

MÜDAFİƏ SİSTEMLƏRİ VƏ TEXNOLOJİ İNTEQRASIYA ŞƏRAİTİNDƏ RADİOELEKTRON SİSTEMLƏRİN İNKİŞAF PERSPEKTİVLƏRİNİN TƏHLİLİ



Qadir Qafarov,

*Azərbaycan Texniki Universitetinin, Müdafiə sistemləri
və texnoloji integrasiya kafedrasının baş müəllimi
e-mail: qafarov1997@gmail.com*



Aytac Rzayeva,

*Müdafiə Sənayesi Nazirliyinin Elmi-Tədqiqat
İnstitutunun 120 nömrəli şöbəsinin müdiri
e-mail: aytaj.rzaeva@eti.edu.az*

<https://doi.org/10.30546/2706-7858.2026.2.3035>

UOT: 62

Xülasə. Müasir hərbi əməliyyatlarda müdafiə sistemlərinin effektivliyi radioelektron sistemlərin (RES) strateji əhəmiyyəti ilə ölçülür. Məqalədə RES-in inkişaf perspektivləri texnoloji integrasiya, kibermühit risklərinin idarəsi və əməliyyat üstünlüyü prizmasından təhlil edilmişdir. Araşdırmada müasir radar və sensor texnologiyaları, yüksək tezlikli taktiki rabitə şəbəkələri, süni intellekt və kvant şifrələmə kimi texnoloji vasitələrin RES funksionallığını artırdığı göstərilmişdir. Bununla yanaşı, məqalədə kibermühit və elektromaqnit spektrində yaranan risklərin sistemli idarəsi, “anti-jamming” və kibermühafizə tədbirləri vasitəsilə RES-in əməliyyat təhlükəsizliyinin təmin edilməsi izah olunmuşdur. Təhlillərə əsasən belə qənaətə gəlinmişdir ki, RES-in strateji, texnoloji və təhlükəsizlik-yönümlü integrasiyası müdafiə planlamasında kritik rol oynayır və gələcək hərbi əməliyyatların elmi əsaslarla effektiv idarə olunmasına imkan yaradır.

Açar sözlər: radioelektron sistemlər, müdafiə texnologiyaları, texnoloji integrasiya, kibermühit riskləri, elektromaqnit spektri, taktiki rabitə, süni intellekt, sensor integrasiya, hərbi əməliyyatlar, əməliyyat üstünlüyü.

Keywords: radio-electronic systems, defense technologies, technological integration, cyber environment risks, electromagnetic spectrum, tactical communications, artificial intelligence, sensor integration, military operations, operational superiority.

Ключевые слова: радиоэлектронные системы, оборонные технологии, технологическая интеграция, риски в киберсреде, электромагнитный спектр, тактическая связь, искусственный интеллект, интеграция датчиков, военные операции, оперативное превосходство.

Müasir təhlükəsizlik mühiti və hərbi əməliyyatların xarakteri sürətlə dəyişdiyindən müdafiə sistemlərinin inkişafında radio- elektron texnologiyaların rolu getdikcə artmaqdadır. Elektromaqnit spektrinin idarə olunması, yüksəkdəqiqlikli radiolokasiya, təhlükəsiz rabitə və elektron müharibə imkanları artıq müasir

orduların döyüş qabiliyyətinin əsas meyarlarından biri kimi qəbul olunur. Bu baxımdan radioelektron sistemlər (RES) yalnız texniki vasitələr toplusu deyil, şəbəkəmərkəzli əməliyyatların, operativ kəşfiyyatın və rəqəmsal komanda-nəzarət proseslərinin strateji komponentinə çevrilmişdir. Texnoloji integrasiya şəraitində RES-in inkişafı süni intellekt, böyük verilənlər analitikası, yüksək tezlikli rabitə (5G/6G), kvant texnologiyaları və kiber-fiziki sistemlər kimi yeniliklərlə sıx bağlıdır. Bu texnologiyalar radioelektron mühitin daha mürəkkəb və rəqəbatlı olmasına səbəb olur, eyni zamanda müdafiə qüvvələrinin elektromaqnit üstünlüyü əldə etməsini həm zəruri, həm də çətin hala gətirir. Beynəlxalq Müdafiə Sənayesi üzrə aparılan tədqiqatlar göstərir ki, radioelektron kəşfiyyat, elektron mübarizə və çoxfunksiyalı sensor sistemlərinin inkişafı gələcək hərbi əməliyyatların həlledici istiqamətlərindən biri olacaq. Bu baxımdan tədqiqatın aktuallığı, həm müasir hərbi əməliyyatların mürəkkəbliyi, həm də texnoloji infrastrukturun strateji əhəmiyyəti ilə bağlıdır. Radioelektron sistemlərin effektivliyi hərbi qüvvələrin döyüş qabiliyyətinə, məlumat təhlükəsizliyi və milli müdafiə strategiyalarının uğuruna birbaşa təsir edir. Beləliklə, RES-in inkişaf perspektivlərinin elmi təhlili yalnız texnoloji yeniliklərin qiymətləndirilməsi deyil, həm də müdafiə siyasətinin və milli təhlükəsizlik strategiyalarının formalaşdırılması baxımından mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Məsələnin qoyuluşu. Müasir hərbi əməliyyatların mürəkkəbliyi və texnoloji integrasiyanın sürətli dərinliyi fonunda radioelektron sistemlər (RES) müdafiə sənayesinin strateji komponentinə çevrilmişdir. Ənənəvi hərbi qüvvələrin torpaq, hava və dəniz əməliyyatları ilə məhdudlaşdığı dövrlərdən fərqli olaraq, müasir əməliyyat mühiti artıq rəqəmsal və elektromaqnit sahələrini də əhatə edir. Beləliklə, RES yalnız texniki avadanlıq və rabitə kanalları deyil, həm də hərbi əməliyyatların idarə olunması, kəşfiyyat, müşahidə və qərar qəbul etmə sistemlərinin funksionallığını təmin edən strateji alətlər toplusu kimi qiymətləndirilir [1; 2].

Müasir dövrdə RES-in inkişafı bir neçə kritik amillə bağlıdır: birincisi, elektromaqnit spektrinin səmərəli idarə olunması və radar sistem-

lərinin yüksək dəqiqliyi; ikincisi, çoxfunksiyalı sensor və kəşfiyyat sistemlərinin integrasiyası; üçüncüsü, təhlükəsiz, yüksək sürətli və kəmiyyətə zəngin rabitə infrastrukturu; dördüncüsü isə elektron müharibə (EW) imkanlarının geniş spektrdə tətbiqidir. Bu komponentlər birləşdirildikdə, RES hərbi qüvvələrə əməliyyat mühitində üstünlük, reaktivlik və adaptivlik qazandırır [3].

Texnoloji integrasiya şəraitində RES-in rolu yalnız fiziki avadanlıqla məhdudlaşmır. Süni intellekt (AI), maşın öyrənməsi (ML), böyük verilənlər analitikası (Big Data) və kiber-fiziki sistemlərin tətbiqi radioelektron əməliyyatların avtomatlaşdırılmasına, real vaxtda kəşfiyyat və qərar qəbul etmə proseslərinin optimallaşdırılmasına imkan verir. Həmçinin 5G/6G kimi yüksək tezlikli rabitə şəbəkələri və kvant texnologiyaları vasitəsilə RES-in məlumat ötürmə sürəti, etibarlılığı və şifrələmə imkanları əhəmiyyətli dərəcədə artır. Bu texnologiyalar müdafiə qüvvələrinin strateji üstünlük əldə etməsi üçün vacib şərtlərdən biri kimi çıxış edir və dövlətlərarası rəqabətdə mühüm amil hesab olunur [4; 5]. Bununla yanaşı, RES-in texnoloji asılılığı yeni zəifliklərin və təhdidlərin yaranmasına səbəb olur. Məlumatın sızdırılması, rabitə kanallarının pozulması və elektron müharibə hücumları hərbi əməliyyatların effektivliyinə və milli təhlükəsizliyinə birbaşa təsir edə bilər [6]. Belə risklərin idarə olunması və qabaqlayıcı tədbirlərin təşkili dövlətlərin müdafiə strategiyalarında prioritet məsələlərdən birinə çevrilmişdir. Əlavə olaraq RES-in inkişafında beynəlxalq təcrübə və sənaye standartları mühüm əhəmiyyət kəsb edir. NATO və Avropa İttifaqı kimi hərbi ittifaqlar radioelektron kəşfiyyat, EW və çoxfunksiyalı sensor sistemlərinin strateji prioritetlər siyahısına daxil edilməsi ilə həm müdafiə, həm də proaktiv əməliyyat imkanlarını artırmışdır [7]. Müasir tədqiqatlar göstərir ki, AI, ML və adaptiv sistemlər RES-in döyüş qabiliyyətini əhəmiyyətli dərəcədə yüksəltməkdədir, eyni zamanda kiberməkanda yaranan risklərin idarə olunmasını da mümkün edir [8]. Bu kontekstdə tədqiqatın aktual və elmi əhəmiyyəti aydın olur: müasir müdafiə sistemlərinin effektivliyi RES-in inkişaf səviyyəsi, texnoloji imkanların integrasiyası və kiberməkandakı təhlükələrə qarşı adaptiv yanaşmalarla birbaşa bağlıdır. Tədqiqat RES-in strate-

giyadakı rolunu və gələcək perspektivlərini qiymətləndirməklə müdafiə sənayesində innovativ texnologiyaların tətbiqi və milli təhlükəsizlik üçün optimal həllərin müəyyənəşdirilməsinə elmi əsas yaradır. Beləliklə, məsələnin qoyuluşu tədqiqatın üç əsas aspektini əhatə edir:

1. radioelektron sistemlərin müasir hərbi əməliyyatlarda strateji əhəmiyyətini;

2. texnoloji integrasiyanın RES-in funksionallığı və əməliyyat üstünlüyü üzərində təsirini;

3. kiberməkan və elektromaqnit mühitində yaranan risklər və onların müdafiə strategiyalarına integrasiyasını.

Bu istiqamətlər tədqiqatın elmiəsaslı təhlilini, texnoloji yeniliklərin qiymətləndirilməsini və gələcək inkişaf perspektivlərinin müəyyənəşdirilməsini mümkün edir.

Material və metodları. Tədqiqatın material bazası müasir müdafiə təyinatlı radioelektron sistemlərin (RES) texnoloji və əməliyyat xüsusiyyətlərini əhatə edən elmi məqalələr, texnoloji hesabatlar və beynəlxalq müdafiə standartlarından ibarətdir. Tədqiqatın məqsədi müasir hərbi əməliyyatlarda RES-in strateji rolunu qiymətləndirmək, texnoloji integrasiyanın əməliyyat üstünlüyü üzərində təsirini müəyyən-

ləşdirmək və kiberməkan risklərinin müdafiə strategiyalarına integrasiyasını elmi əsaslarla təhlil etməkdir.

Metodologiya üç əsas istiqamət üzrə qurulmuşdur:

1. Radioelektron sistemlərin müasir hərbi əməliyyatlarda strateji əhəmiyyəti: Bu mərhələdə RES-in hərbi əməliyyatlarda strateji funksiyaları funksional təhlil üsulu ilə qiymətləndirilmişdir. Tədqiqat çərçivəsində radar sistemləri, elektron müharibə kompleksləri və komanda-nəzarət şəbəkələri kimi müdafiə təyinatlı RES-lər araşdırılmışdır. Hər bir sistemin əməliyyat sahəsində istifadəsi, elektromaqnit spektrinin idarə olunması qabiliyyəti və kəşfiyyat məlumatlarının toplanılması imkanları təhlil edilmişdir. Analiz nəticəsində hər bir sistemin taktiki və strateji üstünlükləri, əməliyyat effektivliyinə təsiri və real döyüş şəraitindəki performansı qiymətləndirilmişdir.

2. Texnoloji integrasiyanın RES-in funksionallığı və əməliyyat üstünlüyü üzərində təsiri: Bu istiqamətdə tədqiqat süni intellekt, böyük verilənlər analitikası, yüksək tezlikli taktiki rabitə və kvant kriptografiyası kimi müasir texnologiyaların RES funksionallığına təsirini araşdır-

Cədvəl 1.

RES-in strateji əhəmiyyəti, texnoloji integrasiya və kibermühit riskləri üzrə qiymətləndirmə

Təhlil istiqaməti	Araşdırılan RES növləri	Əsas əməliyyat funksiyaları	Texnoloji integrasiyanın təsiri	Kibermühit və spektr risklərinin idarəsi	Əməliyyat üstünlüyü və strateji töhfələr
1.Strateji əhəmiyyət	Radar sistemləri, komanda-nəzarət şəbəkələri, elektron müharibə kompleksləri	Kəşfiyyat, müşahidə, hədəf izləmə, komanda-nəzarət, spektrin idarəsi	-	Əməliyyat risklərinin ilkin qiymətləndirilməsi	Real vaxt kəşfiyyat və qərar dəstəyi imkanlarının artırılması; əməliyyat planlamasında dəqiqlik
2.Texnoloji integrasiya	Radar sistemləri, elektron müharibə kompleksləri,taktiki rabitə şəbəkələri	Hədəf aşkarlama, məlumat mübadiləsi, sensor integrasiyası	Süni intellekt, böyük verilənlər analitikası, kvant şifrələmə, yüksək tezlikli rabitə	Kibermühafizə mexanizmləri ilə birləşdirilmiş təhlükəsizlik	Qərarvermə sürətinin artması, sensorların birləşdirilmiş işləməsi, elektron müharibə əməliyyatlarının effektivliyi
3.Kibermühit risklərinin integrasiyası	Komanda-nəzarət platformaları, "anti-jamming" sistemləri, spektr monitorinqi	Rabitənin pozulması, elektron basdırma, spektrin qanunsuz istifadəsi, kibershücumlara qarşı müdafiə	Texnoloji müdafiə alətləri ilə birlikdə əməliyyat təhlükəsizliyinin artırılması	Risk matrisi və ssenariəsaslı qiymətləndirmə metodları	Müdafiə strategiyalarının çevikliyi, əməliyyat risklərinin sistemli idarəsi, strateji üstünlük təminatı

mışdır. Analiz çərçivəsində radar sistemləri və elektron müharibə komplekslərinə integrasiya olunmuş süni intellekt alqoritmlərinin hədəf aşkarlama və təhdid prioritetləşdirilməsində üstünlükləri qiymətləndirilmişdir. Eyni zamanda yüksək tezlikli rabitə sistemləri vasitəsilə əməliyyat sahəsində məlumat mübadiləsinin sürət və dəqiqliyi, kvant kriptografiyası ilə məlumatların təhlükəsizliyinin artırılması təhlil edilmişdir. Bu mərhələdə RES-in əməliyyat üstünlüyünü artıran texnoloji innovasiyalar və onların birgə işləmə potensialı sistemə şəkildə qiymətləndirilmişdir.

3. Kiberməkan və elektromaqnit mühitində yaranan risklər və onların müdafiə strategiyalarına integrasiyası: Üçüncü istiqamət kiberməkan və elektromaqnit mühitindəki risklərin RES və müdafiə strategiyalarının integrasiyasına yönəldilmişdir. Burada rabitənin pozulması, spektrin qanunsuz istifadəsi, elektron basdırma və kiberhücumlar kimi risk kateqoriyaları müəyyən edilmişdir. Təhlil zamanı RES-in kibermühafizə mexanizmləri, “anti-jamming” sistemləri və spektr monitorinqi vasitəsilə bu risklərin effektiv idarə olunma üsulları qiymətləndirilmişdir. Hər bir müdafiə təyinatlı sistem üçün potensial təhdid ssenariləri yaradılmış, risklərin qarşısının alınması və əməliyyat təhlükəsizliyinin təmin olunması üçün konkret strategiyalar formalaşdırılmışdır.

Ümumilikdə aparılan təhlil göstərir ki, hər üç istiqamət – strateji əhəmiyyətin təmin edilməsi, texnoloji integrasiya və kibermühit risklərinin idarəsi bir-biri ilə sıx integrasiya olunmuş şəkildə fəaliyyət göstərir və biri digərini tamamlayır. Strateji əhəmiyyət aspekti RES-in döyüş əməliyyatlarında real vaxt rejimində kəşfiyyat, hədəf izləmə, komanda-nəzarət və elektromaqnit spektrin idarəsi kimi əsas funksiyalar vasitəsilə əməliyyatların effektivliyinə birbaşa təsirini nümayiş etdirir. Texnoloji integrasiya isə bu funksiyaların reallaşdırılmasını daha yüksək sürət, dəqiqlik və çeviklik səviyyəsinə qaldırır, süni intellekt və böyük verilənlər analitikası kimi müasir texnologiyaların tətbiqi ilə qərarvermə proseslərini optimallaşdırır. Kibermühit və elektromaqnit spektrində yaranan risklərin idarəsi isə müdafiə strategiyalarının davamlılığını təmin edir, rabitə və sensor şəbəkələrinin təhlükəsizliyini qoruyur və elektron basdırma, kiber-

hücumlar, spektrin qanunsuz istifadəsi kimi potensial təhlükələri effektiv şəkildə azaldır. Bu üç istiqamətin integrasiyası RES-lərin yalnız texniki vasitələr kimi deyil, həm də əməliyyat planlamasında, taktiki qərarvermədə və strateji komanda-nəzarət proseslərində kritik rol oynayan kompleks sistemlər kimi fəaliyyət göstərməsinə imkan verir. Nəticədə integrativ yanaşma müdafiə təyinatlı RES-in əməliyyat üstünlüyünü təmin etməklə yanaşı, əməliyyat mühitində qarşıya çıxan risklərin sistemli idarəsini təmin edir və gələcək hərbi əməliyyatların planlaşdırılmasında əlmiasaslı, proqnozlaşdırıla bilən və texnologiyayönümlü töhfələr verir. Belə yanaşma həm mövcud döyüş əməliyyatlarının effektivliyini artırır, həm də RES-in gələcək inkişaf istiqamətlərinin müəyyənəşdirilməsinə, operativ və strateji qərarların dəqiqliyinin yüksəldilməsinə imkan yaradır. Üstəlik, bu integrativ model müdafiə sənayesində texnoloji yeniliklərin tətbiqini sürətləndirir, komanda-nəzarət və sensor integrasiyasının optimallaşdırılmasına şərait yaradır, eyni zamanda müasir hərbi əməliyyatlarda elektromaqnit üstünlüyün əldə edilməsini strateji baxımdan mümkün edir.

Problemin həlli. Müasir hərbi əməliyyatların mürəkkəbliyi, texnoloji inkişafın sürəti və kibermühitdə yaranan təhlükələr müdafiə təyinatlı radioelektron sistemlərin effektivliyini təmin etməyi çətinləşdirir. Bu problemlərin həlli yalnız fərdi texniki vasitələrin təkmilləşdirilməsi ilə məhdudlaşmır o həm də sistemli, integrativ və elmi əsaslara söykənən yanaşma tələb edir. RES-lərin müasir hərbi əməliyyatlarda əməliyyat üstünlüyünü təmin etməsi üçün strateji, texnoloji və risk idarəsi aspektləri bir-biri ilə sıx əlaqələndirilməlidir. Problemin həlli yanaşması da üç əsas istiqamət üzrə qurulmuşdur: *strateji əhəmiyyətin artırılması, texnoloji integrasiyanın optimallaşdırılması və kibermühit risklərinin idarəsi.*

Birinci istiqamət – **RES-in strateji əhəmiyyətinin artırılması** müasir hərbi əməliyyatların effektivliyində və döyüş qabiliyyətinin yüksəldilməsində əsas rol oynayır. Bu istiqamətdə müasir radar və sensor sistemlərinin yüksək dəqiqliklə hədəfəşkarlama qabiliyyəti, elektromaqnit spektrinin optimal istifadəsi, habelə komanda-nəzarət strukturlarında real vaxt çərçivəsində qərar dəstəyinin təmin olunması əsas

komponentlər kimi çıxış edir. Müasir RES-lər yüksək dəqiqlikli radar sistemləri vasitəsilə düşmənin mövqelərini və hərəkətlərini vaxtında aşkarlayır, bu isə taktiki və strateji planlamanın dəqiqliyini artırır. Sensor sistemlərinin integrasiyası həm torpaqda, həm də hava və dənizdə əməliyyatların koordinasiyasını təmin edir. Elektromaqnit spektrinin səmərəli idarə olunması, həmçinin qarşı tərəfin elektron mübarizə imkanlarının neytrallaşdırılmasına kömək edir, bu da döyüş qabiliyyətinin davamlılığını artırır. Komanda-nəzarət sistemlərinin real vaxt rejimində işləməsi qərarların sürətli və məlumatlı şəkildə qəbul edilməsini təmin edir, bu isə əməliyyat səmərəliliyini əhəmiyyətli dərəcədə yüksəldir. Strateji əhəmiyyətin artırılması yalnız əməliyyat səmərəliliyini yüksəltmir, həm də resursların optimal paylanmasına şərait yaradır, döyüş əməliyyatlarında riskləri azaldır və hərbi planlamada elmi əsaslı qərarların qəbuluna imkan verir. Bu yanaşma RES-in döyüş qabiliyyətini birbaşa gücləndirir və gələcək əməliyyatlarda strateji üstünlük əldə etmək üçün kritik rol oynayır. Aşağıdakı cədvəl RES-in strateji əhəmiyyət istiqamətindəki əsas komponentləri, funksiyaları və əməliyyat üstünlüyünə təsirini göstərir (cədvəl 2).

imkanları RES-in strateji dəyərini daha da artırır.

İkinci istiqamət – radioelektron sistemlərin funksionallığının və əməliyyat üstünlüyünün artırılmasında **texnoloji integrasiyanın rolunun** dərin təhlilini əhatə edir. Müasir döyüş əməliyyatlarında elektromaqnit mühitin mürəkkəbləşməsi, məlumat axınının artması və informasiya təhlükəsizliyi tələblərinin yüksəlməsi RES-in yalnız klassik texniki komponentlərdən ibarət olmasının kifayət etmədiyini göstərir. Bu səbəbdən süni intellekt, böyük verilənlər analitikası, yüksək tezlikli taktiki rabitə şəbəkələri, kvant şifrələmə və kiber-fiziki sistemlər kimi yeni nəsil texnologiyaların RES-in strukturuna integrasiyası zəruri elmi-praktik mərhələyə çevrilmişdir.

Süni intellektin tətbiqi radar və sensor məlumatlarının avtomatik işlənməsini sürətləndirir, yanlış pozitivlərin sayını azaldır və hədəf tanıma prosesini optimallaşdırır. Böyük verilənlər analitikası isə toplanılmış çoxmənbəli məlumatların sintezi və əməliyyat mənzərəsinin proqnozlaşdırılmasını mümkün edir. Yüksək tezlikli taktiki rabitə şəbəkələri (5G/6G əsaslı) vahid əməliyyat mərkəzləri ilə döyüş bölmələri arasında ultra aşağı gecikməli məlumat mübadiləsini təmin edir və qərarvermə prosesinin çevikliyini artırır. Kvant şifrələmə texnologiyaları kritik

Cədvəl 2.
RES-in strateji əhəmiyyət istiqaməti

Komponent	Funksiya və xüsusiyyətlər	Əməliyyat üstünlüyünə təsiri
Radar sistemləri	Yüksək dəqiqliklə hədəf aşkarlama, məsafə və sürət ölçümü	Hədəflərin vaxtında aşkarlanması, taktiki qərarların sürətlənməsi
Sensor integrasiya sistemi	Torpaq, hava və dəniz resurslarının məlumatlarının birləşdirilməsi	Əməliyyatların koordinasiyası, məlumatlı qərarvermə
Elektromaqnit spektrinin idarəsi	Düşmənin elektron mübarizəsinin neytrallaşdırılması, spektrin optimallaşdırılması	Döyüş qabiliyyətinin davamlılığının təmin edilməsi
Komanda-nəzarət strukturları	Real vaxt çərçivəsində qərar dəstəyi, resursların optimallaşdırılması	Resursların optimal istifadəsi, strateji və taktiki qərarların çevikliyi

Cədvəl və təhlil göstərir ki, strateji əhəmiyyət yalnız hər bir texniki komponentin səmərəliliyindən deyil, həm də onların integrasiyasından asılıdır. Radar, sensor və komanda-nəzarət sistemlərinin birgə fəaliyyəti, elektromaqnit üstünlük və məlumatlı qərarvermə

əməliyyat məlumatlarının kiber və elektron müdaxilədən qorunmasını gücləndirir, kiber-fiziki sistemlər isə hava, quru və dəniz platformalarının sinxron fəaliyyətini və integrasiyasını təmin edir. Bu texnologiyaların sistemli şəkildə birləşdirilməsi RES-in real vaxtda

adaptivliyini artırır, kompleks əməliyyat şəraitində müxtəlif mənbələrdən gələn təhdidlərə daha sürətli cavab verilməsini mümkün edir. Ümumilikdə təhlil göstərir ki, texnoloji integrasiya yalnız funksional genişlənmə yaratmır, həm də RES-in çevikliyi, dayanıqlığı və əməliyyat ehtiyaclarına uyğunlaşma qabiliyyətini gücləndirir. Bu isə müasir hərbi əməliyyatların dinamik xarakterində üstünlük əldə etmək üçün kritik strateji amildir.

qiymətləndirilməsi və adekvat müdafiə tədbirlərinin hazırlanması RES-in dayanıqlılığını təmin etmək üçün strateji əhəmiyyət kəsb edir. Analiz prosesində risklər bir neçə əsas kateqoriyaya bölünür. Rabitənin pozulması və elektron basdırma əməliyyat məlumatlarının itirilməsinə, eləcə də koordinasiyanın pozulmasına səbəb olur. Kiberhücumlar isə sistemlərin işləkliyi, məlumatların oğurlanmasına və ya manipulyasiyasına yol açır. Spektr qə

Cədvəl 3.
Texnoloji integrasiyanın RES-ə təsiri

Texnologiya	RES-də funksional rol	Əməliyyat üstünlüyünə təsiri
Süni intellekt (AI)	Hədəf aşkarlama və tanıma, məlumatların avtomatik emalı	Daha sürətli qərarvermə, yanlış pozitivlərin azaldılması
Böyük verilənlər analitikası	Çoxmənbəli məlumatların sintezi, əməliyyat proqnozlaşdırılması	Əməliyyat mənzərəsinin dəqiq təhlili, risklərin erkən aşkarlanması
Yüksək tezlikli taktiki rabitə (5G/6G)	Ultra aşağı gecikmə ilə məlumat mübadiləsi, real vaxtda koordinasiya	Döyüş bölmələrinin sinxron fəaliyyəti, komanda-nəzarət effektivliyi
Kvant şifrələmə	Şifrələnmiş rabitə, məlumatların müdaxilədən qorunması	Kiber və elektron hücumlardan qorunmada yüksək dayanıqlıq
Kiber-fiziki sistemlər	Platformalararası integrasiya, sensor-fuziya	Çevik əməliyyat koordinasiyası, çoxplatformalı sinxron fəaliyyət
Sensor integrasiya texnologiyaları	Radar, optik və elektron sensorlardan birləşmiş məlumat axını	

Üçüncü istiqamət – kibermühit və elektromaqnit spektrində *yaranan risklərin sistemli şəkildə idarə edilməsini* əhatə edir. Müasir hərbi əməliyyatlar təkcə fiziki mühitlə məhdudlaşmır, informasiya və elektromaqnit mühitindəki təhdidlər də döyüş effektivliyinə birbaşa təsir göstərir. Bu səbəbdən risklərin erkən aşkarlanması,

nunsuz istifadəsi, elektromaqnit müdaxilələr və digər potensial təhdidlər isə sensor və radar məlumatlarının dəqiqliyini azaldır, hədəf aşkarlama və müşahidə prosesinə mənfi təsir göstərir. Bu risklərin idarə olunması üçün bir neçə əsas müdafiə mexanizmi tətbiq olunur: *kibermühafizə tədbirləri, “anti-jamming” texnologiyaları, spektr*

Cədvəl 4.
Kibermühit və elektromaqnit spektri risklərinin idarə olunması

Risk kateqoriyası	Təsir mexanizmi	İdarəetmə və müdafiə mexanizmləri	Əməliyyat üstünlüyünə təsiri
Rabitənin pozulması	Əməliyyat məlumatlarının gecikməsi və koordinasiyanın pozulması	“Anti-jamming”, alternativ rabitə kanalları	Əməliyyatların fasiləsizliyi, koordinasiyanın qorunması
Kiberhücumlar	Sistemlərin işləkliyində müdaxilə, məlumat sızması	Kibermühafizə, şifrələmə, “firewall” və intruziya aşkarlama	Sistem təhlükəsizliyinin təmin olunması
Spektr qanunsuz istifadəsi	Sensor və radar məlumatlarının manipulyasiyası	Spektr təhlili, monitoring və dinamik paylanma	Məlumatların dəqiqliyinin qorunması
Digər potensial təhdidlər	Operativ fəaliyyətin pozulması və strateji planlamada səhvlər	Avtomatlaşdırılmış xəbərdarlıq, real vaxtda cavab mexanizmləri	Əməliyyat elastikliyi və risklərin erkən aşkarlanması

təhlili və monitoring sistemləri, avtomatlaşdırılmış xəbərdarlıq və cavab mexanizmləri. Bu tədbirlər RES-in əməliyyat təhlükəsizliyini artırır, döyüş qabiliyyətinin fasiləsizliyini təmin edir və əməliyyat mənzərəsində strateji elastikliyi gücləndirir. Sisteməlik və ssenariəsəslı yanaşma, həmçinin gələcək təhdid modellərinin proqnozlaşdırılmasını mümkün edir, beləliklə, müdafiə təyinatlı RES-in adaptivliyini və effektivliyini təmin edir.

Nəticə. Aparılan təhlillər onu göstərir ki, müdafiə təyinatlı radioelektron sistemlərin inkişaf perspektivləri yalnız texniki komponentlərin təkmilləşdirilməsi ilə məhdudlaşmır. Sistemlərin strateji əhəmiyyəti, texnoloji integrasiya və risklərin idarəsi bir-biri ilə sıx əlaqəlidir və onlar qarşılıqlı təsir nəticəsində əməliyyat səmərəliliyini və döyüş qabiliyyətini əhəmiyyətli dərəcədə artırır. Analiz göstərir ki, süni intellekt və böyük verilənlər analitikası kimi qabaqcıl texnologiyaların integrasiyası RES-in adaptivliyini və çevikliyini gücləndirir, bu isə mürəkkəb və dinamik əməliyyat mühitində qərarverməni sürətləndirir və hədəflərin dəqiqliyini artırır. Kibermühit və elektromaqnit spektrində yaranan risklərin sisteməlik idarəsi avtomatlaşdırılmış xəbərdarlıq və “anti-jamming” texnologiyaları vasitəsilə təmin olunduqda RES-in dayanıqlığı və əməliyyat təhlükəsizliyi daha etibarlı olur. Bu, müdafiə qüvvələrinə strateji elastiklik verir və mümkün təhdidlərə qarşı proaktiv reaksiya imkanlarını genişləndirir. Əldə olunan nəticələr göstərir ki, gələcək hərbi əməliyyatlarda RES-lərin inkişafı yalnız fərdi sistemlərin təkmilləşdirilməsinə deyil, həm də texnoloji integrasiya və risklərin idarəsi çərçivəsində holistik yanaşmanın tətbiqinə əsaslanmalıdır. Bu yanaşma müdafiə sənayesində stratejiya və texnologiyanın sintezini təmin edir, sistemlərin əməliyyat effektivliyini artırır və kompleks təhlükəsizlik mühitində üstünlük əldə etməyə imkan verir. Nəticə olaraq, RES-lərin perspektiv inkişafında texnoloji innovasiyalar, integrasiya olunmuş idarəetmə və risklərin qabaqlayıcı nəzarəti əsas prinsiplər kimi çıxış edir və müdafiə planlamasında elmiəsəslı qərarverməni dəstəkləyir.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat

1. Kopp R. Electronic Warfare and Radar Systems: Modern Trends and Developments, 2nd ed., New York, NY, USA: Springer, 2020.
2. Thompson D. Strategic Applications of Radio-Electronic Systems in Modern Military Operations. London, UK: Routledge, 2021.
3. Cummings T. Multi-Sensor Integration in Defence Systems. IEEE Trans. Aerosp. Electron. Syst., June, 2019, vol.55, no.3, pp.1120-1134.
4. Brezina J. Artificial Intelligence in Electronic Warfare: Opportunities and Challenges. J. Defence Technol., 2022, vol.18, no.2, pp.45-59.
5. Li. S, Zhang M. 5G/6G High-Speed Communications for Military Systems. IEEE Commun. Mag., July, 2020. vol.58, no.7, pp.26-32.
6. Grego M. Cyber Threats to Electronic Systems: A Strategic Assessment Int.J.Inf. Sec., 2020, vol.19, pp.305-320.
7. NATO Cooperative Cyber Defence Centre of Excellence. Electronic Warfare and Cyber Integration: Strategic Guidelines. Tallinn, Estonia, 2021.
8. Park H. et al. Machine Learning Approaches in Adaptive Radio-Electronic Systems. IEEE Access, 2021, vol.9, pp.87654-87668.
9. Wang L. Cognitive Radar and Sensor Fusion for Adaptive Electronic Warfare. IEEE Trans. Aerosp. Electron. Syst., Aug., 2021, vol.57, no.4, pp.2310-2325.
10. Kumar P., Singh R. Quantum Communication Techniques for Secure Military Networks. IEEE Commun. Lett., May, 2020, vol.24, no.5, pp.987-991.
11. Fernandez A. et al., AI-Driven Tactical Command and Control in Network-Centric Operations. J. Defence Modelling Simul., 2023, vol.19, no.3, pp.205-223.
12. Novak E. Integrated Cyber-Electronic Threat Assessment in Modern Defense Systems. Int. J. Cyber-Secur.Digit.Forensics, 2023, vol.12, no.2, pp.145-162.
13. Patel B. Mehta S. Multi-Domain Electronic Warfare: Challenges and Future Directions. Defence Sci.J., 2021, vol.71, no.4, pp.341-358.
14. Hughes R. High-Frequency Tactical Communication Systems for Resilient Military Net-

works. IEEE Commun. Mag., Mar., 2022, vol.60, no.3, pp.54-61.

Q.Gafarov, A.Rzayeva

Analysis of development prospects of radioelectronic systems in the context of defense systems and technological integration

Abstract

The effectiveness of defense systems in modern military operations is measured by the strategic importance of radio-electronic systems (RES). The article analyzes the development prospects of RES from the perspective of technological integration, cyber environment risk management, and operational superiority. The study shows that technological tools such as modern radar and sensor technologies, high-frequency tactical communication networks, artificial intelligence, and quantum encryption increase the functionality of RES. In addition, the article explains the systematic management of risks arising in the cyber environment and the electromagnetic spectrum, ensuring the operational security of RES through "anti-jamming" and cyber protection measures. Based on the analysis, it was concluded that the strategic, technological, and security-oriented integration of RES plays a critical role in defense planning and allows for the effective management of future military operations on a scientific basis.

К.Гафаров, А.Рзаева

Анализ перспектив развития радио-электронных систем в контексте оборонных систем и технологической интеграции

Аннотация

Эффективность оборонных систем в современных военных операциях измеряется стратегической значимостью радиоэлектронных систем (РЭС). В статье анализируются перспективы развития РЭС с точки зрения технологической интеграции, управления рисками в киберсреде и оперативного превосходства. Исследование показывает, что такие технологические средства, как современные радиолокационные и сенсорные технологии, высокочастотные тактические сети связи, искусственный интеллект и квантовое шифрование, повышают функциональность РЭС. Кроме того, в статье рассматривается систематическое управление рисками, возникающими в киберсреде и электромагнитном спектре, обеспечение оперативной безопасности РЭС посредством мер «противоподавления» и киберзащиты. На основе анализа сделан вывод о том, что стратегическая, технологическая и ориентированная на безопасность интеграция РЭС играет решающую роль в оборонном планировании и позволяет эффективно управлять будущими военными операциями на научной основе.