

УДК 621.391.8+621.396

DOI: [https://doi.org/10.34169/2414-0651.2022.4\(36\).68-78](https://doi.org/10.34169/2414-0651.2022.4(36).68-78)

А. В. БІЛЕЦЬКА, кандидат філософських наук
<https://orcid.org/0000-0002-0178-0542>

С. Д. ЗІБІН, кандидат технічних наук
<https://orcid.org/0000-0002-9426-2380>

В. В. ТВЕРДОХЛІБОВ, кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник
<https://orcid.org/0000-0002-6802-9796>
(Центральний науково-дослідний інститут
озброєння та військової техніки Збройних Сил
України, м. Київ)

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ЗАСОБІВ ТА ТЕХНІКИ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ БОРОТЬБИ

Розглянуто основні поняття радіоелектронної боротьби, які існують на сучасному етапі розвитку Збройних Сил передових держав світу, коло військових завдань, які вирішуються за допомогою радіоелектронних систем. Сформульовано основні аспекти загальної проблеми розвитку радіоелектронної боротьби. Розглянуто загальні тенденції та напрямки розвитку вітчизняних і закордонних засобів радіо-електронної боротьби, врахування яких може вирішити проблеми, які визначено.

Ключові слова: радіоелектронна боротьба, радіоелектронне подавлення, радіоелектронний захист, радіоелектронна розвідка, радіо-, радіотехнічний контроль, радіокерований вибуховий пристрій.

ВСТУП

Збройні конфлікти останніх десятиріч, в тому числі і відкритий воєнний напад росії за підтримки білорусі на Україну, початий 24 лютого 2022 року, свідчать про те, що в сучасних операціях і бойових діях досягнення успіху в значній мірі залежить від ефективного застосування усіх видів озброєння та військової техніки, а це в значній мірі залежить від стійкої роботи систем управління військами та зброєю, технічну основу яких складають радіоелектронні системи. При цьому коло військових завдань, які вирішуються за допомогою радіоелектронних систем, дуже широке: ведення комплексної технічної розвідки; підготовка інформації і рекомендацій для прийняття рішень командирами на ведення бойових дій; передача даних, повідомлень, команд та сигналів управління військам; забезпечення навігації; наведення (самонаведення) засобів ураження та їх підризу; захисту військових об'єктів і військ від розвідки та засобів ураження і вирішення інших завдань [1–3]. У теперішній час в збройних силах (ЗС) передових країн світу ведуться інтенсивні роботи щодо удосконалення і пошуку нових методів та засобів боротьби з радіоелектронними системами противника та захисту своїх радіоелектронних систем, тобто веденню

РЕБ в широкому електромагнітному спектрі. В арміях провідних країн світу значення РЕБ трактується як дії військ по використанню електромагнітної енергії та засобів направленої енергії в цілях здійснення управління випромінюванням електромагнітного спектру частот або впливу на особовий склад, радіоелектронні системи та засоби, об'єкти, озброєння та військову техніку [4]. Метою РЕБ в операціях нового типу є позбавлення систем бойового управління противника можливості використання інформації про дії своїх військ та дії військ противника, забезпечення випередження противника в прийнятті оперативних рішень та підвищення ефективності ведення бойових дій, зниження людських та матеріальних втрат, успішне завершення операцій в стислий термін [5]. Відповідно до керівних документів Збройних Сил України основною метою застосування засобів радіоелектронної боротьби в операціях угруповання військ (сил) є: створення умов для найбільш ефективного застосування своїх військ (сил) в операціях (бойових діях) за рахунок дезорганізації систем управління противника, забезпечення стійкої роботи своїх радіоелектронних систем та засобів управління військами і зброєю шляхом зниження можливостей щодо ведення противником радіоелектронної розвідки, радіоелектронного подавлення і вогневого ураження, а також захисту від взаємних перешкод. Радіоелектронна боротьба містить: дезорганізацію управління військами (силами) противника, радіоелектронний захист (РЕЗт) своїх систем і засобів управління військами та зброєю. Вирішення цих завдань неможливе без створення відповідних засобів та техніки РЕБ. Виходячи з цього, необхідно сформулювати концептуальні погляди на розвиток засобів РЕБ відповідно до поставленої мети їх застосування в операціях військ (сил). При цьому сучасні погляди на радіоелектронну протидію РЕЗ свідчать про те, що окрім традиційної постановки радіоперешкод (тимчасового порушення роботи РЕЗ), перспективними є дії, пов'язані з довготерміновим (або повним) виведенням з ладу РЕЗ (силове або функціональне ураження). Все це обумовлює зростання ролі РЕБ у збройній боротьбі. Прагнення домогтися позитивного результату в цьому протиборстві є рушійною силою, з одного боку, розвитку технологій створення нових зразків озброєння та військової техніки (ОВТ), насамперед, у галузі радіоелектроніки, а з іншого боку, розвитку й удосконалення військового мистецтва, форм та способів застосування озброєння та військової техніки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій за напрямком розвитку РЕБ та засобів радіоелектронного подавлення (РЕП) розглянуто в роботах [2–9].

Тendenції забезпечення багатофункціональності засобу РЕБ з інтеграцією декількох функціоналів розглянуто в роботах [9, 12]. Розвиток засобів РЕП сучасних багатоканальних систем зв'язку розглянуто в роботі [11]. Питання розвідки засобів РЕБ з роботизованими платформами розглянуто в роботі [13]. Тенденцію розвитку безпілотних літальних апаратів (БпЛА) РЕБ, які призначені для дезорганізації управління військами противника в тактичній ланці, розглянуто в роботі [13]. Питання РЕП у рамках радіоелектронного захисту розглянуто в роботі [3]. Необхідність вирішення захисту угруповань механі-

зованих військ розглянуто в роботі [12]. Ведення РЕБ, як радіoeлектронної блокади, розглянуто в роботі [13]. Питання використання автоматизованих систем управління (АСУ) радіoeлектронної розвідки (РЕР) та РЕБ розглянуто в роботі [12]. Розвиток засобів РЕБ з оптико-електронними та радіолокаційними системами управління високоточною зброєю (ВТЗ) засобів повітряного нападу (ЗПН) розглянуто в роботах [6, 11]. Розвиток систем і засобів РЕБ індивідуального та групового захисту літаків розглянуто в роботі [10]. Розвиток корабельних систем і засобів РЕБ розглянуто в роботі [11]. Розвиток навчально-тренувальних та програмно-імітаційних засобів розглянуто в роботах [6]. Питання завадозахищеності та завадостійкості радіoeлектронних засобів різного функціонального призначення розглянуто в роботі [13]. Тенденції розвитку засобів електромагнітної зброї функціонального ураження розглянути в роботах [14, 15].

Метою статті є, по-перше, визначення загальних тенденцій та напрямків розвитку засобів РЕБ в контексті загальних тенденцій розвитку ОВТ, а по-друге, позначення основних шляхів удосконалення системи ОВТ радіoeлектронної боротьби.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Узагальнений аналіз розвитку засобів РЕБ збройних сил передових держав світу дозволяє виявити такі основні тенденції та напрямки їхнього розвитку: розвиток засобів дезорганізації військ (сил) противника; розвиток засобів захисту військ (сил) і об'єктів від ураження керованою зброєю; розвиток засобів та комплексів радіо-, радіотехнічного контролю; розвиток навчально-тренувальних та програмно-імітаційних засобів.

Розвиток засобів дезорганізації управління військами (силами) противника шляхом радіoeлектронного подавлення (РЕП) радіoeлектронних засобів містить:

- розвиток багатофункціональних засобів РЕБ для забезпечення десантних та спеціальних операцій, операцій об'єднань СВ, а також мобільних дій;
- розвиток засобів РЕБ з роботизованими платформами ОВТ наземного, повітряного та морського базування (UGV, UAV, USV);
- розвиток безпілотних літальних апаратів РЕБ;
- розвиток малогабаритних та одноразових передавачів перешкод, що окремо закидаються.

Розвиток засобів захисту військ і об'єктів від ураження керованою зброєю містить:

- розвиток засобів РЕБ з системами управління ВТЗ;
- розвиток засобів РЕБ групового захисту авіації;
- розвиток засобів РЕБ групового та індивідуального захисту авіації;
- розвиток засобів групового та індивідуального радіoeлектронного захисту бронетанкового озброєння та техніки (БТОТ), автомобільної техніки від ураження радіокерованими вибуховими пристроями (RCIED);
- розвиток засобів групового та індивідуального радіoeлектронного захисту БТОТ від засобів вогневого ураження, в тому числі, високоточних;
- розвиток засобів захисту військ та об'єктів від ураження артилерійськими боєприпасами з радіопідривачами.

Розвиток засобів дезорганізації військ (сил) противника

Починаючи з нового століття, відстежується тенденція забезпечення багатофункціональності засобів РЕБ з інтеграцією декількох функціоналів (рис. 1) [9, 12], які раніше жодним чином не поєднувались, наприклад, радіoeлектронного подавлення з радіoeлектронним захистом від ураження радіокерованими вибуховими засобами та засобами з оптико-електронною системою управління (комплекс РЕБ «Інфауна», рф), або, наприклад, радіoeлектронного подавлення з радіо- та радіотехнічним контролем, а також з імітацією роботи РЕЗ (комплекс РЕБ «Леер-2», рф), або радіoeлектронного подавлення різних за функціональним призначенням РЕЗ, таких, наприклад, як РЕЗ систем супутникового зв'язку, РЕЗ радіонавігації, РЕЗ стільникового та транкингового зв'язків (комплекс РЕБ «Діабазол», рф; станція завад AN/MLQ-40, США).

Актуальність та затребуваність мобільних дій, десантних та спеціальних операцій у локальних війнах та збройних конфліктах сучасності вимагають відповідного розвитку багатофункціональних засобів РЕБ для їхнього забезпечення (рис. 1) (комплекси РЕБ «Інфауна», «Леер-2», «Діабазол», Р-934 (рф)).

Сучасний етап розвитку збройних сил передових держав світу характеризується пріоритетним розвитком засобів зв'язку та передачі інформації, що якісно змінюють рівень інформаційного забезпечення бойових дій за рахунок підвищення оперативності значних обсягів інформації, яка отримується. Це забезпечується шляхом переважного розвитку сучасних багатоканальних систем передачі інформації і вимагає відповідного розвитку засобів РЕБ із такими системами (рис. 2) [11]. Забезпечення можливості радіoeлектронного подавлення багатоканальних РЕЗ зв'язку та передачі інформації, які використовують дискретні широкопasmові сигнали, зокрема, сигнали з програмною перебудовою робочої частоти, реалізовано в сучасних комплексах РЕБ «Мандат-Б1Е», «Сокіл», СПС-1 (Україна); «Мандат-2001», РБ-301 «Борисоглебск-2» (рф); станціях завад AN/MLQ-40(V)3 (США) [9, 15].

Комплекси радіoeлектронної боротьби повітряного базування оснащено дистанційно пілотованими або безпілотними літальними апаратами (БпЛА), які ще недавно були екзотикою. Нині без них не обходиться жоден збройний конфлікт, в якому беруть участь збройні сили розвинених держав світу. Широке впровадження подібних комплексів добре вписується в концепцію підвищення автоматизації збройних сил і збереження особового складу.

Тому можна стверджувати, що в останні десятиріччя відстежується тенденція розвитку безпілотних літальних апаратів РЕБ (БпЛА РЕБ). БпЛА РЕБ призначено для дезорганізації управління військами противника в тактичній ланці шляхом постановки завад наземним РЕЗ зв'язку та передачі інформації противника. До них, наприклад, можна віднести такі БпЛА РЕБ: MQ-9 (США); «Мошкара» й «Мошкарец» (рф) (рис. 1) [13].

Досвід застосування військових контингентів збройних сил багатьох держав світу, у т. ч. України, під час



Рис. 1. Засоби дезорганізації військ противника за напрямом розвитку багатофункціональних засобів РЕП, засобів РЕП багатоканальних систем передачі інформації, засобів РЕП з роботизованими платформами

проведення міжнародних миротворчих та інших операцій дозволяє стверджувати про розвиток засобів РЕБ у напрямку розвитку засобів багатофункціональних переносних передавачів перешкод (рис. 2) [10, 11] (РП-377УВМ2 (рф); легкий переносний комплекс електронної протидії Lightweight Counter-Measures Suite, (LCS, Великобританія); малогабаритні передавачі завад ELTA-20 виробництва ELTA Corporation (Франція [13, 14]), переносний передавач перешкод EJAB компанії Elbit Systems (Ізраїль).

Для реалізації такої ефективної форми ведення РЕБ, як радіоелектронна блокада, широкого розвитку набули передавачі завад одноразового використання (рис. 2) [13]. Ці засоби застосовуються для вирішення завдання дезорганізації управління військами й зброєю, як правило, у тактичній ланці. Цілями радіоелектронного подавлення для передавачів завад одноразового використання можуть бути: засоби зв'язку, радіолокаційні засоби артилерії та протиповітряної оборони (ППО). Для застосування таких передавачів в окремих зонах (районах) в залежності від їхнього конструктивного виконання застосовують відповідні засоби доставки: засоби артилерії та залпового вогню (для передавачів завад, які вмонтовано у відповідні боєприпаси), літаки та вертольоти (для викидання

їх із парашутом або без), а також диверсійно-розвідувальні групи. Зазначимо, що не всі держави світу мають технології виробництва надвисокошвидкісної радіоелектронної схемотехніки, які здатні забезпечити під час пострілу навантаження на радіоелектронні компоненти в 1000 g та більше ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$).

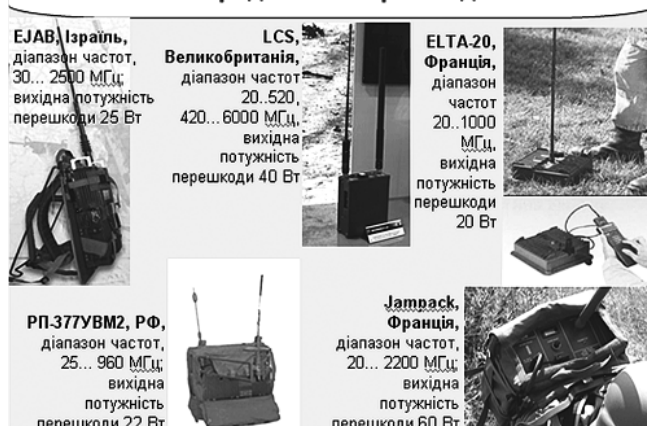
Розвиток засобів захисту військ (сил) і об'єктів від ураження керованою зброєю

Одним із пріоритетних питань під час ведення бойових дій та забезпечення операцій є першочергове вирішення завдань радіоелектронного подавлення бортових засобів управління зброєю літаків стратегічної та тактичної авіації, а також бортових РЛС літаків розвідувально-ударних комплексів та дальнього радіолокаційного виявлення й управління, багатофункціональних РЛС крилатих ракет наземного, повітряного та морського базування, які беруть участь у нанесенні авіаційних ударів по об'єктах (військах), що прикриваються. Важливість вирішення таких завдань обумовлює розвиток засобів РЕБ з оптико-електронними та радіолокаційними системами управління ВТЗ ЗПН (рис. 3) [12, 13, 15]. Для захисту військ та об'єктів від ураження такими системами призначений комплекс СПЕ-1, який успішно пройшов державні випробування та прийнятий на озброєння. У рф на заміну застарілим зразкам стан-

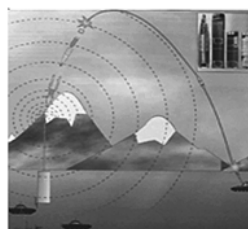
Розвиток безпілотних літальних апаратів РЕБ



Розвиток багатофункціональних переносних передавачів перешкод



Розвиток передавачів перешкод одноразового використання/ ППОВ (РЕП радіозв'язку тактичної ланки управління)



ТТХ ПП ОВ, РФ	Снаряди 152 мм	Снаряди 122 мм	122 мм НУРС 9М519
Засоби доставки	Д-20, 2С3М, 2А65, 2С19	Д-30, М-30, 2С1	БМ-21
Діапазон частот, МГц	1.5... 120	1.5... 120	1.5... 120
Радіус зони РЕП, м	700	700	700
Тривалість роботи, хв	60	60	60
Дальність стрільби макс, км	22	15	18.5



ППОВ виробництва Samel, НРБ




Рис. 2. Засоби дезорганізації військ противника за напрямом розвитку безпілотних літальних апаратів РЕБ, багатофункціональних переносних передавачів перешкод, передавачів перешкод одноразового використання

цій РЕБ СПН-30, СПН-40; СПН-2, СПН-4 прийнято на озброєння станції завод бортовим РЛС «Красуха-2», «Красуха-4» (рис. 3).

На сучасному етапі розвитку військової авіації ефективність ведення бойових дій у повітрі більше не залежить лише від льотних характеристик літака та його озброєння. Не менш важливу роль відіграють функціональні можливості й характеристики бортових РЕЗ, таких як системи зв'язку й передачі інформації, навігації, управління зброєю, РЕБ та ін. Бортові системи й засоби РЕБ за функціональним призначенням можна розділити на засоби електронної атаки, електронної підтримки та електронного захисту. Засоби електронної атаки призначено для порушення роботи РЕЗ противника. Вони включають засоби постановки завдань, хибні цілі й протирадіолокаційні ракети. Системи й засоби РЕБ літаків призначено в основному для вирішення завдань індивідуального захисту [12, 13, 14]. Масоване застосування протидіями сторонами радіоелектронних засобів у ході локальних війн та збройних конфліктів призвело до необхідності мати в складі авіаційних угруповань спеціалізовані літаки РЕБ, що супроводжують групи ударних літаків і забезпечують їхній радіоелектронний захист. Їхнім основним завданням є подавлення РЛС виявлення

й управління зброєю ППО, а також бортових РЛС винищувачів-перехоплювачів противника. В залежності від числа ударних літаків, важливості завдання та кількості засобів ППО противника прикриття здійснює один або декілька спеціалізованих літаків РЕБ групового захисту, або звичайні літаки, які обладнані підвісним контейнером групового захисту. Вони використовуються або з безпечної відстані від району бойових дій (із зон баражування), або перебуваючи в складі бойових порядків ударних груп.

Розвиток засобів оптико-електронної протидії (ОЕП) обумовлено розвитком систем управління високоточною зброєю засобів повітряного нападу ВТЗ ЗПН. Комплекс оптико-електронної протидії СПЕ-1 (Україна), (рис. 3) призначений для захисту від ракет, снарядів та авіабомб з лазерними головками самонаведення.

Досвід застосування військових контингентів збройних сил багатьох держав світу, у т. ч. України, під час проведення міжнародних миротворчих та інших операцій дозволяє стверджувати про розвиток засобів РЕБ у напрямку розвитку засобів групового та індивідуального радіоелектронного захисту бойових броньованих та колісних машин від ураження радіокерованими боеприпасами (рис. 4) [10, 11] (комплекти малогабаритних пе-

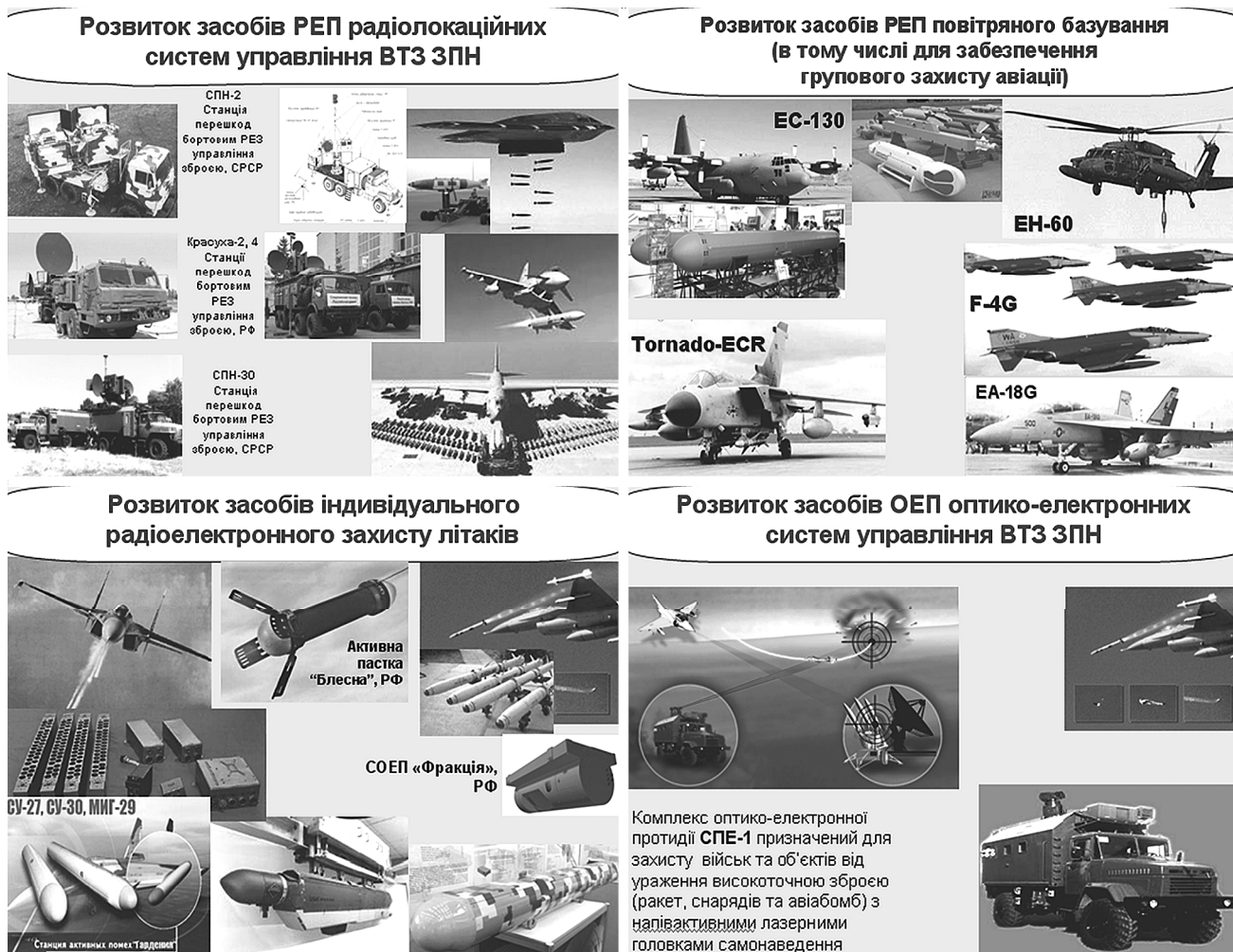


Рис. 3. Засоби захисту військ і об'єктів від ураження керованою зброєю за напрямом розвитку радіолокаційних систем управління ВТЗ ЗПН, засобів РЕП повітряного базування, індивідуального захисту літаків, засобів ОЕП оптико-електронних систем управління ВТЗ ЗПН

редавачів завад МПП-1 (Україна); РП-377УВМ1Л (рф); транспортальні ширококутові малогабаритні передавачі перешкод VME Terminator H2 виробництва Meganet Corporation, (США); переносний передавач перешкод EJAB vehicle компанії Elbit Systems (Ізраїль).

Необхідність вирішення завдань групового радіоелектронного захисту колон ОВТ під час пересування військ від ураження радіокерованими боєприпасами пов'язана з широким, навіть масовим, їх застосуванням незаконно створеними збройними формуваннями, диверсійно-розвідувальними групами й терористами проти миротворчих контингентів та угруповань регулярних військ (рис. 4). Як показує практика, для вирішення таких завдань достатньо ефективно застосовуються багатофункціональні малогабаритні передавачі завад.

Окремим напрямом розвитку засобів РЕБ є *розвиток засобів захисту військ та об'єктів від ураження артилерійськими боєприпасами (станція перешкод СПР-2, рф, транспортальний засіб перешкод СПР-3, рб, транспортальні засоби перешкод AN/GLQ-16, AN/VLQ-11, США (рис. 4)) з автодинними радіопідривачами (снарядів, реактивних боєприпасів і мін) та перешкодозахищеним радіопідривачем, що використовують складні зондувальні сигнали, а також сучас-*

ні способи перешкодозахисту, шляхом передчасного підриву боєприпасів на безпечній відстані від об'єктів, що захищаються (комплекс «Ртуть-БМ», рф, транспортальний засіб перешкод СПР-3 рб (рис. 4)).

На думку іноземних військових фахівців, у зв'язку з переміщенням акцентів у діях ВМС на прибережну зону та перехід від традиційних силових форм впливу до протистояння й завоювання переваги в інформаційній сфері в країнах НАТО активно ведуться *розробки в напрямку розвитку корабельних систем і засобів РЕБ* (рис. 4) [14, 15], які вирішують завдання радіоелектронного захисту надводних кораблів від ураження системами ВТЗ, такими, наприклад, як протикорабельні ракети (ПКР) повітряного та морського базування та ін. Одними із найважливіших компонентів корабельних засобів РЕБ є системи постановки пасивних завад (СППЗ) шляхом їхнього відстрілу зі спеціалізованих пускових установок. Дипольні відбивачі, які призначено для постановки пасивних радіолокаційних загороджувальних (маскувальних) завад, були й залишаються найбільш ефективним засобом протидії багатьом ПКР попередніх поколінь із радіолокаційними головками самонаведення (ГСН) пасивної та активної дії. Піротехнічні заряди використовуються як хибні цілі проти ракет з інфрачервоними



Рис. 4. Засоби захисту військ і об'єктів за напрямом розвитку засобів РЕП радіопідривачів артилерійських боєприпасів, радіокерованих вибухових пристроїв, надводних кораблів та розвитку засобів індивідуального захисту техніки від ураження ВТЗ

ГСН. Корабельні станції РЕБ призначені для вирішення завдань захисту від ураження корабля або групи бойових кораблів засобами ВТЗ шляхом радіоелектронного подавлення систем управління зброєю корабельних ударних груп противника.

Необхідність вирішення складної проблеми захисту угруповань механізованих (танкових) військ обумовлює розвиток засобів індивідуального радіоелектронного захисту БТОТ від ураження ВТЗ (рис. 4) [11, 12]. Комплекс оптико-електронної протидії (КОЕП) ТШУ-1 «Штора-1» (рф), який встановлюється на танки Т-80 і Т-90, забезпечує запобігання прицільного влучення в танк протитанкових керованих ракет із напівавтоматичною системою наведення, а також створення завад системам управління зброєю противника з лазерним цілевказанням і лазерними далекомірами. Вітчизняний комплекс оптико-електронного подавлення «Варта» забезпечує виявлення лазерного випромінювання в широкому діапазоні хвиль (0,6...14 мкм) та створює димову завісу лазерним системам управління зброєю. Система постановки димової завіси комплексу «Варта» містить 12 пускових установок димових гранат і пульт управління з кнопками пуску гранат. Багатоцільову систему захисту MUSS-1 виробництва Krauss Maffei

Wegmann й EADS (ФРН) призначено для встановлення на танках «Леопард-2А5», а також БМП «BOXER», «FENNEK», «PUMA». Система захисту MUSS-1 є аналогом комплексу «Штора-1» і не поступається йому своїми характеристиками. Робота комплексу активного захисту (КАЗ) «Дрозд» (рф) полягає в наступному: на башті танка встановлено 6 мортир, які стріляють шрапнеллю. Підрив шрапнелі здійснюється на відстані 10...15 м від танка. У цьому разі на підльоті до танка знищуються будь-який кумулятивний або осколково-фугасний боєприпаси, команду на постріл із тієї або іншої мортири здійснює розрахунково вирішувальний прилад, у який входять радіолокатор і балістичний обчислювач, що визначають траєкторію боєприпасів. Зараз ведуться роботи з метою підвищення ефективності боротьби з високошвидкісними кінетичними боєприпасами.

Використання засобів радіоелектронної розвідки в інтересах РЕБ

Прикладом вдалої концептуально-технологічної розробки в галузях РЕП та РЕБ є АСУ РЕП і РЕБ армійського корпусу (АК) сухопутних військ збройних сил (СВ ЗС) США ASAS-BETA (All Source Analyses System), яку призначено для прийому, обробки та розподілу розвіду-

вальної інформації від засобів розвідки наземного та повітряного базування з подальшим цілерозподілом між засобами вогневого ураження та засобами РЕБ АК. АСУ РЕБ і РЕБ АК ASAS-BETA успішно експлуатується у СВ ЗС США з 1980 року і відмінно зарекомендувала себе в локальних війнах і збройних конфліктах останніх десятиліть. Тому в якості окремого напрямку розвитку засобів РЕБ можна виділити *сумісне використання засобів РЕБ і РЕП за рахунок їхнього поєднання в спільну АСУ* [12]. Визначена особливість АСУ РЕБ і РЕБ АК ASAS-BETA в автоматизованому режимі дозволяє вирішувати такі завдання:

- обробляти розвідувальну інформацію, що надходить від різних джерел (засобів РЕБ наземного та повітряного базування), у ланках управління від батальйону до армійського корпусу включно;
- відслідковувати поточну загальну оперативно-тактичну і радіоелектронну обстановку, розпізнавати об'єкти розвідки й розкривати заходи, які здійснюються противником;
- виявляти зміни в складі й дислокації угруповання військ противника;
- організовувати застосування сил і засобів РЕБ і РЕБ наземного та повітряного базування за обраними

об'єктами розвідки та об'єктами радіоелектронного подавлення;

– передавати оброблену інформацію в формалізованому вигляді із застосуванням цифрових карт та геоінформаційних систем в інші автоматизовані системи відповідних органів управління для здійснення оперативного планування й видачі даних цілевказання засобам ураження, оцінювати результати нанесення ударів по цілях, які обрано (рис. 5).

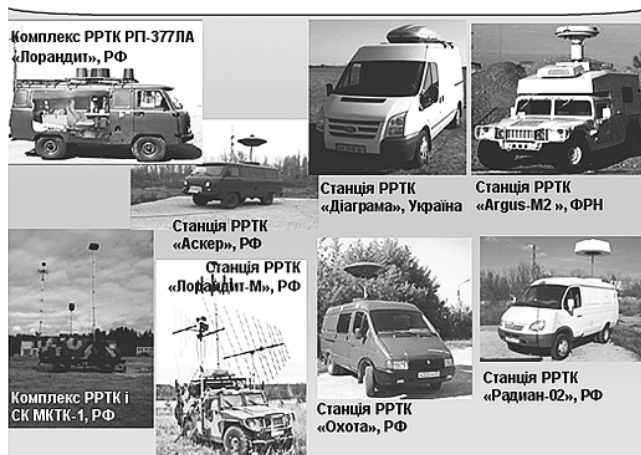
Розвиток навчально-тренувальних та програмно-імітаційних засобів

Існуючий парк тренажерів зі складу окремих зразків засобів РЕБ збройних сил передових держав світу являє собою конкретний набір програмно-технічних комплексів, які безпосередньо вбудовано у відповідні бойові зразки ОВТ. Як наслідок, виникає необхідність включення зразків ОВТ під час проведення тренування, що є витратним заходом. Крім того, тренажери, які вбудовано, не завжди забезпечують проведення всіх видів тренувань особового складу засобів РЕБ у необхідних режимах роботи й умовах застосування із завданням практичного залагодження та оцінкою рівня їхньої підготовленості. Аналіз сучасного стану *розвитку навчально-тренувальних й програмно-імітаційних засобів РЕБ* [14]

Поєднання засобів РЕБ і РЕБ наземного та повітряного базування у єдину АСУ



Розвиток засобів радіо-, радіотехнічного контролю



Розвиток навчально-тренувальних та програмно-імітаційних засобів РЕБ



Рис. 5. Поєднання засобів РЕБ та РЕБ з АСУ, розвиток засобів радіо-, радіотехнічного контролю та навчально-тренувальних засобів

(рис. 5) свідчить про те, що вони розробляються та застосовуються у вигляді незалежних від конкретних зразків ОБТ РЕБ апаратно-програмних засобів для забезпечення, по-перше, індивідуального та групового навчання молодшого персоналу, навчання інструкторів, інженерів та осіб офіцерського складу, який обслуговує та експлуатує засоби та комплекси радіoeлектронної розвідки й РЕБ, а по-друге, для індивідуального й групового навчання офіцерів штабу та командирів частин (підрозділів).

Забезпечення радіoeлектронного захисту радіoeлектронних засобів

Аналіз локальних війн і збройних конфліктів останніх десятиліть свідчить про зростаючу роль РЕБ в досягненні мети операцій. Як наслідок, у збройних силах держав, які є розвинутими в технологічному відношенні, приділяється досить пильна увага питанням завадозахищеності та завадостійкості радіoeлектронних засобів різного функціонального призначення. Це обумовлено необхідністю забезпечення радіoeлектронного захисту радіoeлектронних засобів від впливу засобів радіoeлектронного подавлення противника, а з іншого боку, необхідністю забезпечення потрібного рівня електромагнітної сумісності між радіoeлектронними засобами в межах угруповання військ (сил), що створюється. Рішення цих питань можливо тільки з розвитком засобів радіо- радіотехнічного контролю (рис. 5).

Розробка та прийняття на озброєння різноманітних радіoeлектронних систем вимагають постійного контролю їх параметрів, контролю використання радіочастотного спектра і контролю радіoeлектронної обстановки, що потребує розвитку засобів радіо- і радіотехнічного контролю (РРТК). До основних завдань РРТК відносяться плановий контроль параметрів штатних РЕЗ і вимір рівнів ненависних перешкод, виявлення неліцензійних радіопередавачів і визначення їхнього місця розташування, вимір зон енергетичного покриття при оцінці якості радіозв'язку, визначення інтенсивності використання радіочастотного ресурсу. Для рішення таких завдань призначені (рис. 5) станція РРТК «Діаграма» (Україна), ком-плекс РРТК РП-377Л «Лорандит» (рф), комплекс РРТК МКТК-1 (рф), станція РРТК «Аргус» (Німеччина).

Аналіз літературних джерел показує, що за кордоном (США, Великобританія, Франція, ФРН, Китай, Японія, росія) ведуться інтенсивні розробки щодо створення ефективних методів і способів обробки сигналів, які спрямовано на вирішення проблеми забезпечення завадозахищеності та завадостійкості радіoeлектронних засобів різного функціонального призначення. Цей аналіз дозволяє зробити висновок щодо наявності стійкої тенденції у межах складової частини РЕБ радіoeлектронного захисту, а саме в *розвитку методів та способів передачі інформації в екстремальних умовах використання радіочастотного спектра (за умов ведення інтенсивного радіoeлектронного подавлення)*.

Загальною метою програми (Communications Under Extreme RF Spectrum Conditions – CommEx) «Передача інформації в екстремальних умовах використання радіочастотного спектра» (за умов інтенсивного радіoeлектронного подавлення), яка реалізовувалася в Агентстві пере-

дових оборонних дослідницьких проєктів США (DARPA) у період із 2010 до 2021 року, є розробка таких технологій і методів, які забезпечують успішну передачу інформації у присутності чотирьох типів завадових впливів [13]:

- подавлення приймача завадами великої потужності, що приводить до перевантаження прийомного тракту інтермодуляційними спотвореннями;
- традиційні види завад;
- адаптивне радіoeлектронне подавлення;
- розподілене в просторі радіoeлектронне подавлення від багатьох джерел.

Технічна мета програми CommEx полягала в тому, щоб розробити інноваційні адаптивні технології, які дозволять найкраще використання всіх наявних областей обробки сигналів (час, частота, простір, форма хвилі, вид розподілу каналів, мережа, і т. д.) для адаптивного подавлення завад.

Розвиток засобів електромагнітної зброї функціонального ураження

Характерною особливістю сучасного етапу розвитку засобів радіoeлектронної боротьби у світі є *тенденція до більш широкого використання нетрадиційних засобів ураження*, серед яких провідне місце посідають різноманітні засоби ураження противника енергією потужного спрямованого електромагнітного випромінювання, які дістали назву електромагнітної зброї функціонального ураження. Одним з найбільш перспективних видів електромагнітної зброї поряд з такими її різновидами, як радіочастотна чи лазерна зброя, фахівці вважають засоби ураження імпульсним радіочастотним випромінюванням, тобто зброю електромагнітного імпульсу (ЕМІ).

Зразки зброї ЕМІ завдяки генерації й випромінюванню потужних (понад 1 ГВт) імпульсів електромагнітного поля надкороткої тривалості (одиниці й десятки наносекунд) здатні «випалювати» *p-n*-переходи сучасних радіoeлектронних засобів ОБТ противника. Їхня висока ефективність доведена відомими успішними випадками бойового застосування боєприпасів ЕМІ армією США під час операцій у Кувейті, Іраку, Югославії [14].

Об'єктами ураження зброї ЕМІ є: радіoeлектронні засоби систем управління військами та зброєю (командні пункти (пункти управління); засоби РЕБ, радіолокаційної і радіотехнічної розвідки; зенітні ракетні комплекси (системи); радіотехнічні системи управління польотами авіації тощо).

Зокрема зброя ЕМІ здатна здійснювати функціональне подавлення (на великих відстанях) чи навіть функціональне ураження (на менших відстанях) РЕЗ систем управління БпЛА, крилатих ракет і тому розглядається як один з потенційно ефективних засобів боротьби з такими цілями (поряд з модернізованими зенітними гарматами та лазерними гарматами).

Зразки зброї ЕМІ можуть виконуватися у варіантах (рис. 6): боєприпасів ЕМІ (керовані ракети, авіаційні бомби, артилерійські снаряди тощо), які за допомогою відповідних носіїв доставляються в місце спрацювання, розташоване в безпосередній близькості (не більше 20–30 м) до цілей, що уражаються; або так званих комплексів спрямованого випромінювання багаторазового

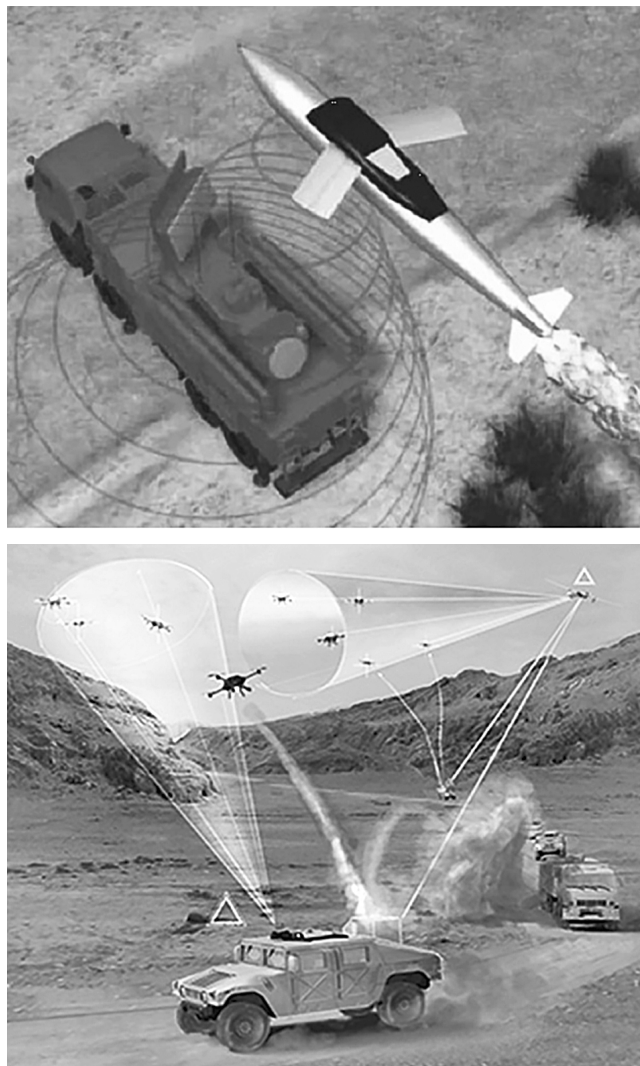


Рис. 6. Можливі варіанти застосування зброї ЕМІ для функціонального ураження наземних та повітряних цілей

використання, що здійснюють дистанційне ураження цілей зі значної відстані (до декількох кілометрів).

На думку аналітиків, поряд з традиційними засобами радіоелектронної боротьби, використання зброї ЕМІ для нанесення електронних і комбінованих електронно-вогневих ударів може стати однією з основних форм бойових дій в найближчому майбутньому [15].

Більш того, деякі теоретики військової справи вважають, що у перспективі зброя ЕМІ може розглядатися і як силовий, наступальний засіб радіоелектронної та інформаційної боротьби. Основними стратегічними і оперативними завданнями, які можна буде вирішувати за допомогою зброї ЕМІ в такому разі, є такі: стратегічне стримування агресії; дезорганізація систем управління військами та зброєю противника; зниження ефективності його наступальних повітряних, сухопутних і морських дій; забезпечення панування в повітрі шляхом ураження засобів ППО та РЕБ протиповітряної оборони.

Слід зазначити, що у випадках, якщо противник використовує БпЛА та крилаті ракети в автономному режимі, коли вони застосовуються в режимі радіомовчання та наводяться лише за допомогою інерційної навігаційної

та оптикоелектронних систем, зброя ЕМІ може стати єдиною альтернативою вогневому ураженню таких засобів повітряного нападу комплексами протиповітряної оборони.

ВИСНОВКИ

Проблеми розвитку озброєння та військової техніки радіоелектронної боротьби й радіоелектронної боротьби в цілому були та залишаються актуальними в будь-який час для збройних сил будь-якої держави світу, яка позиціонує себе як технологічно розвинута. Тому в найближчі роки уявляється важливим не лише досягти єдиного розуміння змісту радіоелектронної боротьби, її ролі й місця в сучасних операціях, але й уточнити спрямованість воєнно-технічної політики в галузі радіоелектронної боротьби з урахуванням сучасних загальносвітових тенденцій та напрямків розвитку її засобів та комплексів.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Балахов Н.Н. Развитие форм и способов ведения военных действий в начале XXI века. Зарубежное военное обозрение. 2003. № 4. С. 33–42.
2. Попов А.О., Ремесло В.Я. Загальні тенденції розвитку радіоелектронної боротьби за досвідом локальних війн і збройних конфліктів сучасності. Тр. Акад. 2003. № 43. С. 314–316.
3. Перунов Ю.М., Любин М.Д. Радиоэлектронная борьба: исторический аспект. Военная мысль. 2012. № 12. С. 58–74.
4. Горбачёв Ю., Вахрамов С. Взгляды командования Сухопутных войск США на сущность и содержание радиоэлектронной войны. Зарубежное военное обозрение. 2011. № 9. С. 34–41.
5. Иванов И., Чадов И. Содержание и роль радиоэлектронной борьбы в операциях XXI века. Зарубежное военное обозрение. 2011. № 1. С. 14–20.
6. Попов А.О., Твердохлібов В.В. Загальні тенденції розвитку засобів радіоелектронної боротьби. Озброєння та військова техніка. 2014. № 4(4). С. 4–10.
7. Балыбин В.А., Батурин Ю.О., Гулидов А.А. О совершенствовании системы вооружения радио-электронной борьбы. Военная мысль. 2013. № 11. С. 14–20.
8. Чепков І.Б., Нор П.І. Загальні тенденції розвитку озброєння та військової техніки. Озброєння та військова техніка. 2014. № 1(1). С. 4–13.
9. Кузьменко Т.П., Попов А.О., Твердохлібов В.В. Оцінка технічного рівня сучасних зразків ОБТ радіоелектронної боротьби сухопутних військ ЗС РФ. Зб. наук. пр. ЦНДІ ОБТ ЗС України. 2013. № 4(51). С. 144–160.
10. Ямпольский Л.С. Обобщенный анализ применения средств воздушного нападения ОВС НАТО при проведении военной операции в Югославии «Решительная сила» и в других локальных войнах в 90-х годах. Ульяновск: УлГТУ. 2000. 80 с.
11. Системы управления, связи и радиоэлектронной борьбы. Оружие и технологии России. Энциклопедия. XXI век. Т. XIII. 2006. 695 с.
12. Михайлов О.В., Попов А.О., Поривай В.О. Системы управления силами и средствами ЗС иностранных держав.

- Ч. І. Системи управління силами (військами) ЗС іноземних держав. Київ: НАОУ. 2002. 384 с.
13. Broad Agency Announcement «The Communication Under Extreme RF Spectrum Conditions». DARPA Strategic Technologies Office. DARPA-BAA-10-74. 2010. 80 p.
 14. Федоров П.М., Богучарський В.В., Гамалій Н.В. Розрахунок зон ураження зброї електромагнітного імпульсу. Озброєння та військова техніка. 2018. № 2(18). С. 75–82.
 15. Рябих В.О. Електромагнітна зброя: осідлати тренди. Defense Express, 17 квітня 2020. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://defence-ua.com/weapon_and_tech/elektromagnitna_zbroja_osidlati_trendi-505.html.
- ### REFERENCES
1. Balahov, N.N. (2003), “Razvitie form i sposobov vedeniia voennukh deistvii v nachale XXI veka” [Development of forms and methods of warfare at the beginning of the 21st century], Foreign Military Review. No 4. Pp. 33–42.
 2. Popov, A.O. & Remeslo, V.Y. (2003), “Zagalni tendentsii rozvutku radioelektronnoi borotbu za dosvidom lokalnukh voyn i zbroinukh konfliktiv suchasnosti” [General trends in the development of electronic warfare based on the experience of local wars and modern armed conflicts], Proc. of the Acad. No 43. Pp. 314–316.
 3. Perunov, Y.M. & Lublin, M.D. (2012), “Radioelektronaia borba: istoricheskii aspekt” [Electronic War-fare: Historical Aspect], Military Thought. No 12. Pp. 58–74.
 4. Gorbachov, Y. & Vahramov, S. (2011), “Vzgliady komandovaniia Sukhoputnykh voisk SSHA na sushchnost i sodержanie radioelektronnoi voyny” [The views of the command of the US Army on the essence and content of electronic warfare], Foreign Military Review. No 9. Pp. 34–41.
 5. Ivanov, I. & Chadov, I. (2011), “Soderzhanie i rol radioelektronnoi borby v operatsiakh XXI veka” [The content and role of electronic warfare in the operations of the XXI century], Foreign Military Review. No 1. Pp. 14–20.
 6. Popov, A.A. & Tverdohlebov, V.V. (2014). “Zagalny tendentsii rozvutku zasobiv radioelektronnoi bo-rotbu” [General trends in the development of means of electronic warfare], Weapons and Military Equipment. № 4(4). Pp. 4–10.
 7. Balubin, V.A., Baturin, Y.O. & Gulidov, A.A. (2013), “O sovershenstvovanii sistemu vooruzheniia radioelektronnoi borbu” [On the improvement of the electronic warfare weapon system], Military Thought. No 11. Pp. 14–20.
 8. Chepkov, I.B. & Nor, P.I. (2014), “Zagalni tendentsii rozvutku ozbroeniia ta viiskovoi tekhniki” [General trends in the development of weapons and military equipment], Weapons and Military Equipment. № 1(1). Pp. 4–13.
 9. Kuzmenko, T.P., Popov, A.A. & Tverdohlebov, V.V. (2013). “Otsinka tekhnichnogo ravnii suchasnykh zrazkiv OVT radioelektronnoi borotby suhoputnykh viisk ZS rf” [Estimating technology level of recent EW systems of Army of russian federation Armed Forces], Proc. of CRI of Armament and Military Technique. № 4(51). Pp. 144–160.
 10. Yampolskiy, L.S. (2000), “Obobshchennui analiz primeneniia sredstv vozdukhnoho napadeniia OVS NATO pri provedenii voennoi operatsii v Yugoslavii «Reshitelnaia sila» i v drugikh lokalnukh voynakh v 90-kh godakh” [Generalized analysis of the use of NATO air attack means during the military operation in Yugoslavia «Resolute Force» and in other local wars in the 90s], «UIGTU» Publishing LLC. Ulianovsk. 80 p.
 11. “Sistemu upravleniia, sviazi i radioelektronnoi borbu” [Control systems, communications and electron-ic warfare], Weapons and technologies of russia. Encyclopedia. XXI century. T. XIII. (2006). 695 p.
 12. Mihailov, O.V., Popov, A.O. & Poruvai, V.O. (2002), “Sistemu upravleniia silami i zasobami ZS ino-zemnykh derzhav. Ch. I. Sistemu upravlinnia silamu (viiskamu) ZS inozemnykh derzhav” [Management systems of the forces and means of the armed forces of foreign countries. P. I. Management systems of the forces (troops) of the armed forces of foreign countries], «NAOU» Publishing LLC. K. 384 p.
 13. Broad Agency Announcement «The Communication Under Extreme RF Spectrum Conditions». DARPA Strategic Technologies Office. DARPA-BAA-10-74. 2010. 80 p.
 14. Fedorov, P.M., Bogucharskiy, V.V. & Gamaliy, N.V. (2018) “Rozrakhunok zon urazhennia zbroi el-ektromagnitnoho impulsu” [Calculation of damage zones of electromagnetic pulse weapons]. Weap-ons and Military Equipment. 2(18). Pp. 75–82.
 15. Ryabuh, V.O. (17.04.2020), “Elektromagnitna zbroia: osidlaty trendy” [Electromagnetic Weapons: Harnessing the Trends], Defense Express. Available at: https://defence-ua.com/weapon_and_tech/elektromagnitna_zbroja_osidlati_trendi-505.html.
- ### Biletska A., Zibin S., Tverdochlibov V.
- ### PROMISING DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF RADIO-ELECTRONIC WARFARE MEANS AND TECHNIQUES
- The modern stage of the Armed Forces development of the advanced countries of the world is characterized by the priority development of both means of communication and information transmission together with means of controlling weapons, as well as means of electronic warfare, as one of the most important components of ensuring an informational advantage during the conduct of combat operations by units and units ground troops. The purpose of the article is, firstly, to determine the general trends and directions of the development of elec-tronic warfare tools in the context of the general trends in the development of armament and military equip-ment and secondly, to indicate the main ways of improving the armament and military equipment system of electronic warfare. In the article a generalized analysis of the development of electronic warfare means of the armed forces of the leading states of the world was carried out, which allowed to identify the main trends and directions of electronic warfare equipment.*
- The article provides an interpretation of the concept of electronic warfare and its purpose in operations of a new type in the armies of the world's leading countries. The purpose of using electronic warfare means in the operations of a group of troops is determined according to the guiding documents of the Armed Forces of Ukraine, the main components and tasks of electronic warfare are specified.*

Two main aspects in the general development of technology have been identified: the inconsistency of the state of electronic defense systems with the modern level of development of communication systems, information transmission and weapons management and the low efficiency of solving tasks related to radio-electronic protection by directions.

The areas of development of the means of disorganization of the control of enemy troops (forces), means of protection of troops and objects from damage by guided weapons, means of radio and radio-technical control and training base are considered.

Keywords: radio-electronic warfare, radio-electronic suppression, radio-electronic protection, radio-electronic intelligence, radio-, radio-technical control, radio-controlled explosive device.

Відомості про авторів:

Білецька Альона Володимирівна

кандидат філософських наук
науковий співробітник Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України
м. Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-0178-0542>

Зібін Сергій Данилович

кандидат технічних наук
науковий співробітник
Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України
м. Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-9426-2380>

Твердохлібов Володимир Віталійович

кандидат технічних наук
старший науковий співробітник
начальник науково-дослідного управління Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України
м. Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-6802-9796>

Information about the authors:

Biletska Alona

Candidate of Philosophy Sciences
Researcher of Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine
Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-0178-0542>

Zibin Sergey

Candidate of Technical Sciences
Researcher of Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine
Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-9426-2380>

Tverdochlibov Vladimir

Candidate of Technical Sciences
Senior Researcher
Chief of Scientific Research Management of Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine
Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-6802-9796>