

О.Л. Кащишин<sup>1</sup>, К.С. Васюта<sup>1</sup>, О.А. Ківшар<sup>2</sup>, М.П. Долина<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

<sup>2</sup> Повітряне командування Повітряних Сил Збройних Сил України, Дніпро

## СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СИСТЕМ ПОСАДКИ

В роботі проводиться аналіз сучасного стану та перспектив розвитку радіолокаційних систем посадки, які стоять на озброєнні Збройних Сил України та збройних сил іноземних держав. Наводяться відомості щодо особливостей побудови сучасних радіолокаційних систем посадки, їх характеристики та конструкторські рішення. Розкриваються задачі, які покладені на радіолокаційні системи посадки. Висвітлюються перспективні напрямки розвитку посадкових радіолокаторів, шляхи їх розвитку та модернізації.

**Ключові слова:** радіотехнічне забезпечення, радіотехнічні системи забезпечення польотів, радіолокаційна система посадки, обладнання, повітряні судна.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Однією з найскладніших задач, які повинен виконувати пілот повітряного судна (ПвС) – є здійснення плавної та безпечної посадки ПвС. На етап заходу на посадку і саму посадку приходиться найбільший відсоток авіаційних подій.

Під час застосування авіації в антитерористичній операції було виявлено, що маневреність та швидкість літальних апаратів істотно підвищилась. З'явилась необхідність здійснювати зліт та посадку літаків парами (ланками). У зв'язку з швидким розвитком безпілотних літальних апаратів (БПЛА), які останнім часом широко застосовуються поблизу особливо важливих об'єктів, потрібно підвищувати контроль за льотним полем в районі аеродрому.

Аналіз авіаційних інцидентів, які відбулися під час виконання планових польотів за останні декілька місяців в Повітряних Силах Збройних Сил України, визначив необхідність забезпечення високого рівня безпеки польотів на етапі посадки польоту та впровадження більш жорстоких вимог до точності літаководіння, встановлення на аеродромах більш сучасних радіотехнічних засобів посадки.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У публікації [1] було проаналізовано особливості застосування озброєння та військової техніки на сході України під час проведення антитерористичної операції на сході України. У публікаціях [2–12] розглянуто сучасний стан та перспективи розвитку існуючих автоматизованих систем управління Повітряних Сил Збройних Сил України, системи зв'язку та радіотехнічного забезпечення польотів державної авіації, стан розвитку вітчизняних та іноземних радіолокаційних систем посадки.

**Метою статті** є аналіз сучасного стану та перспективи розвитку радіолокаційних систем посадки Збройних Сил України та іноземних держав.

### Виклад основного матеріалу

В сучасних умовах обстановки та під час проведення операції об'єднаних сил Повітряні Сили України є одним з головних носіїв бойового потенціалу Збройних Сил України. Цей високо маневрений вид Збройних Сил призначений для охорони повітряного простору держави, ураження з повітря об'єктів противника, авіаційної підтримки своїх військ (сил), висадки повітряних десантів, повітряного перевезення військ і матеріальних засобів та ведення повітряної розвідки.

Одним з специфічних видів оперативного (бойового) забезпечення бойових дій авіації є радіотехнічне забезпечення, яке являє собою комплекс заходів, спрямованих на своєчасне формування інформації про повітряну обстановку та видачі її на пункти управління і екіпажам повітряних суден та забезпечення їх навігації, зльоту та посадки. До складу радіотехнічного забезпечення входять радіолокаційне та радіосвітлотехнічне забезпечення.

Радіосвітлотехнічне забезпечення організується і здійснюється для вирішення завдань управління авіацією, літаководіння, цілевказування, взаємного розпізнавання авіації, зльоту та посадки повітряних суден в районі аеродрому.

Для радіолокаційного забезпечення управління польотами в ближній зоні посадки аеродрому застосовуються наступні типи РСП:

РСП-6М2 – системи, які побудовані за принципом двоконтактного застосування приймально-передавальної апаратури;

РСП-10МН, РСП-10МА – системи, які мають у своєму складі по одному комплекту приймально-передавальної апаратури.

Системи, що мають у своєму складі по два комплекти приймально-передавальної апаратури, мають більш високу надійність роботи, кращі характеристики

ки виявлення, більші кутові розміри зон дії і використовуються як основні системи посадки для основного аеродрому базування. Інші радіолокаційні системи за рахунок їх більш високої мобільності використовуються як основний засіб на аеродромах тимчасового базування та як резервний засіб на основних аеродромах. Усі типи РСР мають близькі характеристики.

ДРЛ:

–  $R_{\max} = 80$  км (ПАСС, СДЦ),  $R_{\max} = 150$  км (АКТ);

– імпульсна потужність передавача  $P_i = 200$  кВт (ПАСС, СДЦ),  $P_i = 2$  кВт (АКТ);

–  $\lambda = 35$  см;

– частотний діапазон перебудови – 50 МГц;

– тривалість зондуючих імпульсів – 2 мкс (ПАСС), 1 мкс (АКТ, СДЦ);

– розміри зон діаграм спрямованості у площині огляду – 2,5...3,5°.

ПРЛ:

–  $R_{\max} = 20$  км (ПАСС, СДЦ),  $R_{\max} = 40$  км (АКТ);

– імпульсна потужність передавача  $P_i = 70$  кВт (ПАСС, СДЦ, АКТ);

–  $\lambda = 3$  см;

– частотний діапазон перебудови – 400 МГц;

– тривалість зондуючих імпульсів – 0,45 мкс (ПАСС, АКТ, СДЦ);

– розміри зон діаграм спрямованості у площині огляду – 45...55°.

Система РСР-6М2 призначена для регулювання руху ПвС на дальніх та ближніх підходах до аеродрому посадки, а також для послідовного виведення літаків (поза видимістю землі) на злітно-посадкову смугу (ЗПС) і контролю за їх зниженням до висоти прийняття рішення 150...120 м в складних метеоумовах (СМУ) шляхом подачі команд через радіостанції зв'язку.

До складу апаратури РСР-6М2 входять:

а) посадочна радіолокаційна станція ПРЛС-6М2, в якій зосереджений комплект апаратури, потрібної для забезпечення контролю безпеки повітряного руху літаків в дальній і ближній зонах, диспетчеризації та забезпечення посадки, яка включає в себе:

– посадочний радіолокатор (ПРЛ) з контрольним індикатором керівника посадки;

– трьохканальний диспетчерський радіолокатор (ДРЛ);

– двоканальний автоматичний УКХ, ДЦХ радіопеленгатор Е-519;

– пристрій керування радіостанціями Р-863;

– пристрої провідного зв'язку з апаратурою магнітного запису радіообміну;

– пристрій централізованого енергоживлення та розподілу;

– пристрої освітлення, обігріву, вентиляції та обдуву;

б) пересувна автономна електростанція ПЭП-6М2 у складі:

– трьох радіостанцій Р-863;

– ВЧ пристрою радіопеленгатора Е-519;

– АД-30-Т/230-1Р;

– мережевого перетворювача ВПЛ-30 МД;

– комплекту з'єднувальних кабелів;

в) транспортні тягачі КраЗ-255Б з укладкою антенних пристроїв та іншого майна;

г) контрольний літаковий відповідач СО-63ТМ;

д) імітатор СДЦ.

Електроживлення РСР-6М2 здійснюється від пересувної автономної електростанції ПЭП-6М2 трифазним током напругою 220 В 400 Гц. Вона може працювати як від власних агрегатів (АД-30-Т/230-1Р) так і від зовнішньої мережі 220/380В 50 Гц через мережевий перетворювач ВПЛ-30 МД. Для аварійного електроживлення деяких складових (АРП, радіостанції, магнітофона типу МС-61) використовується акумуляторна батарея типу 6СТ-140ЭМ.

Виносний контрольний відповідач СО-63ТМ призначений для оперативного контролю працездатності вторинного каналу ДРЛ та ПРЛ.

Імітатор СДЦ служить для створення мітки на екрані індикатора при роботі РСР в режимі СДЦ, що використовується для позначення ЗПС на екрані індикатора курсу. Ця мітка буде відображати дійсне положення імітатора на місцевості.

На сьогоднішній день майже вся апаратура та обладнання РСР-6М2, яка перебуває на озброєнні військ зв'язку, автоматизації та інформаційних систем Повітряних Сил ЗС України вичерпала свої ресурси та є досить застарілою.

Радіолокаційна система посадки літаків РСР-10МН (РСР-10МН-1) призначена для:

– керування польотами літаків в простих і складних метеорологічних умовах, удень і вночі;

– виводу літаків у район аеродрому й керування їхнім зниженням;

– послідовного виводу літаків по курсу посадки й глісаді планерування й забезпечення їхньої посадки на ЗПС аеродрому шляхом подачі команд екіпажам літаків через радіостанції зв'язку;

– вирішення задач індивідуального пізнання літаків за допомогою літакових відповідачів або апаратури автоматичного радіопеленгування;

– відображення на цифровому табло апаратури обробки навігаційної інформації (ОНІ) додаткової навігаційної інформації про бортовий номер, висоту польоту та залишок палива.

До складу РСР-10МН входять:

– диспетчерський радіолокатор;

– посадочний радіолокатор;

– автоматичний УКХ радіопеленгатор (АРП);

– апаратура ОНІ;

- блоки очищення від несинхронних завад (БОП);
- два комплекти радіостанцій зв'язку Р-863;
- фотореєструючий пристрій та два магнітофони МС-61;
- два бензоелектричних агрегати АБ-16;
- перетворювач частоти ПСЧ-15 і акумуляторні батареї;
- запасне майно;
- контрольно-вимірювальна апаратура (контрольний відповідач СО-63ТМ, генератор ГК4-19А або РИП-3, осцилограф С1-77, ампервольтметр АВО-5М1, комбінований прилад Ц4313, генератор Г4-76А, блок імітатору кодів (БІК), магнітофон МН-61, бусоль ПАБ-2-М).

Система РСР-10МН розміщується на чотирьох транспортних одиницях: у двох кузовах типа КУНГ-1М (автомобілі ЗІЛ-131) і двох двовісних причепах. У першому кузові (апаратна) розміщена апаратура ДПР, ПРЛ, АРП, засоби радіозв'язку, апаратура ОНІ. У другому кузові (електростанція ЕСБ-2х16-Т/230-Ч/400-А1РК1) розміщено два бензоелектричних агрегати АБ-16, перетворювач ПСЧ-15 і щит управління. На першому причепі змонтована антенна система ПРЛ, на другому причепі змонтована антенна система ДРЛ. Допоміжне майно і контрольно-вимірювальна апаратура розміщені на вказаних вище транспортних засобах.

Принципова різниця між РСР-6М2 та РСР-10МН1 полягає у наступному:

- первинні канали радіолокаторів у РСР-10МН1 мають по одному передавальних та приймальних трактів, а у РСР-6М2 – по два комплекти;
- у ДРЛ системи РСР-6М2 вторинний канал (ВК) є автономним, має свій передавальний тракт, а не використовує для формування сигналу запиту передавач первинного каналу, що має місце у ДРЛ системи РСР-10МН та ПРЛ систем РСР-6М2 і РСР-10МН.

Принципи побудови одного комплексу приймальної та передавальної апаратури ДРЛ і ПРЛ названих систем аналогічні:

- передавач магнетронного типу;
- приймач супергетеродинного типу;
- функціонування апаратури ДРЛ і ПРЛ в трьох режимах: пасивному (ПАС), селекції рухомих цілей (СРЦ) і активному (АКТ).

Активний режим роботи – найбільш завадостійкий режим роботи апаратури ДРЛ і ПРЛ (двохімпульсний код сигналів запиту) з відображенням на індикаторі сигналів відповіді від бортового відповідача у вигляді формуляра та дешифрованих відеосигналів радіолокатора.

Пасивний режим роботи – режим роботи радіолокаційного каналу звичайними одиночними імпульсами.

Режим селекції рухомих цілей – робота радіолокаційного каналу одиночними імпульсами при високій стабільності частоти імпульсів запуску з використанням фазово-когерентного метода селекції рухомих цілей, внаслідок якого здійснюється компенсація сигналів, відбитих від місцевих предметів.

Прийняття на озброєння модернізованої радіолокаційної системи посадки (РСР) РСР-10МА (наказом Міністра оборони України від 21.01.11 № 43), яка відноситься до військової техніки радіосвітлотехнічного забезпечення польотів державної авіації, обумовлює необхідність підготовки фахівців з експлуатації та застосування новітніх цифрових засобів систем посадки та сучасного обладнання відображення радіолокаційної інформації (автоматизованих робочих місць).

Модернізована радіолокаційна система посадки РСР-10МА (рис. 1) призначена для забезпечення польотів літаків та гелікоптерів в аеродромній зоні, отримання інформації про повітряні судна, їх виводу в зону посадки, безпосереднього управління і контролю заходом на посадку в простих і складних метеоумовах. РСР-10МА об'єднує первинний і вторинний радіолокатори, а також посадочний радіолокатор (ПРЛ).



Рис. 1. Зовнішній вигляд РСР-10МА

Первинний канал РСР-10МА працює в діапазоні L (ІСАО), вторинний канал використовує стандартні частоти системи RBS (запит – 1030 МГц, відповідь – 1090 МГц), а також УВД (запит – 1030 МГц, відповідь – 740 МГц). Первинний та вторинний канали працюють на одну загальну антенну. Вторинний канал підтримує режими RBS, УВД і Мк ХА. Посадковий радіолокатор (ПРЛ) включає канал курсу і канал глісади та працює в діапазоні Х.

В результаті модернізації покращуються характеристики виявлення, реалізується автоматичне супроводження траєкторій руху повітряних суден. Станція забезпечує прийом даних від інших РЛС, обмін радіолокаційною інформацією відбувається по будь-яким каналам обміну даних в узгодженому протоколі обміну.

В приймальному та передавальному обладнанні оглядового радіолокатора РСР-10МА використовуються тільки твердотільні компоненти. Передатчик побудований за модульним принципом і забезпечує “м’яку” відмову – вихід з ладу окремого модуля приводить лише до часткової деградації параметрів оглядового радіолокатора. В антенній системі оглядового радіолокатора встановлюється новий асинхронний двигун обертання, який управляється за допомогою частотного перетворювача.

В комплект РСР-10МА входять робочі місця оператора оглядового радіолокатора (ПРЛ/ВРЛ) і оператора посадочного радіолокатора (ПРЛ) з засобами відображення повітряної обстановки та пультами радіозв’язку (рис. 2).



Рис. 2. Зовнішній вигляд робочого місця оператора оглядового радіолокатора і оператора посадочного радіолокатора

Вся повітряна обстановка автоматично документується з можливістю відтворення в пасивному і інтерактивному режимах.

В РСР-10МА реалізований ефективний захист від імпульсних та активних шумових завад.

Живлення радіолокаційної системи посадки РСР-10МА здійснюється від двох незалежних джерел живлення: від промислової трьохфазної мережі (380 В, 50 Гц) і від автономних дизель-електричних агрегатів.

Обстановка наглядно представляється на екрані оператора. Захист від активних шумових завад забезпечується розширенням динамічного діапазону системи обробки сигналів та можливістю миттєвої електронної перестройки частоти. Захист від пасивних завад забезпечується адаптивною цифровою системою СДЦ та створенням карти завад.

Конструктивно система посадки змонтована на двох трейлерних шасі і може перевозитись автомобільним, водним або авіаційним транспортом.

У ДРЛ реалізовано когерентний принцип побудови первинного каналу, використання складного зондуючого сигналу і його оптимальна обробка, перекладення на міжнародний діапазон частот (1250–1350 МГц). У вторинному каналі ДРЛ модернізованої системи передбачена можливість роботи у режимах

“УВД” та “RBS”. У цілому ДРЛ відноситься до сучасних локаторів і відповідає сучасним нормам.

На жаль, виробник РСР-10МА розробляв систему для цивільної авіації і на ПРЛ не покладав завдання самостійного забезпечення посадки літака в складних погодних умовах. Тому в ПРЛ на даному етапі реалізований лише амплітудний канал приймача з логарифмічним детектором.

При цьому реалізована програмна обробка сигналів цього каналу і досягнута висока точність вимірювання координат.

Окрім цього в ПРЛ реалізоване принципово нове конструктивне рішення, яке полягає в тому, що блок передавача і приймача ПРЛ розміщений на причепі антен ПРЛ в поворотному пристрої кронштейна антен. Таке розміщення дозволило істотно скоротити втрати енергії сигналів в хвилеводному тракті.

В результаті цього вдалося збільшити дальність дії локатора в два рази для простих метеорологічних умов при імпульсній потужності передавача в 4 рази меншій, ніж в ПРЛ-10МН.

На озброєнні Збройних Сил іноземних держав стоять радіолокаційні системи посадки РСР-27С (рис. 3) та РСР-28М (12), які забезпечують:

- виявлення повітряних суден (ПвС) та вимірювання їх координат (дальність, азимут) по первинному каналу та двом вторинним (RBS та ЄС ДРЛР) радіолокаційним каналам модуля ДРЛ-27С в режимі кругового обзору в ближній зоні аеродрому;

- запит, прийом та обробку додаткової польотної інформації від ПвС, обладнаних відповідачами, працюючими в режимах А, С міжнародного стандарту RBS та IV, VI діапазону ЄС ГРЛО;

- виявлення ПвС та вимірювання їх відстані від злітно-посадкової смуги та відхилень від лінії курсу та лінії глісади в секторі посадки по каналу глісади модуля ПРЛ-27С;

- пеленгацію ПвС, засоби радіозв’язку яких включені в режимі ПЕРЕДАЧА;

- сумісну роботу та об’єднання координатної та додаткової польотної інформації, яка подається по первинним та вторинним каналам модулів ДРЛ-27С та ПРЛ-27С;

- видачу інформації на комплекс засобів керування польотами (КЗКП) на КДП.

Стационарна радіолокаційна система посадки РСР-27С призначена:

- для контролю за повітряним рухом в ближній зоні аеродрому;

- для контролю за виконанням передпосадкового маневрування та витримування повітряними суднами ліній курсу та глісади та посадкової траєкторії.

Склад РСР-27С:

- модуль диспетчерського радіолокатора ДРЛ-27С;

- модуль посадочного радіолокатора ПРЛ-27С;
- дизельна електростанція ЕД2х30.

Мобільна радіолокаційна система посадки РСР-28С призначена:

- для контролю за повітряним рухом в ближній зоні оперативного аеродрому;
- для контролю за виконанням передпосадково-го маневрування та витримування повітряними суднами ліній курсу та глісади та посадковій траєкторії.



Рис. 3. Зовнішній вигляд РСР-27С

Склад РСР-28С:

- модуль диспетчерського радіолокатора ДРЛ-27С;
- модуль посадочного радіолокатора ПРЛ-27С;
- модуль управління РСР-28М;
- дизельна електростанція ЕД2х30.

Модуль ДРЛ-27С забезпечує:

- круговий огляд повітряного простору по первинному (ПРЛК) та двом вторинним (ВРЛК) радіолокаційним каналам;
- виявлення ПС, в тому числі на фоні пасивних завад, та вимірювання їх координат (дальності та азимуту) по ПРЛК;
- запит, прийом та обробку інформації від ПС, обладнаних відповідачами, працюючими в міжнародному стандарті RBS;
- запит, прийом та обробку інформації від ПС, обладнаних відповідачами, працюючими в 4 та 6 режимах єдиної системи державного радіолокаційного розпізнавання (ЄС ДРЛР);
- автоматичну пеленгацію переговорів екіпажів ПС по радіозв'язку за допомогою вбудованого автоматичного радіопеленгатора (АРП);
- сумісну обробку та об'єднання координатної та додаткової польотної інформації, що надходить по ПРЛК, ВРЛК та АРП;
- видачу даних про повітряну обстановку на робоче місце (РМ) керівника ближньої зони (КБЗ);
- інформаційно-технічне сполучення з апаратурою командно-диспетчерського пункту (КДП), ВІСП-97, а також з апаратурою КПап(ад).

Модуль ПРЛ-27С забезпечує:

- секторний (в секторі посадки) огляд повітряного простору по двом первинним радіолокаційним каналам – каналу курсу та каналу глісади;
- виявлення ПС, в тому числі на фоні пасивних завад, та вимірювання їх координат (дальності,

азимута та висоти), а також відстані від ЗПП та відхилення їх від ліній курсу та глісади;

- обробку радіолокаційної інформації з метою виявлення метеоутворень;
- видачу даних про обстановку в повітрі на РМ керівника зони посадки (КЗП) та в модуль ДРЛ-27С.

Модуль управління забезпечує:

- приймання радіолокаційної та польотної інформації, яка надходить від модулів ДРЛ-27С та ПРЛ-27С, та відображення її на РМ КБЗ та РМ КЗП;
- двосторонній радіозв'язок осіб групи керівництва польотами (ГКП) з екіпажами ПС в повітрі та керівниками польотів на КДП;
- управління режимами роботи модулів ДРЛ-27С та ПРЛ-27С;
- контроль з технологічного робочого місця (ТРМ) технічного стану апаратури РСР-28М;
- службові переговори з РМ КБЗ та РМ КЗП по засобам телефонного та гучномовного зв'язку;
- реєстрацію та відтворення засобами об'єктивного контролю радіолокаційної, пеленгаційної, метеорологічної, планової інформації, переговорів по засобам зв'язку та переговорів між собою осіб ГКП, даних про технічний стан та режимах роботи модулів, а також дій осіб бойового розрахунку по зміні режимів роботи модулів;
- інформаційно-технічне сполучення з РЛС 1РЛ131М, 1Л117М, 19Ж6П, 35Д6П та ПРВ 1РЛ130МП, 1РЛ130М1П, 1РЛ132АП, 1РЛ132А-2П, 1РЛ132БП, 1РЛ132Б-2П.

## Висновки

Після проведеного аналізу авіаційних катастроф, які сталися під час виконання планових навчально-бойових польотів за останні декілька місяців в Повітряних Силах Збройних Сил України, в тому числі, під час проведення міжнародних навчань “ЧИСТЕ НЕБО – 2018” з залученням іноземних ПвС та пілотів, стає зрозуміло, що для забезпечення високого рівня безпеки польотів на етапі посадки літального апарату необхідно розробити програму, що дозволить підвищити вимоги до точності літаководіння та обладнати аеродроми більш сучасними радіотехнічними засобами посадки.

Крім того для забезпечення безпеки повітряного руху потрібно:

- використовувати засоби контролю повітряного простору під час зльоту та посадки ПвС, щодо наявності в районі аеродрому несанкціонованих БПЛА, а також вживання заходів що до їх протидії;
- розробляти радіолокаційні засоби виявлення та оцінки параметрів радіолокаційних цілей з малою ефективною площею розсіювання в районі аеродрому, які ускладнюють сигнально-завадову обстановку.

В подальшому необхідно досліджувати можливість розвитку існуючих радіолокаційних систем посадки та відповідних сигналів, що дозволить покращити їх якісні та кількісні характеристики при великій скупченості літальних апаратів в районі аеродрому.

## Список літератури

1. Алімпієв А.М. Застосування досвіду АТО для підготовки фахівців зв'язку, РТЗ та ІС / А.М. Алімпієв, О.І. Кушнір, К.С. Васюта та ін. – Х.: ХУПС, 2016. – 328 с.
2. Аспекти удосконалення системи радіотехнічного забезпечення польотів авіації Повітряних Сил Збройних Сил України / В.М. Славихін, О.В. Висоцький, С.А. Макаров, В.О. Лебедев // Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. – 2017. – № 4(53). – С. 33-37.
3. Алімпієв А.М. Особливості гібридної війни РФ проти України. Досвід, що отриманий Повітряними Силами Збройних Сил України / А.М. Алімпієв, Г.В. Певцов // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2017. – № 2(27). – С. 19-25. <https://doi.org/10.30748/nitps.2017.27.03>.
4. Висоцький О.В. Стан та перспективи розвитку радіолокаційних систем посадки / О.В. Висоцький, С.А. Макаров // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Х.: ХУПС, 2005. – Вип. 1. – С. 53-58.
5. Радіолокаційні системи посадки. Ч. 1. Диспетчерський радіолокатор радіолокаційної системи посадки РСР-10МА / О.В. Висоцький, О.В. Водолажко, В.О. Лебедев, С.А. Макаров. – Х.: ХУПС, 2015. – 132 с.
6. Радіолокаційні системи посадки. Ч. 2. Посадочний радіолокатор радіолокаційної системи посадки РСР-10МА / О.В. Висоцький, О.В. Водолажко, В.О. Лебедев, С.А. Макаров. – Х.: ХУПС, 2016. – 87 с.
7. Кушнір О.І. Аналіз впливу “гібридної” війни на розвиток автоматизованої системи управління авіацією та ППО Збройних Сил України / О.І. Кушнір, О.П. Давикоза, Ю.Ф. Кучеренко // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2017. – № 2. – С. 116-120. <https://doi.org/10.30748/nitps.2017.27.22>.
8. Рисаков М.Д. Військова техніка авіаційної радіолокації. РСР-10МН і ВІСП-75Т/ М.Д. Рисаков. – Х.: ХВВАУРЭ, 1996. – Ч. 4.
9. Нізієнко Б.І. Аспекти удосконалення системи управління протиповітряною обороною України / Б.І. Нізієнко, С.А. Юхновський, С.А. Макаров // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2017. – № 1(26). – С. 17-20. <https://doi.org/10.30748/nitps.2017.26.03>.
10. Онипченко П.Н. Управление воздушным движением и перспективные направления его совершенствования / П.Н. Онипченко, М.А. Павленко, А.И. Тимочко // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2015. – № 2(19). – С. 38-41.
11. Шамко Є. В. Основні особливості застосування Повітряних Сил в сучасних умовах ведення збройної боротьби / Є.В. Шамко, О.М. Жарик, В.В. Коваль // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2017. – № 2(27). – С. 15-18. <https://doi.org/10.30748/nitps.2017.27.02>.
12. Офіційний сайт AVIATIONUNION.RU. Радиолокационные системы посадки РСР-27 и РСР-28М [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www.aviationunion.ru/Files/Nom\\_7\\_LAMZ.pdf](http://www.aviationunion.ru/Files/Nom_7_LAMZ.pdf).

## References

1. Alimpiyev, A.M., Kushnir, O.I. and Vasiuta, K.S. (2016), “Zastosuvannya dosvidu ATO dlya pidgotovki fakhivciv zvyazku, RTZ ta IS” [Applying the ATO experience for training communications specialists, RTS and IT], KNAFU, Kharkiv, 328 p.
2. Slavikhin, V.M., Vysotskyi, O.V., Makarov, S.A. and Liebediev, V.O. (2017), “Aspekty udoskonalennia systemy radiotekhnichnoho zabezpechennia polotiv aviatsii Povitrianykh Syl Zbroinykh Syl Ukrainy” [The improvement aspects of the radio-technical flights support system of the Air Forces of the Armed Forces of Ukraine], *Scientific Works of Kharkiv National Air Force University*, No. 4(53), pp. 33-37.
3. Alimpiyev, A.M. and Pievtsov, H.V. (2017), “Osoblyvosti hibrydnoi viiny RF proty Ukrainy. Dosvid, shcho otrymanyi Povitrianymy Sylamy Zbroinykh Syl Ukrainy” [The features of the hybrid war of the Russian Federation against Ukraine. Experience received by the Armed Forces of the Armed Forces of Ukraine], *Science and Technology of the Air Force of Ukraine*, No. 2(27), pp. 19-25. <https://doi.org/10.30748/nitps.2017.27.03>.
4. Vysotskyi, O.V. and Makarov, S.A. (2005), “Stan ta perspektivi rozvitku radiolokaciinih system posadki” [Status and prospects for the development of radar landing systems], *Scientific Works of Kharkiv National Air Force University*, No. 1, pp. 53-58.
5. Vysotskyi, O.V., Vodolazhko, O.V., Lebedev, V.O. and Makarov, S.A. (2015), “Dispetcherskii radiolokator radiolokaciinoi sistemi posadki RSP-10MA Ch. 1” [Dispatcher radar radar landing system RSP-10MA Part 1], HNUPS, Kharkiv, 132 p.
6. Vysotskyi, O.V., Vodolazhko, O.V., Lebedev, V.O. and Makarov, S.A. (2016), “Posadochnii radiolokator radiolokaciinoi sistemi posadki RSP-10MA Ch. 2” [Sediment radar radar landing system RSP-10MA Part 2], HNUPS, Kharkiv, 87 p.
7. Kushnir, O.I., Davikoza, O.P. and Kucherenko, U.F. (2017), “Analiz vplivu gibrydnoi viiny na rozvitok avtomatizovanoi sistemi upravlinnya aviatsieyu ta PPO Zbroinykh Sil Ukrainy” [Analysis of the influence of the “hybrid” war on the development of the automated air defense and air defense system of the Armed Forces of Ukraine], *Science and Technology of the Air Force of Ukraine*, No. 2, pp. 116-120. <https://doi.org/10.30748/nitps.2017.27.22>.
8. Rysakov, M.D. (1996), “Viiskova tehnika aviatsiinoi radiolokacii. RSP-10MN and VISP-75 Ch. 4” [Military equipment of aviation radar. RSP-10MN and VISP-75 Part 4], HVVAURE, Kharkiv.
9. Nizienko, B.I., Yuhnovskiy, S.A. and Makarov, S.A. (2017), “Aspekty udoskonalennia sistemi upravlinnya pronipovitryanoyu oboronoyu Ukrainy” [Aspects of the improvement of the air defense control system of Ukraine], *Science and Technology of the Air Force of Ukraine*, No. 1(26), pp. 17-20. <https://doi.org/10.30748/nitps.2017.26.03>.
10. Onipchenko, P.N., Pavlenko, M.A. and Timochko, A.I. (2015), “Upravlenie vozdushnim dvigieniem i perspektivi napravleniya ego sovershenstvovaniy” [Air traffic control and promising directions for its improvement], *Science and Technology of the Air Force of Ukraine*, No. 2(19), pp. 38-41.

11. Shamko, E.V., Zharik, O.M. and Koval, V.V. (2017), "Osnovni osoblivosti zastosuvannya Povitryanih Sil v suchasnih umovah vedennyh zbroinoi borotbi" [The main features of the use of the Air Force in the current conditions of armed struggle], *Science and Technology of the Air Force of Ukraine*, No. 2(27), pp.15-18. <https://doi.org/10.30748/mitps.2017.27.02>.

12. The official site of AVIATIONUNION.RU (2018), "Radiolokacionnie sistemi posadki RSP-27 I RSP-28M" [Radar landing systems RSP-27 and RSP-28M], available at: [www.aviationunion.ru/Files/Nom\\_7\\_LAMZ.pdf](http://www.aviationunion.ru/Files/Nom_7_LAMZ.pdf) (accessed 27 November 2018).

Надійшла до редколегії 21.11.2018

Схвалена до друку 20.12.2018

**Відомості про авторів:**

**Кащишин Олександр Леонтійович**

ад'юнкт  
Харківського національного університету  
Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,  
Харків, Україна  
<https://orcid.org/0000-0003-4447-9415>

**Васюта Костянтин Станіславович**

доктор технічних наук професор  
заступник начальника університету з навчальної роботи  
Харківського національного університету  
Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,  
Харків, Україна  
<https://orcid.org/0000-0002-1978-3717>

**Ківшар Олександр Анатолійович**

начальник відділення управління логістики  
Повітряного командування Схід,  
Дніпро, Україна  
<https://orcid.org/0000-0001-9727-7863>

**Долина Михайло Петрович**

кандидат військових наук доцент  
старший науковий співробітник  
Харківського національного університету  
Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,  
Харків, Україна  
<https://orcid.org/0000-0002-0872-4033>

**Information about the authors:**

**Oleksandr Kashchishyn**

Doctoral Student  
of Ivan Kozhedub Kharkiv  
National Air Force University,  
Kharkiv, Ukraine  
<https://orcid.org/0000-0003-4447-9415>

**Konstantyn Vasiuta**

Doctor of Technical Sciences Professor  
Deputy Chief of the University for Academic Work  
of Ivan Kozhedub Kharkiv  
National Air Force University,  
Kharkiv, Ukraine  
<https://orcid.org/0000-0002-1978-3717>

**Oleksandr Kivshar**

Chief of Logistics Department,  
Air Command East,  
Dnipro, Ukraine  
<https://orcid.org/0000-0001-9727-7863>

**Mihailo Dolina**

Candidate of Military Sciences Associate Professor  
Senior Research Associate  
of Ivan Kozhedub Kharkiv  
National Air Force University,  
Kharkiv, Ukraine  
<https://orcid.org/0000-0002-0872-4033>

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПОСАДКИ**

О.Л. Кащишин, К.С. Васюта, О.А. Кившар, М.П. Долина

*В работе проводится анализ современного состояния и перспектив развития радиолокационных систем посадки, которые стоят на вооружении Вооруженных Сил Украины и вооруженных сил иностранных государств. Приводятся сведения об особенностях построения современных радиолокационных систем посадки, их характеристики и конструкторские решения. Раскрываются задачи, которые возложены на радиолокационные системы посадки. Освещаются перспективные направления развития посадочных радиолокаторов, пути их развития и модернизации.*

**Ключевые слова:** радиотехническое обеспечение, радиотехнические системы обеспечения полетов, радиолокационная система посадки, оборудование, воздушные суда.

**THE CURRENT STATE AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF RADAR LANDING SYSTEMS**

O. Kashchishin, K. Vasyuta, O. Kivshar, M. Dolina

*The largest percentage of aviation events involved landing and actual landing of planes. In order to ensure a high level of flight safety at this stage of the flight, more stringent requirements for the accuracy of navigational characteristics have been introduced, which leads to more expensive radionavigation and landing equipment at the aerodromes. The disadvantage of radio engineering systems is the high cost of their maintenance, it is not always possible to position them optimally at operational aerodromes, which leads to increased noise in the aerodrome and increased emissions of combustion products. Currently, satellite navigation systems are being actively implemented, which made it possible to use optimal landing approaches that are not tied to terrestrial radio equipment, and also became possible without a gradual reduction of the aircraft from the moment of climbing from echelon to landing. Especially this system is relevant in mountainous terrain, where the flight line, landing schemes surround the mountains, and the optimal location of radio equipment is not always possible due to terrain. The work analyzes the current state and prospects of the development of radar landing systems, which are armed with the Armed Forces of Ukraine and the armed forces of foreign countries. Information is given on the features of construction of modern radar landing systems, their characteristics and design decisions, their designation and application. The tactical and technical characteristics of the landing radar systems RSP-6m2, which are currently obsolete and have almost exhausted usage life, are presented. Tactical and technical characteristics of radar landing systems RSP-6MN and RSP-10MA, developed for civil aviation. The tasks assigned to radar landing systems RSP-27 and RSP-28M, which are armed with the Armed Forces of the Russian Federation, and their tactical and technical characteristics, are revealed. The prospective directions of development of landing radar, ways of their development and modernization are covered.*

**Keywords:** radio engineering support, radio engineering flight support systems, radar landing system, equipment, aircraft.