

UOT 355/359

## **İDARƏ OLUNMAYAN RAKETİN (ARTİLLERİYA MƏRMİSİNİN) HƏRƏKƏT EDƏN DÜŞMƏN TEXNİKASINA YÖNƏLDİLMƏSİ MƏSƏLƏSİNİN RİYAZİ ASPEKTLƏRİ**

**polkovnik-leytenant Bəhrüz Hüseynov<sup>4</sup>  
m.t.h.e.d., professor Elşən Həşimov<sup>1, 2</sup>**

[hasimovel@gmail.com](mailto:hasimovel@gmail.com)

**tex.e.d, dosent Elxan Səbzəyev<sup>3, 5</sup>**

<sup>1</sup>Milli Müdafiə Universiteti

<sup>2</sup>Azərbaycan Texniki Universiteti

<sup>3</sup>Milli Müdafiə Universitetinin Hərbi Elmi Tədqiqat İnstitutu

<sup>4</sup>Hərbi İdarəetmə İnstitutu

<sup>5</sup>İdarəetmə Sistemləri İnstitutu

DOI: 10.30546/9878.2024.1.10.85.

**Xülasə.** Məqalədə müasir döyüşlər zamanı tətbiq edilən adi atəşlə zərərvurma vasitələrinin döyüş keyfiyyətinin davamlı yüksəldilməsi, onların dəqiqliyinin, atış məsafəsinin və zərərvurma effektivliyinin artırılmasına təsir edən amillər haqqında məlumat verilir. Həmçinin müəyyən zaman anında cari koordinatları və hərəkət sürəti müəyyənləşdirilmiş düşmən texnikasının aşkarlanması, düşmənin nəzərdə tutulan tapşırıqından və relyefin xüsusiyyətlərindən çıxış edərək bu texnikanın ehtimal olunan hərəkət trayektoriyasının hesablanması və bu zaman idarə olunmayan raketin (artilleriya mərmisinin) düzxətli uçuşunu nəzərə alaraq, onun hədəfə yönəldilmə məsələsinin riyazi modelinin işlənməsi məsələsinə baxılır. Tədqiqatın məqsədi aşkar edilmiş hədəf barədə məlumat alan texnikanın (təyyarə, pilotsuz uçuş aparatı, artilleriya qurğusu və digər) düşmən texnikasını (hədəfi) sıradan çıxarmaq üçün idarə olunmayan raketin (artilleriya mərmisinin) həmin hədəfə yönəldilməsi məsələsinin riyazi həll edilməsidir. Tədqiqatın elmi yeniliyi idarə olunmayan raketin (mərmimin) hərəkət edən obyektə yönləndirilməsinin riyazi modelinin işlənməsidir. Tədqiqat nəticəsi olaraq aşkar edilmiş, cari koordinatları və hərəkət sürəti müəyyənləşdirilmiş hədəfin (düşmən texnikasının) idarə olunmayan raketdən (artilleriya mərmisindən) istifadə etməklə sıradan çıxarılmasının riyazi həlli verilmişdir.

**Açar sözlər:** pilotsuz uçuş aparatı, avtomobil (zirehli) kolonu, hərəkət trayektoriyası, hədəfə yönləndirmə, hədəf, artilleriya mərmisi

### **Giriş**

Müasir müharibələr daha az insan, lakin daha müasir texnologiya tələb edən döyüş maşınları ilə aparılır. Gələcəkdə müharibələrin süni intellektin tətbiqi ilə uzaqdan idarə olunan pilotsuz və ya avtonom silahlar arasında olacağı güman edilir [1-3]. Süni intellekt və ya uzaqdan idarəetmə ilə idarə olunan pilotsuz təyyarə və silah sistemlərinin reallaşacağı müharibələrdə texnoloji üstünlüklər ön plana çıxacaq, komanda-idarəetmə mərkəzləri ilə qərar qəbul edənlər arasında daha sürətli və daha dəqiq məlumat ötürülməsinə ehtiyac yaranacaqdır [4-7]. Belə ki, müasir döyüşlər zamanı tətbiq edilən adi atəşlə zərərvurma vasitələrinin döyüş keyfiyyətinin davamlı yüksəldilməsi onların dəqiqliyinin, məsafəsinin və zərərvurma effektivliyinin artmasına səbəb olur. Bu amillər isə öz növbəsində atəşlə zərərvurma vasitələrinin və ümumqoşun birləşmə, hissə və bölmələrinin döyüş imkanlarının artmasını təmin edir. Döyüşlər daha dinamik və tez-tez dəyişən taktiki şəraitlərdə cərəyan edir. Müasir döyüşlər qətiyyətliliyi, yüksəkmanevrliliyi və gərginliyi, eləcə də tətbiq edilən yeni döyüş üsulları ilə fərqlənir. Döyüşlər zamanı adi müasir atəşlə zərərvurma vasitələrinin tətbiqi qısa müddətdə düşmənin döyüş düzülüşündə böyük itkilər və boşluqlar yaradır. Tədqiqatların təhlili nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, düşməne atəşlə zərərvurma artilleriya bölmələri üçün hərtərəfli və düşünülmüş qaydada planlaşdırmaqla döyüş tapşırığını vaxtında və az itkilərlə yerinə yetirmək mümkündür, lakin bu tapşırıqların yerinə yetirilməsi

üçün ən vacib şərtlərdən biri bölmələrin yüksək döyüş hazırlığına malik olması və yeni texnologiyaların düzgün tətbiqidir.

İkinci Qarabağ və Rusiya–Ukrayna müharibələrinin təcrübəsi göstərdi ki, hazırlıqlı şəxslərin, heyətin olması döyüşdə uğur qazanmaq üçün əsas faktordur. Əməliyyat rayonunda bu şəxsi heyətin bir bölgədən digər bölgəyə təhlükəsiz daşınması ən vacib və problemlə məsələlərdən biridir. Onların daşınması isə əsasən avtomobil – zirehli texnikaları ilə yerinə yetirilir. Müharibələrin gedişini araşdırdıqda görürük ki, döyüş fəaliyyətlərinin aparılması zamanı şəxsi heyətin döyüş meydanına daşınmasında verilən itkilər, həmin əməliyyata cəlb olunan şəxsi heyətin 10-20%-ə qədərini təşkil edir. Bu baxımdan, pilotsuz uçuş aparatlarının (PUA) əməliyyat rayonunda kütləvi tətbiqi bu yerdəyişmələrin və daşınmaların fasiləsiz olaraq müşahidə edilməsi, bu haqda kəşfiyyat məlumatlarının əldə olunması, artilleriya və raket zərbələrinin istiqamətləndirilməsi, həmçinin bu bölmələrə atəş təsirinin göstərilməsini təmin edir [8, s.231].

PUA döyüş tapşırığını yerinə yetirdiyi zaman hədəfi aşkar etdikdən sonra nəzərdə tutulan hündürlükdə “asılaraq” (yerdəyişmə etmədən) ərazinin monitorinqini (müşahidəsini) həyata keçirir. Bu halda PUA aşkarlanmış hədəfi identifikasiya etdikdən sonra radioməsafəölçən vasitəsilə hədəfə qədər məsafəni təyin edir. Monitorinq prosesində PUA-nın bortunda yerləşdirilmiş naviqasiya cihazlarının məlumatları əsasında videokameranın (radioməsafəölçən qurğunun) hədəfə yönəlmə bucaqları təyin oluna bilər. Tədqiqat zamanı qarşıya qoyulan əsas məsələ həmin məlumatlar əsasında hədəfin coğrafi koordinatlarının təyin olunma modelinin işlənilməsidir [9,10].

Hərbi texnikanın kompüterləşdirilməsinin sürətlənən tempini, xarici dövlətlərin orduları tərəfindən robotlaşdırılmış döyüş sistemlərinin tətbiqini, şəbəkə mərkəzli prinsiplərin, “çoxsahəli” döyüşlər və “mozaika” döyüş əməliyyatları nəzəriyyələrinin işlənilməsi və tətbiqini nəzərə alaraq, kiberməkanda qarşıdurmanın əhəmiyyəti artır. Bu şəraitdə yalnız odlu silahların istifadəsi ilə üstünlük əldə etmək mümkün deyil, rabitə şəbəkələrinə, onlarda doluşan məlumatlara, avtomatlaşdırma proqramlarına xüsusi proqram təminatı tətbiq etmək lazımdır. Nəticə etibarilə, radioelektron mühitdəki dəyişikliklərə operativ reaksiya vermək, düşmənin məlumat və proqram təminatına təsir metodlarının uyğunlaşdırılması və çevikliyi, hesablama və idrak (intellektual) imkanlarını üstələmək həlledici əhəmiyyət kəsb edir.

Qeyd etmək lazımdır ki, müasir PUA və digər kəşfiyyat vasitələrinin istifadəsi ilə hərbi təyinatlı geoinformasiya sistemlərinin bir sıra məsələlərini həll etmək, ərazinin kəşfiyyatını aparmaq və görünməyən obyektləri aşkarlamaq, aşkarlanmış obyektlərin koordinatlarını təyin etmək, eləcə də raket və mərmiləri aşkar olunmuş hədəfə yönəltmək mümkündür [11-17].

Son illərə qədər döyüş taktikasında göstəriləndiyi kimi hücumda tabor kolonlarına açılma həddi düşmən artilleriyasının əsas hissəsinin effektiv atəş məsafəsindən kənarda, onun müdafiəsinin ön xəttindən 8-10 km məsafədə, bölük kolonlarına açılma həddi düşmən müdafiəsinin ön xəttindən 4-5 km məsafədə, taqım kolonlarına açılma həddi isə düşmən müdafiəsinin ön xəttindən 2-3 km uzaqlıqda, **mümkün qədər ərazinin təbii hündürlükləri (təpələri) arxasında** təyin olunur [18, s.132].

Lakin müasir PUA və kəşfiyyat vasitələrinin tətbiqi şəraitində bu məsafələrdə tabor, bölük və ya taqım kolonlarında texnikaların yaxınlaşması çox təhlükəlidir.

Müxtəlif artilleriya sistemlərindən atılan, lazer GPS-lə idarə olunan başlıqlı mərmilərin (raketlərin, minaların) seçilən hədəflərə yönəldilməsi də PUA-nın döyüş imkanlarına aiddir [19, s.7; 20, s.373]. Düşmənin döyüş meydanına yaxınlaşan bir avtomobil texnikasında 20-30 nəfər hazırlıqlı döyüşçüsünün olduğunu nəzərə alsaq, həmin texnikanın məhv edilməsinin çox əhəmiyyətli olduğu aşkardır. Bir avtomobil (zirehli) kolonunun tələfata uğradılması isə qarşı tərəfin döyüş düzülüşünün pozulması üçün optimal üsullardan hesab edilir.

### **Hərəkət edən hədəfə raketin (artilleriya mərmisinin) yönəldilməsi məsələsinin riyazi modeli**

**Məsələnin qoyuluşu.** Hesab edilir ki, müəyyən zaman anında düşmən texnikası aşkar edilmiş və bu zaman onun cari koordinatları və hərəkət sürəti müəyyənləşdirilmişdir [3]. Həmçinin, düşmənin nəzərdə tutulan hərbi tapşırığından və relyefin xüsusiyyətlərindən çıxış edərək bu texnikanın ehtimal

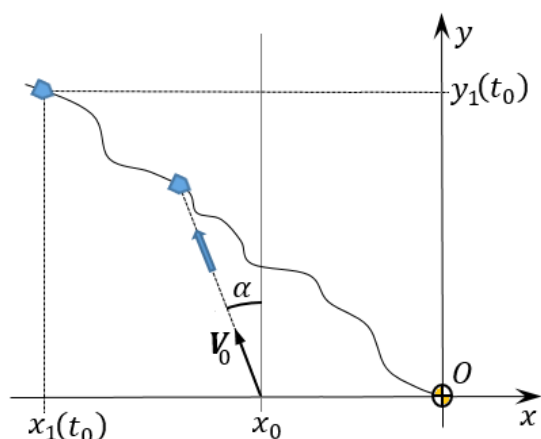
olunan hərəkət trayektoriyasını hesablamaq mümkündür. Qeyd edək ki, bu hərəkət trayektoriyası müəyyən şəkildə, məsələn, splayn şəklində qurula bilər [21-23].

Tələb olunur ki, aşkar edilmiş hədəf barədə məlumat alan texnikanın (təyyarə, PUA, artilleriya qurğusu və digər) düşmən texnikasını sıradan çıxarmaq üçün idarə olunmayan raketin (artilleriya mərmisinin) ona yönəltmə istiqaməti və həmin raketin (artilleriya mərmisinin) hədəfə qədər qət edəcəyi uçuş məsafəsi müəyyən edilsin.

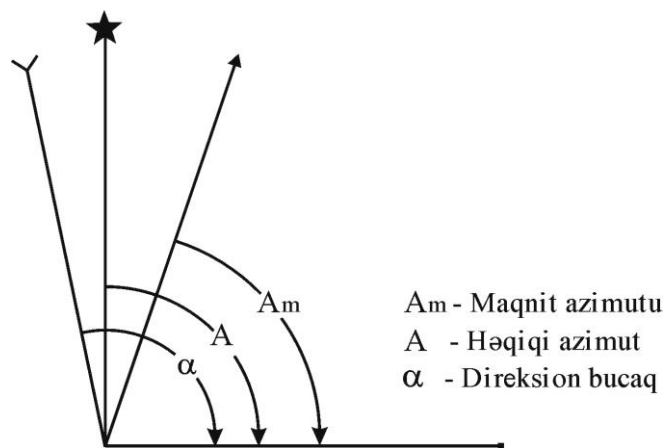
İdarə olunmayan raketin düzxətli uçuşunu nəzərə alaraq, onun uçuş hündürlüyü ilə müqayisədə hədəfin Yer səthində hərəkəti zamanı onun hündürlüyünün üfüqə nəzərən dəyişməsi nəzərə alınmaya bilər. Başqa sözlə, idarə olunmayan raketin (artilleriya mərmisinin) hədəfə yönəldilmə məsələsi müstəvi koordinatlarla həll oluna bilər.

**Məsələnin riyazi formalizasiyası.** Məsələnin riyazi modelini yazmaq üçün yerlə bağlı Oxy düzbucaqlı koordinat sistemini daxil edək. Koordinat sistemini elə yerləşdirək ki, onun başlanğıcı düşmən texnikasının hədəfləndiyi məntəqədə yerləşsin, Oy oxu isə üfünün tərəflərinə nəzərən şimal istiqamətində yönəlsin.

Tutaq ki, düşmən texnikası müəyyən  $t_0$  anında aşkar edilmişdir və o, koordinat başlanğıcında yerləşən obyektə tərəf hərəkət edir (Şəkil 1). Hesab edilir ki, onun hərəkət sürəti, həmçinin nəzərdə tutulan döyüş tapşırığından və relyefin xüsusiyyətlərindən çıxış edərək Oxy koordinat sistemində nəzərdə ehtimal olunan hərəkət trayektoriyası hesablanmışdır.  $t \geq t_0$  zamanından asılı olaraq hesablanan hərəkət trayektoriyasını  $(x_1(t); y_1(t))$  kimi işarə edək. Məsələnin mahiyyətindən aydındır ki,  $x_1(t)$  və  $y_1(t)$  funksiyaları kəsilməz funksiyalar hesab olunacaq. Həmçinin hesab edəcəyik ki,  $y_1 = y_1(x_1)$  funksiyası monoton xarakterə malikdir.



Şəkil 1. Düşmən texnikasının hərəkət sxemi



Şəkil 2. İstiqamət bucaqları

Sadəlik üçün hesab edilir ki, düşmən haqqında məlumat alan texnika  $\{y = 0\}$  xətti üzərində müəyyən  $(x_0; 0), |x_0| \leq |x_1(t_0)|$  nöqtəsində yerləşir. Buraxılan raketin hərəkət sürətini  $V_0$ , onun mümkün buraxılma azimut bucağını  $\alpha$  ilə işarə edək. Qeyd edək ki, meridianın şimal istiqaməti ilə verilən istiqamət arasında qalan və saat əqrəbinin hərəkəti üzrə ölçülən bucağa azimut deyilir. Azimutun qiyməti  $0-360^\circ$  arasında dəyişir. Həqiqi meridiandan ölçülən bucağa həqiqi azimut (A), maqnit meridiandan ölçülən bucağa maqnit azimutu ( $A_m$ ), ox meridiandan (və ya ona paralel olan kilometr şəbəkəsinin şaquli xəttindən) başlayaraq ölçülən bucağa isə direksion bucağı deyilir (Şəkil 2) [24, s.60].

İdarə olunmayan raketin (artilleriya mərmisinin) hərəkət edən düşmən texnikasına yönəldilməsi məsələsi belə ifadə edilə bilər:

Alınan məlumatların emalına müəyyən qədər vaxt sərf olunduqdan sonra müəyyən  $t_1$  zaman anında düşmən texnikasını sıradan çıxartmaq üçün raket (artilleriya mərmisi) buraxılır (atılır). Elə  $t_2$  zaman anını və  $\alpha$  bucağını tapmaq lazımdır ki,  $t_1$  anında buraxılan raket  $t_2$  anında düşmən texnikası ilə eyni bir  $(x_1(t_2), y_1(t_2))$  nöqtəsində (məntəqəsində) olsun.

**Məsələnin həlli.** Deyilənləri nəzərə alaraq, raketin hərəkət tənliklərini aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$\begin{cases} x(t) = x_0 + V_0 \cdot \sin \alpha \cdot (t - t_1), \\ y(t) = V_0 \cdot \cos \alpha \cdot (t - t_1). \end{cases} \quad (1)$$

Onda  $t_2$  anında raketin düşmən texnikasına çatma şərti belə yazılır:

$$\begin{cases} x_1(t_2) - x_0 = V_0 \cdot \sin \alpha \cdot (t_2 - t_1), \\ y_1(t_2) = V_0 \cdot \cos \alpha \cdot (t_2 - t_1). \end{cases} \quad (2)$$

(2) tənliklərini kvadrata yüksəldib tərəf-tərəfə toplasaq,  $t_2$  dəyişəninə nəzərən aşağıdakı tənlik alınır:

$$(x_1(t_2) - x_0)^2 + y_1^2(t_2) - V_0^2(t_2 - t_1)^2 = 0. \quad (3)$$

$x_1(t)$  və  $y_1(t)$  funksiyaları  $t$  zaman dəyişəninə görə kəsilməz olduğundan, əvvəlcə (3) tənliyinin mümkün həllərini lokallaşdırmaq (bir-birindən ayırmaq) [25, s.190] və onu dixotomiya, yaxud vətərlər üsulu [25, s.197] ilə həll etmək olar.

Nəticədə  $t_2$  dəyişəni üçün bir və ya bir neçə qiymət tapıla bilər. Bu qiymətlərdən eləsini seçmək lazımdır ki,  $x_1^2(t_2) + y_1^2(t_2)$  cəmi mümkün qədər maksimal olsun.

Bundan sonra (2) tənliklər sistemindən  $\alpha$  bucağı aşağıdakı kimi hesablanı bilər:

$$\alpha = \arctg \frac{x_1(t_2) - x_0}{y_1(t_2)}. \quad (4)$$

Məsələnin qoyuluşunda aşkar edilmiş, cari koordinatları və hərəkət sürəti müəyyənləşdirilmiş düşmən texnikasının idarə olunmayan raketin (artilleriya mərmisinin) istifadəsi ilə sıradan çıxarılmasının həlli yolu qeyd edilmişdir. Bu məsələdən istifadə etməklə, eyni zamanda düşmənin bir neçə texnikadan ibarət avtomobil (zirehli) kolonunu da sıradan çıxarmaq mümkündür.

### **Kolonlara tələfat atışının bəzi aspektləri**

Bir qayda olaraq, kolonlara tələfat atışı onların hərəkətini qadağan etmək və yaxud ləngitmək məqsədilə aparılır. Kolonların kəşfiyyatı və onlara qarşı aparılan atəşə düzəlişlər etmək üçün SNAR (AYKS) tipli radiolokasiya stansiyaları, kvant uzaqlıqölçəni və vertolyot (PUA) cəlb edilir.

Uzunluğu 700 metrə qədər olan piyada və avtomobil kolonlarına atış üçün bir divizion cəlb edilir. Bu zaman kolonun önü nişanalma nöqtəsi kimi qəbul edilir. Kolonun uzunluğu çox olduqda bir neçə divizion cəlb olunur. Bu halda divizionlardan biri kolonun ön tərəfinə atəş aparır, qalan divizionların atəşi kolonun uzununu boyu elə bölüşdürülür ki, divizionların nişanalma nöqtələri arasındakı məsafə 700 metrdən çox olmasın. Tanklar, özühərəkətdən zirehli toplar və başqa zirehli hədəflər kolonuna atəş aparıldıqda, kolonun hər bir hissəsinə 100 mm və daha iriçaplı toplarla silahlanmış iki divizion cəlb edilir.

Kolonlara atış üçün əvvəlcədən qarşılama nöqtəsinə atəş hazırlanır. Bunun üçün divizion komandiri (qərargah rəisi) düşmənin yerləşdiyi ərazidəki yol şəbəkəsini nəzərə alaraq, xəritədə ən ehtimal olunan hərəkət marşrutlarını qeyd edir. Bu marşrutları radiolokasiya stansiyasının rəisi də (PUA-nın operatoru, vertolyotun şturman-düzəlişçisi) planşetinə çəkir.

Qeyd olunmuş hərəkət marşrutlarında divizion komandiri (divizionun qərargah rəisi) radiolokasiya stansiyasının rəisi ilə (PUA-nın operatoru və vertolyotun şturman düzəlişçisi ilə) birlikdə radiolokasiya (hava) kəşfiyyatının görmə hüdudlarında, bir qayda olaraq, keçidləri (körpüləri), dar dərələri və yol qovşaqlarını qarşılama nöqtələri kimi təyin edirlər. Əgər kolonun hərəkəti qeyd olunmuş marşrutların heç biri ilə düz gəlmirsə, onda onun hərəkət marşrutunu (kursunu) və qarşılama nöqtələrinin

yerini atəşi hazırlamanın gedişində kəsmələrin (hərəkəti müşahidənin) nəticələrinə görə müəyyən edirlər.

Tələfat atışı üçün göstəricilər tam hazırlıq üsulu, atəşin reperlərdən köçürülməsi ilə, yaxud sınaq atışı topunun məlumatlarından istifadə etməklə müəyyən edilir. Qabaqcadan qeyd olunmuş marşrutlara atəş hazırlığı zamanı şərait imkan verirsə, tələfat atışı üçün göstəricilər tək-tək atışlarla yoxlanılır [26, s.153; 155].

Kolonların tələfatı yeyin atəşlə aparılan atəş basqınları ilə yerinə yetirilir. Əgər atəş basqınından sonra kolonun dayandığı məlum olduqda, lazım gələrsə, göstəricilərə düzəliş verib atəş basqını təkrar edirlər. Kolonun hərəkəti davam etdiyi zaman yeni qarşılama nöqtəsinə atəş hazırlanır və atəş basqını edilir. Bu halda birinci nöqtəyə atarkən partlayışlar qrupu mərkəzinin sapması nəzərə alınır.

Divizion kolona atışı 100 metrə bərabər şkala ilə kolon hərəkətinin istiqamətindən asılı olmayaraq yelpik arası 50 metr olan bir bucaqölçən göstəricisində aparılır [26, s.153; 155].

Bundan başqa, zirehli hədəfləri və hərbi obyektləri ilk atışda məhv etmək üçün nəzərdə tutulmuş 152 və ya 155 mm çaplı, reaktiv mühərrikli və yüksək dəqiqliyə malik idarə olunan “krasnopol” artilleriya sursatlarından da istifadə olunur [27].

Kolonun tələfatı üçün divizion komandiri (qərargah rəisi) qərar qəbul edib kolonun məhv olunacağı qarşılaşma nöqtəsinə təyin edir və atəş çağırışı üçün komanda verir. Beləliklə, piyada kolonlarını aşkar olunduğu qarşılaşma nöqtəsində tələfata uğradırlar.

Tanklar (PDM, ZTR), özüyəriyən toplar kolonlarını, eləcə də avtomobil kolonlarını qarşılaşma nöqtəsində, hərəkət etdikləri istiqamətdə tələfata uğradırlar. Atəş, kolonun divizionun atəşi hazırladığı qarşılaşma nöqtəsinə çatması ilə açılır.

Kolonun tələfatı üçün atış ümumi qaydalarla aparılır:

1. Tanklar kolonuna atış zərbə təsirli qəlpəli-fuqas mərmilərlə, partladıcının qəlpəli və fuqas qoyuluşunda (təqribən bərabər sayda) aparılır.

2. PDM, ZTR, özüyəriyən toplar kolonuna atış radiopartladıcılı, yaxud qəlpələnən təsirli zərbə partladıcılı mərmilərlə, piyada və avtomobil kolonlarına isə bundan başqa, qəlpəli təsirli kaset mərmiləri ilə aparılır. Müşahidə olunan piyada və avtomobil kolonlarına bunlardan başqa distansiya partladıcılı (trubkalı) mərmilər tətbiq edilə bilər.

3. Müşahidə olunan müstəqil ayrı hərəkət edən motoatıcı (piyada) qruplarını, bir qayda olaraq, batareyanın atəşi ilə tələfata uğradırlar.

Hərəkət edən hədəfin kəşfi və koordinatlarının təyin olunması üçün uzaqölçəndən istifadə edilir. Tələfat atışı üçün göstəriciləri ümumi qaydalarla müəyyən edirlər və atışın gedişində dəqiqləşdirirlər. Tələfat atışını batareyaya nişangahın və bucaqölçənin bir göstəricisində hədəf eni yelpiklə (yelpikarası məsafə 50 m-dən çox olmayaraq), yeyin atəş seriyaları ilə aparılır.

Motoatıcı (piyada) qrupunu radiopartladıcılı, distansiya partladıcılı (trubkalı) mərmilərlə, qəlpəli təsirli kaset mərmilərlə, radiopartladıcılı, yaxud zərbə təsirli partladıcılı qəlpəli-fuqas mərmilərlə, partladıcının qəlpəli, yaxud ləngidilmiş qoyuluşunda (rikoşetlər almaq üçün) tələfat atışına tuturlar [26, s.153; 155].

Mərminin uçuşu qeyd olunan hədəfə tuşlanan lazer işarəsinə görə aerodinamik sükanlarla həyata keçirilir. Atış məsafəsini artırmaq üçün mərminin reaktiv mühərriki və qaz generatorundan istifadə edilir. İnkişaf etmiş aerodinamik səthlər hədəfin planlaşdırılmasını təmin edir, mərminin uçuş sürətini artırır və hündürlük məhdudiyyətlərini azaldır. PUA-ların bu cür sursatların istifadəsi ilə tətbiqindən yüksək nəticələr əldə etmək olar. Hədəfi aşkar edərkən PUA-da quraşdırılan lazer istiqamətləndiricisini həmin hədəfə tuşlamaqla idarə olunan sursatların köməyi ilə dərhal hədəfi məhv etmək mümkündür. Bu sursatların idarə olunan raketlərdən əsas fərqi başlanğıc sürətinin çox olması, döyüş başlığının sursatının həcminə görə böyük olması və maliyyə cəhətdən daha ucuz başa gəlməsidir.

## Nəticə

PUA-nın kəşfiyyat, atəşlə zərərvurma, eləcə də raket və artilleriya zərbələrinin yönləndirilməsi və birbaşa zərbə vasitəsi kimi istifadə edilməsi döyüş taktikasının dəyişməsinə səbəb olmuş, hərbi sənətində

genişmiqyaslı müharibələrin aparılması baxımından unikal bir yeniliyin əsasını qoymuşdur. Belə ki, PUA-ların tətbiq edildiyi döyüş taktikası lokal silahlı münaqişələrdə istifadə edilən taktikadan xeyli fərqlənir. Bu fərq özünü müharibənin miqyasında, qarşı tərəflərin döyüş potensialında, həm də döyüşlərin dağlıq ərazidə, çətin relyef şəraitində aparılmasında göstərir. Hər bir müharibədə insan faktoru ilə yanaşı, iqtisadi məsələlər də önəm daşıyır. Hərbi əməliyyatlar zamanı idarə olunan raketlərin istifadəsi iqtisadi baxımdan çoxlu xərc tələb edir. Bu halda idarə olunmayan raketlərdən (artilleriya mərmilərindən) istifadə edərək, dəqiq hesabatlar aparmaqla həmin hədəflərin məhv edilməsi mümkündür.

Təklif edilən riyazi yanaşma idarə olunmayan raketin (artilleriya mərmisinin) hərəkət edən tək hədəfə və ya texnika (piyada) kolonuna yönəldilməsinin riyazi modelini və onun alqoritmini işləməyə, baxılan prosesi avtomatlaşdırmağa imkan verir.

### İstifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısı

1. Haner, J., Garcia, D. The Artificial Intelligence Arms Race: Trends and World Leaders in Autonomous Weapons Development // Wisconsin: Global Policy – 2019. №3. Vol. 10, – p. 331-337.
2. Barxudarov, R., Hashimov, E.G., Talibov, A.M. Artificial intelligence and autonomous weapon systems // – Baku: National Security and Military Sciences, – 2021. №2(7), – s.7-14.
3. Kania, E.B. Battlefield singularity: Artificial Intelligence, Military Revolution, and China's Future Military Power: [Electronic resource] / – May 17, 2019.  
URL: <https://www.cnas.org/publications/reports/battlefield-singularity-artificial-intelligence-militaryrevolution-and-chinas-future-military-power>
4. Ibrahimov, B.G., Hashimov, E.G., Talibov, A.M., Hasanov, A.H. Research and analysis indicators fiber-optic communication lines using spectral technologies // – Kharkov: Advanced information systems, – 2022. № 1, (6), – p.61-64. doi: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2022.1.10>
5. Stodola, P., Mazal, J. Architecture of the advanced Command and Control System, “2017 International Conference of Military Technologies (İCMT) // – Czech Republic, – 2017, – p. 340-343. doi:10.1109/MILTECHS. 2017. 7988781.
6. Ibrahimov, B.G., Hashimov, E.G. Analysis and selection performance indicators multiservice communication networks based on the concept NGN and FN // – Kharkov: Computer and information systems and technologies, – 2021. April. – p.96-98. doi: <https://doi.org/10.30837/csitic52021232904>
7. Roger, N., Charles, K. The Russian Military Decision-Making Process and Automated Command and Control // – GİDSresearch, – Hamburg. – 2020.2.  
URL: [https://www.researchgate.net/profile/CharlesBartles/publication/345212545\\_The\\_Russian\\_Military\\_DecisionMaking\\_Process\\_Automated\\_Command\\_and\\_Control/links/5fa09e18458515b7cfb5b122/The-Russian-Military-Decision-Making-Process-Automated-Command-and-Control.pdf](https://www.researchgate.net/profile/CharlesBartles/publication/345212545_The_Russian_Military_DecisionMaking_Process_Automated_Command_and_Control/links/5fa09e18458515b7cfb5b122/The-Russian-Military-Decision-Making-Process-Automated-Command-and-Control.pdf)
8. Hashimov, E. G., Huseynov, B. S. Some aspects of the combat capabilities and application of modern UAVs // – Baku: National Security and military knowledges. – 2021. №3(7). – s.14-24.
9. Hashimov, E.G., Sabziev, E.N., Huseynov, B.S., Huseynov, M.A. Mathematical aspects of determining the motion parameters of a target by UAV // – Kharkov: Advanced Information Systems, – 2023. 7(1). – p.18-22. <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2023.1.03>
10. Bayramov, A.A., Hashimov, E.G. The numerical estimation method of a task success of UAV reconnaissance flight in mountainous battle condition // – Kharkov: Advanced Information Systems. – 2017. №2(1) – p. 70-73.
11. Bayramov, A. A., Hashimov, E. G. Application SMART for Small Unmanned Aircraft System of Systems // Handbook of Research on Artificial Intelligence Applications in the Aviation and Aerospace Industries. – IGI Global, – 2020. – p. 193-213.
12. Akhundov, R.G., Ibadov, P. Problematic issues and prospects for the development of airborne radiation, chemical and biological reconnaissance systems // – Baku: National Security and Military Sciences, – 2023. 1(9). – p. 38-46.

13. Hashimov, E.G., Sabziev, E.N., Huseynov, B.S., Huseynov, M.A. Determination of coordinates of targets from unmanned aerial vehicles // – Romania: Journal of Defense Resource Management – 2022. №2(25) – p.107-112.
14. Hashimov E. G., Bayramov A. A., Xalilov B. M. Terrain orthophotoplanes making for military objects revealing // -Baku: National security and military sciences. – 2016, vol. 2, №. 4. – p. 14-20.
15. Pizani Domiciano, M. A. Particle Collision Algorithm Applied to Automatic Estimation of Digital Elevation Model From Images Captured by UAV / M. A.Pizani Domiciano, E.H. Shiguemori, Vieira, L.A. Dias, M.D Cunha // IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, –2018. №10. Vol.15, – p. 1630-1634. doi: 10.1109/LGRS.2018.2845338
16. Liu, C., Zhang, S., Akbar, A. Ground Feature Oriented Path Planning for Unmanned Aerial Vehicle Mapping // IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, – 2019 № 4, vol.12, – p. 1175-1187. doi: 10.1109/JSTARS.2019.2899369.
17. Quru Qoşunlarının taktiki fəaliyyətləri üzrə döyüş təlimatı. II hissə. (Tabor, bölük) / –Bakı: Hərbi Nəşriyyat, – 2015. – 475 s.
18. Həşimov, E. Hüseynov, B. Artilleriya bölmələrində PUA vasitəsilə sınaq atışının aparılması metodikasının işlənməsi // Bakı: Hərbi bilik – 2021, №3. – s. 7-11.
19. Hüseynov, B. İkinci Qarabağ müharibəsində pilotsuz uçuş aparatlarının tətbiqinin konsepsiyası // The XXXII International Scientific Symposium “Turk's Victory: from CHANAKKALE to KARABAKH, – Kars-Eskishehir/Turkey, – The 26<sup>th</sup> of November, – 2022, – p. 372-375. ISBN: 978-605-71876-5-9.
20. Кононюк, А.Е. Дискретно-непрерывная математика: Поверхности. Кн.6. Часть 1. / А.Е.Кононюк. – Киев: Освіта України, – 2013. – 572 с.
21. Задорожный, А.Г. Построение сплайнов с использованием библиотеки OpenGL: учебное пособие / А.Г.Задорожный, Д.С.Киселев. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, – 2019. – 88 с.
22. Алберг, Дж. Теория сплайнов и ее приложения / Дж. Алберг, Э. Нильсон, Дж. Уолш. – Москва: Мир, – 1972. – 319 с.
23. Hərbi topoqrafiya. – Bakı: Hərbi Nəşriyyat, – 2020. – 392 s.
24. Вержбицкий, В.М. Основы вычислительных методов: Учебник для вузов / В.М.Вержбицкий. –Москва: Высшая школа, – 2002. – 840 с.
25. Artilleriya atışının və atışının idarə edilməsi qaydaları. Divizion, batareya, taqım, top. (AA və AİQ-2003) II hissə / – Bakı: Hərbi Nəşriyyat, – 2015. – 398 s.
26. Rusiya MN “krasnopol” mərmiləri ilə atışların görüntülərini yayımlayıb: [Elektron resurs] / – Bakı, 2018,12 mart. – URL: <https://ordu.az/az/news/128618>

#### **Аннотация**

#### **Математические аспекты задачи наведения неуправляемой ракеты (артиллерийского снаряда) на движущуюся технику противника Эльшан Гашимов, Эльхан Сабзиев, Бахруз Гусейнов**

В статье изложены общие представления о постоянном совершенствовании боевых качеств обычных средств огневого поражения современном бою. Факторах, приводящих к повышению их точности, дальности стрельбы и эффективности поражения также изложены свечения 05 обнаружении техники противника, его текущих координат и скорости движения в определенный момент времени. Далее учитывая задачи противника и особенности местности был рассмотрен расчет вероятной траектории движения данной техники и разработка математической модели для целеуказания, с учетом прямолинейного полета неуправляемой ракеты (артиллерийского снаряда). Цель исследования - математически решить вопрос о наведении неуправляемую ракету (артиллерийский снаряд) на эту цель, с целью вывода из строя оборудования (цели) противника (самолета, БПЛА, артиллерийской установки и т.п.), получающего информацию по обнаружении цели. Научная новизна исследования заключается в разработке математической

модели наведения неуправляемую ракету (снаряд) на движущийся объект. В результате исследований дано математическое решение задачи поражения цели (техники противника) с помощью неуправляемой ракетой (артиллерийским снарядом), у которой определены текущие координаты и скорость движения.

**Ключевые слова:** беспилотный летательный аппарат, автомобильный (бронетанковый) конвой, траектория, самонаведение, цель, артиллерийский снаряд

#### **Abstract**

#### **Mathematical aspects of the problem of directing an unguided missile (artillery projectile) to moving enemy equipment Elshan Hashimov, Elkhan Sabziev, Bahruz Huseynov**

Within modern battles, the fighting quality of combat weapons is constantly upgrading, thus some conceptions containing number of factors that lead to increasing of the accuracy, fire range and damaging effectiveness of these combat vehicles are extensively mentioned in this article. The detection of current coordinates and the speed of enemy vehicles in certain time, considering the military tasks of the enemy troops and terrain features the calculation of predictable moving trajectory of these vehicles, meanwhile taking into account the flight of unguided missile and directing this missile to the target, all these things have been illuminated in this article. The central purpose of this research is the mathematical solution of how to direct an unguided missile to the target belonging to the enemy. The scientific innovation of this research elaborate the mathematical model of how to aim an unguided missile to a moving enemy vehicle. Being the result of research mathematical solution of the way of how to eliminate enemy vehicles which are at the current coordinates and the speed of them determined by using an unguided rocket have been presented in the article. The purpose of the research is to mathematically solve the issue of directing an unguided missile (artillery projectile) to that target in order to disable the enemy's equipment (target) of the equipment (aircraft, UAV, artillery installation, etc.) that receives information about the detected target. The scientific novelty of the research is the development of a mathematical model of directing an unguided rocket (projectile) to a moving object. As a result of the research, a mathematical solution to the destruction of the target (enemy's equipment), whose current coordinates and speed of movement have been determined, using an unguided rocket (artillery projectile) has been given.

**Keywords:** unmanned aerial vehicle, vehicle (armored) convoy, trajectory, homing, target, artillery shell

*Məqalə redaksiyaya daxil olmuşdur: 20.11.2023*

*Təkrar işlənməyə göndərilmişdir: 04.12.2023*

*Çapa qəbul edilmişdir: 15.02.2024*