки детальніше на прикладі конкретних РЛС та країн-розробників.

Стосовно використання частотних діапазонів випромінювання та прийому сигналів можливо навести наступні приклади.

1. Спостерігається чітка тенденція продовження розвитку РЛС метрового діапазону довжин хвиль (“Ніобій”-55Ж6УМЕ, П-18-2, “Небо-СВУ” - 1Л119 – Росія, “Малахіт-М”, МР-1, П-18Э, П-18S, “Бірюза” – Україна, JY- 27, JY- 27a, YLC -8, YLC -4

– Китай, П-18Р, “Восток” – Білорусь). Цей діапазон активно використовується завдяки його перевагам, По-перше – більш висока стійкість до ураження протирадіолокаційними ракетами, тому що при роботі РЛС підсвічують навколо себе велику ділянку, що знижує точність поразки. Друге – складно ставити перешкоду в усьому цьому діапазоні. Третє – РЛС метрового діапазону здатні виявляти літаки, створені із застосуванням технології “стелс” [2–10].

2. Розширені межі використання метрового діапазону у порівнянні з традиційним (МР-1 , JY- 27a – до 240 – 390 МГц) (рис. 1).

Рис. 1. РЛС JY- 27aJY- 27a

3. У розробках останніх років почав активно використовуватися L діапазонхвиль (23 см) – “MARS-L”, 59Н6-Е “Противник-ГЕ”. У зв’язку з конверсією радіочастотного ресурсу діапазон, в якому працювали багато станції ППО (35 см), переданий користувачам мобільного зв’язку. Діапазон 23 см привабливий також тим, що в ньому працюють цивільні РЛС управління повітряним рухом та дозволяє на одній антені інтегрувати активну первинну, і вторинну РЛС, яка працює в близькому діапазоні вторинної локації. Подібні вироби дуже затребувані в світі, оскільки в режимі RBS здійснюється управління повітряним рухом.

4. Створені двохдіапазонні РЛС з об’єднаною антеною системою (JY-26 – сантиметровий-дециметровий, “Ніобій” - метровий - дециметровий) (рис. 2). За рахунок другого діапазону в РЛС метрового діапазону таким чином вводиться висотомірний канал та підвищується завадозахищеність. За рахунок двох розгорнутих на 180° відносно одна одної антен темп огляду збільшується у 2 рази [11–12].

Другий напрямок – досягнення нових функціональних можливостей РЛС та уніфікації в оглядових РЛС забезпечується за рахунок глибокої модернізації, введення додаткових режимів, комплексування та дистанційного керування.

Наприклад, введення в усі вітчизняні приймачів системи ADS-B дозволяє не тільки виявляти і супроводжувати літаки, обладнані бортовими відповідачами системи автоматичного залежного спостереження, отримувати їх висоту, бортовий номер але і використовувати цю інформацію для юстирування РЛС. Розширення діапазону кутів місця (80К6Т, 35Д6М) дозволяє забезпечувати виявлення висотних цілей та оперативно-тактичних ракет та використовувати РЛС у системах тактичної ПРО.

Моніторинг радіоелектронної обстановки у смузі робочих частот РЛС та відображення його результатів на АРМ (“Бірюза”; П-18МА), введення режимів концентрації енергії (80К6Т, 35Д6М) для ведення “силової” боротьби дозволяє підвистити можливості ведення розвідки в умовах РЕБ.

Дистанційне керування з вмиканням-вимиканням РЛС забезпечує можливість мережецентричного управління (“Бірюза”, 35Д6М). Вбудовування метеоканалів в РЛС S діапазону (80К6, 35Д6М) також розширює функціональні можливості РЛС.

Рис. 2. РЛС “Ніобій” (55Ж6УМЕ)

Прийом інформації від двох зовнішніх радіолокаційних джерел, які здатні видавати трасову інформацію про ПО, та мультирадарна (третинна) обробка РЛП, отриманої не менше, ніж від двох зовнішніх джерел (П-18МА, 5Н84МА) з динамічним формуванням адресів джерел і споживачів інформації дозволяють використовувати РЛС як командний пункт нижчої ланки управління.

Яскравим прикладом глибокої модернізації з суттєвим розширенням функціональних можливостей може бути американська РЛС AN/TPS-80 (G/ATOR) (Northrop Grumman Electronic Systems) (рис. 3) – трикоординатна РЛС S-діапазону з активною фазованою антенною решіткою [11–12].

Рис. 3. РЛС AN/TPS-80

Вона виконана у вигляді трьох компонентів на колісних шасі. Це “група радіолокаційного обладнання” (REG), “група комунікаційного оснащення” (CEG) і система енергопостачання REG.

Перша версія проекту AN / TPS-80 Block I пропонує РЛС, призначену для спостереження за повітряною обстановкою і забезпечення бойової роботи у системі ППО. Модифікація Block II додає функцію Ground Locating Weapons Radar (GLWR) і дозволяє вести розвідку артилерії противника. Режим GLWR забезпечує пошук мінометних мін, артилерійських снарядів і некерованих ракет на дистанції до 70 км.

У модифікації Block III передбачається оновлення апаратури з отриманням можливості спостереження за наземними об'єктами. Наступний проект AN/TPS-80 Block IV введе режим Expeditionary Airport Surveillance Radar і зробить з G/ATOR станцію для контролю повітряного простору. Взаємодіючи з зенітними комплексами, артилерією, авіацією і т.д., нові радіолокаційні станції зможуть забезпечити захист військ і баз від авіаційних та артилерійських нальотів. При цьому організація оборони спрощується за рахунок використання всього однієї багатофункціональної РЛС замість декількох старіших систем.

Третій напрямок – удосконалення конструкції РЛС, використання передових технологій у побудові антен, вузлів та систем РЛС характеризується наступним:

- суміщенням на одній антені первинного та вторинного каналів (“MARS-L”) (рис. 4);

- розміщенням у РЛС метрового діапазону антени запитувача системи державного впізнавання на одному обертовому пристрої з основною антенною (П-18-2, Ю-27) (рис. 5). Раніше антена запитувача розміщувалася поряд з РЛС, або використовувався автономний запитувач;

- розміщенням РЛС метрового діапазону на одній транспортній одиниці (МР-1, П-18-2, “Малахіт-М”) (рис. 6) з суттєвим скороченням часу згортання-розгортання до одиниць хвилин;

- відмова від магнітних та вакуумних високочастотних модуляторів у передавачах (ПРВ-16МА, ПРВ-13М4) та заміна їх на тирісторно-транзисторні модулі;

Рис. 4. РЛС "MARS-L"

– використанням нетрадиційних випромінювачів у антенних системах (антена Татарінова замість хвильового каналу – РЛС AMBER-1800 (рис. 7), Ш - хвилеводів 80K6C1);

Рис. 5. РЛС JY-27

– переходом на твердотільні передавачі не тільки у метровому діапазоні довжин хвиль, а також і у дециметровому (L) – "MARS-L", 59H6-E "Противник-ГЕ" та сантиметровому (S) – 80K6T, 80K6C1, JY-11B, 48Я6-K1 – Подлет-K1. Це викликано високою їх експлуатаційною надійністю та зниженням вартості експлуатації;

– переходом на мультисистемні ("Пароль" та Mk-XII) запитувачі;

– автоматичним (напівавтоматичним) горизонтуванням, орієнтуванням та юстируванням РЛС (MP-1, ПРВ-16МА, 80K6T).

Прикладами втілення нових методів та алгоритмів обробки сигналів є:

– використання аналого-цифрового перетворювання та формування зондуючих сигналів безпосередньо на несучій частоті "Небо-СВУ", "Бірюза", випромінювання багаточастотних зондуючих сигналів з різними законами модуляції у одному періоді випромінювання ("Бірюза");

Рис. 6. РЛС MP-1 та "Малахіт-М"

Рис. 7. РЛС "AMBER-1800"

– модульність побудови, універсальність обробки сигналів, реалізація принципу: формувач (комп'ютер) – підсилювач потужності – антена ("Бірюза");

– використання активних ФАР на транзисторних палетах на основі нітриду галію – 80K6T (рис.8), прохідних антенних решіток – 80K6 [6, 10, 15];

– використання кільцевих фазованих антенних решіток ("Роса-РБ", YLC-18 (КНР), "Бісквіт-КБ") [13-15] з нерухомою антеною, які відкривають широкі можливості щодо адаптивного формування діаграми направленості антен, забезпечення зони огляду РЛС відповідно до поточної обстановки без механічного обертання антенної системи. Відсутність механічного обертання антени підвищує експлуатаційну надійність РЛС, спрощує обслуговування, забезпечує можливості щодо гнучкого управління режимами огляду простору та відкриває перспективи щодо розширення функціональності РЛС.

Як РЛС контрбатарейної боротьби малої дальності, не обслуговані РЛС на вежах з дальністю виявлення маловисотних цілей до 60...90 км, малогабаритні високорухомі РЛС на автомобілі типу "Козак" для виявлення надводних цілей на приморських напрямках або нарощування радіолокаційного поля виявлення мало висотних цілей. Таки РЛС можуть також використовуватися для охорони поодиноких важливих об'єктів та охорони протяжної ділянки повітряного кордону, створення смуг попередження про мало висотні цілі.

Рис. 8. РЛС 80K6T

Висновки

1. Оглядом радіолокаційні засоби та РЛС контролю повітряного простору знаходять свій розвиток у нових та модернізованих зразках у більшості країн, які спроможні організовувати розробку та виготовлення засобів радіолокації за замкнутим циклом.

2. Завдяки використанню нових технологій та збереженню традиційних підходів суттєво змінюється як зовнішній вигляд РЛС, так і їх функціональні можливості.

3. Нові та модернізовані РЛС українського виробництва не поступаються закордонним аналогам ні за тактико-технічними характеристиками, ні за технологіями, які використовуються під час побудови.

4. Розробка тактико-технічних вимог до нових та РЛС, які модернізуються, повинна здійснюватися з урахуванням світових тенденцій розвитку радіолокаційні засобів, які мають постійно вивчатися та систематизуватися.

Список літератури

1. Аналіз науково-технічного супроводження розвитку озброєння та військової техніки РТВ / Д.А. Гриб, Г.Г. Камалтинов, В.Й. Климченко, В.О. Тютюнник // Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. – 2017. – № 5(54). – С. 33-37.
2. Напрямки розвитку радіолокаційних засобів розвідки та контролю повітряного простору / О.В. Белавін, В.Й. Климченко, Г.Г. Камалтинов, О.С. Маляренко // Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. – 2014. – № 3(40). – С. 47-52.
3. Світові тенденції розвитку радіолокаційних засобів контролю повітряного простору / О.В. Белавін, В.Й. Климченко, Г.Г. Камалтинов, О.С. Маляренко // Наука і оборона. – 2015. – № 1. – С. 48-53.
4. Крылов Е. Перспективы развития радиолокационных станций вооружённых сил иностранных государств / Е. Крылов // Зарубежное военное обозрение. – 2018. – № 2. – С. 37-40.
5. Деякі аспекти можливого використання авіаційних комплексів дальнього радіолокаційного виявлення і управління в Збройних Силах України / Д.А. Гриб, В.Й. Климченко, Г.Г. Камалтинов, О.М. Колесник, С.П. Лещенко // Наука і оборона. – 2013. – № 1. – С. 64-72.
6. UkrOboronProm RADAR, RADIO COMMUNICATION AND AIR DEFENCE SYSTEMS // CATALOGUE. – 2019. – 1 CD-ROM.
7. XIV Міжнародна спеціалізована виставка “Зброя та безпека-2017” / Офіційний каталог. – К.: Міжнародний виставковий центр, 2017. – 1 CD-ROM.
8. XV Міжнародна спеціалізована виставка “Зброя та безпека-2018” / Офіційний каталог. – К.: Міжнародний виставковий центр, 2018. – 1 CD-ROM.
9. XVI Міжнародна спеціалізована виставка “Зброя та безпека-2019” / Офіційний каталог. – К.: Міжнародний виставковий центр, 2019. – 1 CD-ROM.
10. Radar 90K6E New Development of “SPS “ISKRA” // DEFENSE EXPRESS. – 2019. – № 10. – С. 44-45.
11. Multi functional radar // DEFENSE EXPRESS. – 2019. – № 10. – С. 44.
12. Рябов К. Многофункциональная радиолокационная станция AN/TPS-80 Ground/Air Task-Oriented Radar [Електронний ресурс] / К. Рябов. – 2019. – Режим доступу: <http://integral-russia.ru/2019/06/24/mnogofunktsionalnaya-radiolokatsionnaya-stantsiya-an-tps-80-ground-air-task-oriented-radar/>.
13. Линник С. Совершенствование системы ПВО КНР на фоне стратегического соперничества с США [Електронний ресурс] / С. Линник. – Режим доступу: <https://topwar.ru/152498-sovershenstvovanie-sistemy-pvo-knr-na-fone-strategicheskogo-sopernichestva-s-ssha-chast-1.html>.
14. Yildirim Egemen. Development of an L Band Cylindrical Phased Array / Yildirim Egemen Ercil Erdinc // IEEE International Symposium on Phased Array Systems and Technology. – Waltham, MA, USA. – 2013. – P. 746-751.
15. Тютюнник В.О. Перспективи впровадження кільцевих антенних решіток в РЛС виявлення повітряних та надводних цілей / В.О. Тютюнник, Г.Г. Камалтинов // Тези доповідей VII Міжнародній науково-практичній конференції “Проблеми координації військово-технічної та оборонно-промислової політики в Україні. Перспективи розвитку озброєння та військової техніки”. – К.: ЦНДІ ОБТ, 2019. – С. 329.

References

1. Hryb, D.A., Kamaltinov, H.H., Klimchenko, V.Y. and Tyutyunnyk, V.O. (2017), “Analiz naukovo-tekhnichnoho suprovodzhennya rozvytku ozbroynnya ta viys'kovoyi tekhniki RTV” [Analysis of scientific and technical support for the development of RTV arms and military equipment], *Scientific Works of Kharkiv National Air Force University*, No. 5(54), pp. 33-37.
2. Byelavin, O.V., Klimchenko, V.Y., Kamaltinov, H.H., and Malyarenko, O.S. (2014), “Napryamky rozvytku radiolokatsiynikh zasobiv rozvidky ta kontrolyu povitryanoho prostoru” [Directions for the development of radar intelligence and airspace control], *Scientific Works of Kharkiv National Air Force University*, No. 3(40), pp. 47-52.
3. Byelavin, O.V., Klimchenko, V.Y., Kamaltinov, H.H. and Malyarenko, O.S. (2015), “Napryamky rozvytku radiolokatsiynikh zasobiv rozvidky ta kontrolyu povitryanoho prostoru” [Directions for the development of radar intelligence and airspace control], *Science and Defense*, No. 1, pp. 48-53.

4. Krylov, E. (2018), "Perspektyvy rozvytku radiolokatsiynykh stantsiy zbroynykh syl inozemnykh derzhav" [Prospects for the development of radar stations of the armed forces of foreign states], *Foreign Military Review*, No. 2, pp. 37-43.
5. Hryb, D.A., Klymchenko, V.Y., Kamaltynov, H.H., Kolesnyk, O.M. and Leshchenko, S.P. (2013), "Deyaki aspekty mozhlyvoho vykorystannya aviatsiynykh kompleksiv dal'n'oho radiolokatsiynoho vyavleniya i upravlinnya v Zbroynykh Sylakh Ukrainy" [Some aspects of the possible use of long-range radar detection and control aviation complexes in the Armed Forces of Ukraine], *Science and Defense*, No. 1, pp. 64-72.
6. UkrOboronProm (2019), Radar, *Radio Communication And Air Defence Systems. Catalogue*, 1 CD-ROM.
7. International Exhibition Center (2017), XIV International Specialized Exhibition "Weapons and Security 2017", Official Catalog, Kyiv, International Exhibition Center, 1 CD-ROM.
8. International Exhibition Center (2018), XV International Specialized Exhibition "Weapons and Security 2018", Official Catalog, Kyiv, International Exhibition Center, 1 CD-ROM.
9. International Exhibition Center (2019), XVI International Specialized Exhibition "Weapons and Security 2019", Official Catalog, Kyiv, International Exhibition Center, 1 CD-ROM.
10. Defense Epress (2019), *Radar 90K6E New Development of "SPS "ISKRA"*, Kyiv, No. 10, pp. 44-45.
11. Defense Epress (2019), *Multi functional radar*, Kyiv, No. 10, p. 44.
12. Ryabov, K. (2019), "Bahatofunktsional'na radiolokatsiyna stantsiya AN / TPS-80" [Multifunction AN / TPS-80], available at: www.integral-russia.ru/2019/06/24/mnogofunktsionalnaya-radiolokatsionnaya-stantsiya-an-tps-80-ground-air-task-oriented-radar/.
13. Linnik, S. (2019), "Sovershenstvovaniye sistemy PVO KNR na fone strategicheskogo sopernichestva s SSHA" [Improving the air defense system of the PRC against the backdrop of strategic rivalry with the United States], available at: [//topwar.ru/152498-sovershenstvovanie-sistemy-pvo-knr-na-fone-strategicheskogo-sopernichestva-s-ssha-chast-1.html](http://topwar.ru/152498-sovershenstvovanie-sistemy-pvo-knr-na-fone-strategicheskogo-sopernichestva-s-ssha-chast-1.html)
14. Yildirim, Egemen and Ercil, Erdinc (2013), Development of an L Band Cylindrical Phased Array, *IEEE International Symposium on Phased Array Systems and Technology*, MA, USA, Waltham pp. 746-751.
15. Tyutyunnyk, V.O. and Kamaltynov, H.H. (2019), "Perspektyvy Vprovadzhennya kil'tsevykh anteny reshitokv RLSV vyavleniya povitryanykh tanadvodnykhtsiley" [Prospects for the implementation of annular antenna arrays in radar detection of air and surface targets], *Abstracts of the VII International Scientific and Practical Conference "Problems of coordination of military-technical and defense-industrial development in Ukraine. Prospects weapons and military equipment"*, CNII OVT, Kyiv, pp. 329.

Надійшла до редколегії 30.03.20

Схвалена до друку 14.04.20

Відомості про авторів:**Камалтинов Геннадій Григорович**

кандидат технічних наук старший науковий співробітник
 провідний науковий співробітник
 Харківського національного університету
 Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,
 Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-1449-5230>

Колесник Олександр Миколайович

кандидат технічних наук старший науковий співробітник
 начальник кафедри
 Харківського національного університету
 Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,
 Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-8213-017X>

Information about the authors:**Gennadij Kamaltynov**

Candidate of Technical Sciences Senior Research
 Lead Research
 of Ivan Kozhedub Kharkiv
 National Air Force University,
 Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-1449-5230>

Oleksandr Kolesnik

Candidate of Technical Sciences Senior Research
 Head of Department
 of Ivan Kozhedub Kharkiv
 National Air Force University,
 Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-8213-017X>

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА

Г.Г. Камалтинов, А.Н. Колесник

Украина остается одной из десяти стран, способных производить радиолокаторы по замкнутому циклу. Оружие и комплекс Украины в области радиолокации имеет хорошую репутацию в мире. Знание мировых тенденций развития тех или иных систем вооружений является необходимым условием для правильного выбора путей и направлений развития аналогичных систем для Вооруженных Сил своей страны. Указанный подход является особенно важным при определении направлений развития таких сложных систем вооружения, которыми являются радиолокационные средства контроля воздушного пространства. Проанализированы тенденции развития обзорных радаров и средств контроля воздушного пространства на примерах отечественных разработок и разработок стран бывшего СССР, Китая и США

на основе рекламных материалов, каталогов компаний - разработчиков, каталогов и существующих образцов радиолокаторов, которые представлялись на международных выставках. Определены основные направления совершенствования РЛС. Указанные основные тенденции развития РЛС в следующих областях. Использование нескольких частотных диапазонов излучения и приема сигналов, расширение диапазонов, переход в международно определенный диапазон для военного использования. Достижение новых функциональных возможностей РЛС и унификации за счет глубокой модернизации, введение дополнительных режимов, комплексирования и дистанционного управления. Усовершенствование конструкции РЛС отдельных конструктивных элементов, использование передовых технологий в построении антенн, узлов и систем РЛС, улучшение эксплуатационных характеристик. Внедрение новых методов и алгоритмов обработки сигналов. Для каждого направления приводятся примеры новых отечественных разработок и характерные зарубежные радиолокационные средства. Обсуждаются преимущества технических решений. Статья содержит следующие выводы. Обзорные радиолокационные средства и РЛС контроля воздушного пространства находят свое развитие в новых и модернизированных образцах в большинстве стран, способных организовывать разработку и изготовление средств радиолокации по замкнутому циклу. Благодаря использованию новых технологий и сохранению традиционных подходов существенно меняется как внешний вид РЛС, так и их функциональные возможности. Новые и модернизированные РЛС украинского производства не уступают зарубежным аналогам ни по тактико-техническим характеристикам, ни по технологиям, которые используются при построении. Разработка тактико-технических требований к новым и РЛС, модернизируются, должна осуществляться с учетом мировых тенденций развития радиолокационных средств, должны постоянно изучаться и систематизировать.

Ключевые слова: тенденции развития, обзорные радиолокационные станции, функциональные возможности, модернизация и разработка РЛС.

TENDENCIES FOR THE DEVELOPMENT OF RADIATION AIRCRAFT CONTROLS

G. Kamaltynov, O. Kolesnik

Ukraine remains one of ten countries capable of producing closed-loop radars. The armament of the military-industrial complex of Ukraine in the field of radar has a good reputation in the world. Knowledge of world trends in the development of various weapons systems is a prerequisite for the correct choice of ways and directions for the development of similar systems for the Armed Forces of your country. This approach is especially important in determining the direction of development of such complex weapons systems, which are radar means of airspace control. The tendencies of development of survey radar and airspace control means are analyzed on the examples of domestic developments and developments of the countries of the former USSR, China and the USA on the basis of advertising materials, catalogs of companies - developers, catalogs and existing samples of radar that were displayed at international radars. The basic directions of radar improvement are determined. The main trends in the development of radar in the following areas are identified. The use of several frequency ranges of emission and reception of signals, the expansion of ranges, the transition to the international range, defined for military use. Achievement of new radar functionality and unification due to deep modernization, introduction of additional modes, integration and remote control. Improving the design of the radar and individual structural elements, the use of advanced technologies in the construction of antennas, components and systems of the radar, improving operational characteristics. The introduction of new methods and algorithms for signal processing. For each direction, examples of new domestic developments and the most characteristic foreign radar facilities are given. The advantages of technical decisions are discussed. The article contains the following conclusions. Surveillance radars and radars for airspace control are developing in new and modernized models in most countries, capable of organizing the development and manufacture of radar systems in a closed cycle. Thanks to the use of new technologies and the preservation of traditional approaches, both the appearance of the radar and their functionality are significantly changing. New and upgraded radars of Ukrainian production are not inferior to foreign counterparts either in terms of tactical and technical characteristics, or in the technologies used in the construction. The development of tactical and technical requirements for new radars and radars that are being modernized should be carried out taking into account global trends in the development of radar systems. Such trends should be constantly studied and systematized.

Keywords: development trends, radar observation stations, functionalities, modernization and radar development.