

BOSHQARILADIGAN HAVODAN HUJUM VOSITALARI ASOSIDA AVIATSIYA CHALG'ITUVCHI NISHONLAR-ANALOGLARINI YARATISH MUAMMOLARINI BARTARAF ETISH USULLARI

X.A. Do'smatov

polkovnik, t.f.f.d.(PhD), dotsent

O'zbekiston Respublikasi Harbiy aviatsiya instituti

Annotatsiya: Mazkur maqolada boshqariladigan havodan hujum vositalari (HHV) asosida yaratiladigan aviatsiya chalg'ituvchi nishonlar-analoglari bo'yicha mavjud muammolar tahlil qilingan. HHV texnologiyalarining rivojlanishi va ularning chalg'ituvchi nishonlar sifatida qo'llanilishi, simulyatsiya aniqligi, aerodinamik xususiyatlar va radar tasviriga yaqinlik masalalari ko'rib chiqilgan. Maqolada bu muammolarni bartaraf etish uchun tavsiya etilgan texnologik va konstruktiv yechimlar keltirilgan.

Kalit so'zlar: boshqariladigan hujum vositalari, chalg'ituvchi nishonlar, havodan hujum vositalari, aviatsiya analoglari, aerodinamika, radar aniqligi.

Аннотация: В данной статье рассматриваются актуальные проблемы, связанные с созданием авиационных ложных целей-аналогов на основе управляемых воздушных средств нападения (УВСН). Анализируется применение современных технологий УВСН в качестве средств отвлечения, уделяется внимание точности имитации, аэродинамическим характеристикам и схожести радиолокационного отображения. Также предложены технологические и конструктивные решения для устранения выявленных проблем.

Ключевые слова: управляемые воздушные средства нападения, ложные цели, УВСН, авиационные аналоги, аэродинамика, радиолокационная имитация

Annotation: This article analyzes the current issues related to the creation of aviation decoy target analogs based on controlled aerial attack vehicles (CAAVs). It explores the use of modern CAAV technologies for decoy purposes, focusing on simulation accuracy, aerodynamic properties, and radar signature similarity. The paper also proposes technological and structural solutions aimed at overcoming these challenges effectively.

Keywords: controlled aerial attack vehicles, decoy targets, CAAV, aviation analogs, aerodynamics, radar simulation

I.KIRISH

Agar optik-elektron vositalar bilan jihozlangan havo hujumidan mudofaa tizimlarining

pozitsiyalarini ochish kerak bo'lsa (1-rasmga qarang), zarba beruvchi havodan hujum vositalaridan) farqlamaydigan aviatsiya chalg'ituvchi nishonlar-analoglarini qo'llash zarur.

1. Axborot beruvchi uchuvchisiz aviatsiya majmualardan foydalangan holda havo hujumidan mudofaa tizimlarining ta'sir hududini razvedka qilish.

2. Havo hujumi vositalarining zarbdor va himoya guruhi tarkibini aniqlash.

3. Aviatsiya chalg'ituvchi nishonlarini qo'llash hududiga chiqish uchun havo hujumi vositalari parvoz yo'nalishlarini ishlab chiqish.

4. Aviatsiya chalg'ituvchi nishonlarining zarur turlari sinfini aniqlash.

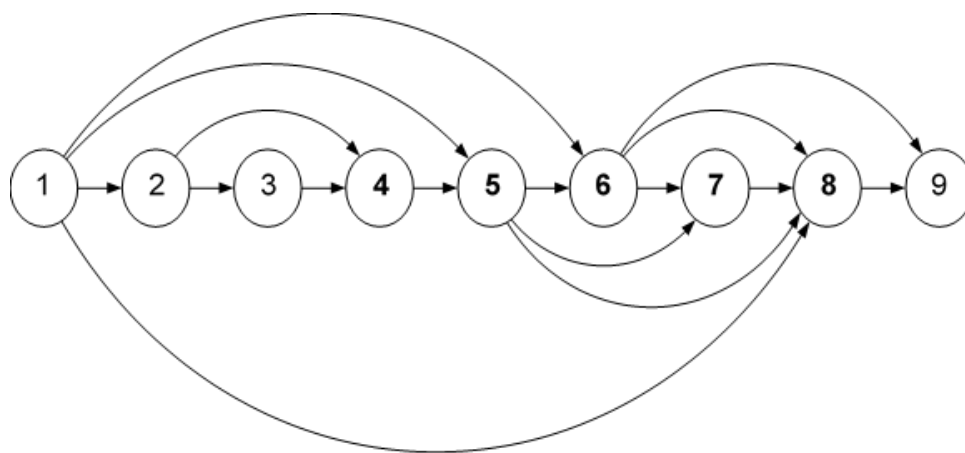
5. Havo hujumi vositalari va aviatsiya chalg'ituvchi nishonlarning aralash guruhining optimal tarkibini aniqlash.

6. Operatsiyaning davomiyligini aniqlash va aviatsiya chalg'ituvchi nishonlar yo'qotishlarini baholash.

7. Havodagi boshqaruv punkti va samolyot- tashuvchilarning optimal sonini aniqlash.

8. Parvoz profillarini ishlab chiqish va aviatsiya chalg'ituvchi nishonlar boshqaruvini shakllantirish.

9. Parvoz vazifalarini ishlab chiqish va aviatsiya chalg'ituvchi nishonlar boshqaruv tizimining xotirasiga yuklash. Ushbu vazifalarning aloqadorlik grafigi 1.12 rasmda ko'rsatilgan.



1. rasm. Parvoz vazifalarini ishlab chiqish va aviatsiya chalg'ituvchi nishonlarni boshqaruv tizimining grafigi ko'rsatilgan.

II. METOD VA NATIJALAR

Bu maqsadda havodan hujum vositalarining birligiga mos keluvchi aviatsiya chalg'ituvchi nishonlar analogi tanlovini hal qilishning bir necha misollarini ko'rib chiqamiz: (1)-(2), (3)-(4) bir birlikni simulyatsiya qilish uchun; havodan hujum vositalarining sinflaridan birini simulyatsiya qilish uchun: (1)-(5), (6)-(7), (8), (9), (4) va havodan hujum vositalarining bir nechta sinflarini simulyatsiya qilish uchun: (10) - (11) – bir necha sinflarga mos keluvchi universal aviatsiya chalg'ituvchi nishonlar - analogi tanlovi.

$$x_j \in \{0,1\}, \quad j = \overline{1, n} \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^n r_j x_j \geq r_{AChN} \quad (2)$$

$$y_j \in \{0,1\}, \quad j = \overline{1, n} \quad (3)$$

$$L = \sum_{j=1}^n L_j x_j \rightarrow \min \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^n x_j = 1 \quad (5)$$

$$\sum_{j=1}^n V_{\min}^{(j)} X_j \leq \min_i (V_{\min}^{HHV})_i, \quad \sum_{j=1}^n V_{\max}^{(j)} X_j \geq \max_i (V_{\max}^{HHV})_i, \quad (6)$$

$$z_j = \begin{cases} 1, & \text{agar} \quad \sum_{j=1}^n \sigma_{AChN}^{(j)} x_j < (\max_i (\sigma_{HHV} - \Delta \sigma)) \quad \text{va} \quad x_j = 1, \\ 0, & \text{aks holda.} \end{cases} \quad (7)$$

$$z_j \in \{0,1\}, \quad j = \overline{1, n} \quad (8)$$

$$\sum_{j=1}^n m_j x_j \geq m_a, \quad \sum_{j=1}^n v_j x_j \geq v_a \quad (9)$$

$$W = (W_1, W_2, \dots, W_k, -W_{k+1}, -W_{k+2}, \dots, -W_k) \rightarrow \min \quad (10)$$

$$P = \bigcap_{r=1}^R P_r \quad (11)$$

Keling, (1)-(2), (3)-(4) vazifalarni yechish misolini ko‘rib chiqamiz.

Simulyatsiya qilingan havodan hujum vositalari sifatida aviatsiya sinfining yagona vakillaridan biri bo'lgan Su-25SM tanlaymiz, uning tavsiflari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

O'zbekiston Respublikasi va hamdo'stlik davlatlari harbiy havo kuchlarining muntazam qismidagi samolyotlarining ro'yxati va xususiyatlari

T/r	Nomlanishi	Minimal parvoz tezligi, V_{min} , km/soat	Maksimal parvoz tezligi, V_{max} , km/soat	Minimal parvoz balandligi, H_{min} , m	Amaliy chegara, H_{max} , m	O'zga xos STYu, σ , m ²	Jangovar harakat radiusi, r , km
Strategik va uzoq masofali aviatsiya							
1	Tu-95MS6/MS16	400	882	50	11 900	100	2410
2	Tu-160	370	2000	50	15 600	25	6000
Hujum (shturm) samolyoti							
3	Su-25SM	300	975	50	10 000	10	650
Front bombardimonchi aviatsiyasi							
4	Su-24M/M2	300	1700	50	11 000	20	560
5	Su-34	250	1900	50	17 000	1	600
Harbiy Havo kuchlari va Havo Hujumidan mudofaa qiruvchi aviatsiyasi							
6	MiG-29SMT	250	2450	50	18 000	5	800
7	Su-27SM/SM2	200	2500	50	18 500	1	1500
8	Su-30/M2	75	2125	50	19 820	1	1500
9	Su-35S	75	2440	50	18 000	1	1600
10	MiG-31BM	300	3000	50	20 600	20	1400
Transport aviatsiyasi va tankerlar							
11	IL-76	225	850	50	12 000	100	2100
12	An-22	265	760	50	7500	180	2625
13	An-72	240	705	50	10 000	90	575
14	An-70	95	890	50	12 000	140	1350
15	An-124	120	865	50	9500	200	2250
16	IL-78	225	850	50	12 000	100	1825 yil

III. MUHOKAMA

Aviatsiya chalg'ituvchi nishonlar - analoglariga qayta jihozlanadigan samolyot sifatida shtatdan chiqilgan, juda kam zahira resursga ega bo'lgan va O'zbekiston Respublikasi harbiy havo kuchlarining zaxira bazalarida konservatsiyalangan samolyotlarni ko'rib chiqamiz [4]. Ushbu samolyotlarning dastlabki ma'lumotlari va tavsiflari 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval.

O'zbekiston Respublikasi va hamdo'stlik davlatlari harbiy havo kuchlari zaxirasidagi samolyotlarning ro'yxati va xususiyatlari

T/r	Nomlanishi	Minimal parvoz tezligi,	Maksimal parvoz tezligi,	Minimal parvoz balandligi,	Amaliy chegara, H_{max} , m	Jangovar harakat radiusi,	O'zga xos STYu, σ , m ²	Parvoz vazni, mpar, kg	Bort tarmog'ining chiqish quvvati	C namuna narxi, million dollar	Mavjud namunalar soni N, dona.	Yugurish uzunligi L, m
1	Tu-22M3	270	2300	50	13 300	2400	35	112 000	120	29.4	90	2100
2	Su-25	300	984	50	7000	650	10	14 600	40	3.5	100	650
3	Su-24	300	1700	50	13500	600	20	32 300	84	5.6	201	650
4	MiG-23	270	2500	50	19 000	1150	10	14 770	30	6	60	750
5	MiG-29	300	2450	50	18 000	700	5	15 300	60	20	300	650
6	MiG-31	300	3714	50	20 600	1400	25	41 000	80	40	200	1200
7	Su-27	300	2500	50	18 500	1650	15	22 500	60	25	100	650
8	L-39	230	757	50	11500	750	3	4337	14	0,5	90	580

Ushbu jadvalga muvofiq, qayta jihozlash uchun samolyot tanlash $n = 8$ dona havodan hujum vositasidan amalga oshirilishi kerak.

(12)-(13) cheklovlar quyidagi shaklda bo'ladi:

$$z_j = \begin{cases} 1, & \text{agar } \sum_{j=1}^n \sigma_{AChN}^{(j)} x_j < (\sigma_{HHV} - \Delta\sigma), \\ 0, & \text{aks holda.} \end{cases} \quad (12)$$

$$C = \sum_{j=1}^n (c_j x_j + C_{STYu}^{(j)} y_j + c_{RMQ} Z_j) \rightarrow \min \quad (13)$$

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^8 V_{\min}^{(j)} x_j &\leq 300, & \sum_{j=1}^8 V_{\max}^{(j)} x_j &\geq 984; \\ \sum_{j=1}^8 H_{\min}^{(j)} x_j &\leq 50, & \sum_{j=1}^8 H_{\max}^{(j)} x_j &\geq 7000; & \sum_{j=1}^8 r_j x_j &\geq 650; & j = \overline{1,8} \end{aligned} \quad (14)$$

Simulyatsiya qilingan samarali tarqalish yuzasi darajasi xatolik qiymatini simulyatsiya qilingan samolyotning samarali tarqalish yuzasining darajasi 10% deb qabul qilamiz, bu esa Su-25SM samolyoti uchun $\Delta\sigma = 0.1\sigma_{HHV} = 1m^2$ bo'ladi. Shunda cheklov (15) quyidagicha aniqlanadi:

$$\sum_{j=1}^n \sigma_{ACHN}^{(j)} x_j \leq \frac{3}{2} \left(\max_i (\sigma_{HHV}) \right)_i + \Delta\sigma, \quad (15)$$

$$\sum_{j=1}^8 \sigma_{ACHN}^{(j)} x_j \leq 16,5 \quad (16)$$

Massa va hajmi qayta jihozlanadigan (demontaj qilinadigan) jihozlari bo'yicha ko'plab aviatsiya chalg'ituvchi nishonlar – analoglarining ma'lumotlari ochiq manbalarda mavjud emasligi sababli, ushbu kattaliklarning qiymatlarini aniqlash uchun quyidagi usul qo'llaniladi.

Mig-23 samolyotini M-23 havo nishoniga qayta jihozlanadigan (demontaj qilinadigan) jihozning og'irligi 1107 kg ni, parvoz vazni esa 14770 kg ni tashkil etdi. Yak-130 samolyotining uchuvchisiz variantini ishlab chiqishda qayta jihozlangan (demontaj qilingan) jihozning og'irligi o'rtacha 282 kg bo'lib, parvoz vazni esa 5700 kg tashkil etdi.

Ushbu ma'lumotlardan foydalanib, qayta jihozlangan (demontaj qilingan) jihoz og'irligi m_j parvoz vazni $m_{par,j}$ ga bog'liqlikni aviatsiya chalg'ituvchi nishonlar) – analoglarining ikki nuqtadan o'tuvchi to'g'ri chiziqli koordinatalari $(m^{Mig-23}, m_{parvoz}^{Mig-23})$ va $(m^{Yak-130}, m_{parvoz}^{Yak-130})$ orqali chiziqli yaqinlashuv tenglamasi sifatida tuzamiz.

$$m_j = 0,0909m_{par,j} - 236; \quad j = \overline{1,8}$$

Ushbu bog'liqlikni va ma'lum bo'lgan radioelektron jihozning o'rtacha zichligi $p_{jih} = 2,7 \frac{kg}{dm^3}$ [103] dan foydalanib, joylashtirilgan va qayta jihozlangan (demontaj qilingan) jihoz massasi va o'lchovlari tavsiflariga (9) cheklovlarni quyidagicha belgilaymiz:

$$\sum_{j=1}^8 (0,09m_{par,j} - 236)x_j \geq 365 \quad (17)$$

(18) ifodalarga muvofiq samarali tarqalish yuzasi darajasini kamaytirish va radiolokatsion maqsadli simulyatsiya qiluvchi qurilmalarni aviatsiya chalg'ituvchi nishonlar – analogi bortiga o'rnatish bo'yicha zarurligini tavsiflovchi y_j va z_j vektorlarining shakllantirish shartlari quyidagicha belgilanadi:

$$y_j = \begin{cases} 1, & \text{agar } (\max_i(\sigma_{HHV})_i + \Delta\sigma) \leq \sum_{j=1}^n \sigma_{ACHN}^{(j)} x_j \leq \frac{3}{2}(\max_i(\sigma_{HHV})_i + \Delta\sigma) \quad x_j = 1, \\ 0, & \text{aks holda.} \end{cases} \quad (18)$$

$$y_j = \begin{cases} 1, & 11 < \sum_{j=1}^8 \sigma_{ACHN}^{(j)} x_j \leq 16,5 \quad \text{va} \quad x_j = 1, \\ 0, & \text{aks holda.} \end{cases} \quad (19)$$

$$z_j = \begin{cases} 1, & \sum_{j=1}^8 \sigma_{ACHN}^{(j)} x_j < 9 \quad \text{va} \quad x_j = 1, \\ 0, & \text{aks holda.} \end{cases} \quad (20)$$

va bu shartlar bajarilganda vektorlar quyidagi qiymatlarni oladi:

$$y_j = (0; 0; 0; 0; 0; 0; 1; 0), \quad z_j = (0; 0; 0; 0; 1; 0; 0; 0) \quad (21)$$

Shuni inobatga olib, havodan hujum vositalarini aviatsiya chalg'ituvchi nishonlar – analogiga qayta jihozlash narxi o'rtacha havodan hujum vositalari narxining 2% ga teng deb hisoblanadi, radiolokatsion ko'rinishini kamaytirish bo'yicha qiymat koeffitsienti $C_{STYu} = 8,5 \cdot 10^{-6}$ mln. doll./kg ni tashkil etadi hamda radiolokatsion maqsadli simulyatsiya qiluvchi (RSQ) qurilma namunasi narxi $C_{RSQ} = 300$ ming dollar deb baholansa, unda (13) mezonini hisoblash uchun 2-jadvaldagi ma'lumotlarga asoslanib, quyidagi koeffitsientlar to'plami olingan:

$$\begin{aligned} C_j &= (29,988; 3,57; 5,712; 6,12; 20,4; 40,8; 25,5; 0,51) \\ C_{STYu}^{(j)} &= (3,332; 0,124; 0,549; 0,125; 0,065; 0,871; 0,286; 0,011) \\ C_{RSQ} &= 0,3, \quad j = \overline{1,8} \end{aligned} \quad (22)$$

Havodan hujum vositalarining mavjud (4.34) sonini va minimal parvoz uzunligi (4) mezonlarini hisoblash uchun koeffitsientlar Ilova 1.4-jadvaldagi ma'lumotlar asosida $j = \overline{1,8}$ uchun quyidagi qiymatlarni qabul qiladi:

$$\begin{aligned} n_j &= (90, 100, 201, 60, 300, 200, 100, 90), \\ l_j &= (2100, 650, 650, 750, 1200, 650, 580). \end{aligned} \quad (23)$$

(22) va (23) koeffitsientlari (5.22) vektorlar yordami bilan birgalikda (13) - (4) mezonlarining qiymatlari hisoblab chiqildi va ular vazifani bajarish erishish to'plamni tashkil etib, 3-jadvalda keltirilgan.

3-jadval

Havodan hujum vositalarining va aviatsiya chalg'ituvchi nishonlari

T/r	Havodan hujum vositalarining nomlanishi	Aviatsiya chalg'ituvchi nishonlar – analogi narxi, C, million dollar	Mavjud namunalar miqdori, N, dona.	Parvoz uzunligi, L, m
2	Su-25	3.5	100	650
4	MiG-23	6	60	750
5	MiG-29	20.7	300	650
7	Su-27	25.786	100	650

Ortogonal konus usuli yordamida topilgan Pareto-optimal vazifa yechimlari mos ravishda (3,5; 100; 650) va (20,7; 300; 650) koordinatali №2 va №5 nuqtalardir.

Olingan natijalarni quyidagicha talqin qilish mumkin. Su-25SM kabi hujumchi samolyotning aviatsiya chalg'ituvchi nishonlar - analogini yaratish uchun foydalanishdan chiqarilgan quyidagi samolyotlar tanlanilishi mumkin:

- Su-25SM, yakuniy namunasi narxi 3,57 million dollar;
- Mig-29 narxi 20,7 million dollar bo'lib, zahira bazalarida yuqorida qayd etib o'tilgan turdagi tipdan soni nisbatan ko'proqni tashkil etadi.

Ushbu ikkita variantdan qaror qabul qiluvchi shaxs amaliyotda aviatsiya chalg'ituvchi nishonlar - analoglarini foydalanish nuqtai nazaridan eng oqilona variantni tanlashi kerak.

Masalaning umumlashtirilgan (1)-(5), (6)-(7), (3), (8), (9)-(4) formulalar yordamida yechish natijalari strategik va harbiy-transport aviatsiyasi sinflarini simulyatsiya qilish uchun optimal aviatsiya chalg'ituvchi nishonlar (AChN) - analoglarini aniqlash imkonini beradi, mos ravishda 4 va 5-jadvallarda keltirilgan.

4-jadval

Strategik va harbiy-transport aviatsiyasi sinflarini simulyatsiya qilish uchun optimal aviatsiya chalg'ituvchi nishonlar

T/r	Havodan hujum vositalarining (HHV) nomlanishi	Aviatsiya chalg'ituvchi nishonlar (AChN) – analogi narxi, C , million dollar	Mavjud namunalar miqdori, N , dona.	Parvoz uzunligi, L , m
4	Mig-23	6.3	60	750
5	Mig-29	20.3	300	650
6	Mig-31	40.3	200	1200
7	Su-27	25.3	100	650

5-adval

Strategik va harbiy-transport aviatsiyasi sinflarini simulyatsiya qilish uchun optimal aviatsiya chalg'ituvchi nishonlar

T/r	Havodan hujum vositalarining (HHV) nomlanishi	Aviatsiya chalg'ituvchi nishonlar (AChN) – analogi narxi, C , million dollar	Mavjud namunalar miqdori, N , dona.	Parvoz uzunligi, L , m
1	Tu-22M3	29.7	90	2100
3	Su-24	5.9	201	650
4	Mig-23	6.3	60	750
5	Mig-29	20.3	300	650
6	Mig-31	40.3	200	1200
7	Su-27	25.3	100	650

Shuni ta'kidlash kerakki, ushbu masalani yechishda taktik aviatsiyaning bombardimonchi va qiruvchi sinflari uchun samolyotlarning aviatsiya chalg'ituvchi nishonlar - analoglarini tanlashda eskirgan va qayta jihozlangan havodan hujum vositalarining radiolokatsion chizmalarining zamonaviy vakillari o'rtasida katta nomuvofiqlik sababli to'plami bo'sh bo'lib chiqdi. Shunday qilib, ushbu sinfdagi havodan hujum vositalarini simulyatsiya qilish uchun maxsus uchuvchisiz uchish vositalari asosida aviatsiya chalg'ituvchi nishonlar simulyatorlarini yaratish zarur. Bir nechta havodan hujum vositalari sinflarini simulyatsiya qilish uchun universal aviatsiya chalg'ituvchi nishonlar - analogini tanlashni (10)-(11) modeliga muvofiq, 3-5-jadvalda keltirilgan masalalarning Pareto-optimal yechimlari to'plami asosida amalga oshiriladi.

Universal aviatsiya chalg'ituvchi nishonlar - analogini tanlash natijalari 6-jadvalda keltirilgan.

6-jadval

Universal aviatsiya chalg'ituvchi nishonlar - analogini tanlash natijalari

T/r	Havodan hujum vositalarining nomlanishi	Aviatsiya chalg'ituvchi nishonlar– analogi narxi, C, million dollar	Mavjud namunalar miqdori, N, dona.	Parvoz uzunligi, L, m
5	Mig-29	20.3	300	650

IV. XULOSA

Xulosa sifatida shuni ta'kidlash mumkinki, natijalar harbiy havo kuchlarining hujumchi, strategik va harbiy-transport aviatsiya samolyotlarining parklarini simulyatsiya qilish uchun xizmatdan (foydalanishdan) chiqarilgan 300 dona Mig-29 samolyoti asosida har biri 20,3 mln. dollar turadigan universal aviatsiya chalg'ituvchi nishonlar - analogidan foydalanish mumkin. Shu bilan birga, uning 650 m uzunlikdagi uchish yo'li bo'lib, u oldingi aerodinamik front chizig'iga yaqin joylashgan 4-sinf aerodromlaridan avtomatik ravishda uchishga imkon beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

- [1] “Buk” (9K37, SA-11, Gadfly), zenit-raketa tizimi // Rossiya qurollari. Qurollar, harbiy va maxsus texnikalar katalogi. URL:<http://www.arms-expo.ru/site/xp/049055056048124051054054.html> (kirish 08/08/2011).
- [2] Dusmatov X.A. Aviatsiya chalg'ituvchi nishonlarni jangovar qo'llashning asosiy vazifalari va usullari // “Harbiy aloqa va AKT xabarlari” ilmiy-uslubiy jurnali 4(20)-2024.
- [3] Do'smatov X.A. Uchuvchisiz uchish apparati majmualarini yaratishning asosiy tamoyillari // Havo Hujumidan mudofaa qo'shinlari va harbiy havo kuchlari ilmiy axborot jurnali 2024 1(2) 265-259 b.
- [4] Do'smatov X.A. Aviatsiya chalg'ituvchi nishonlarni yaratish va qo'llash bilan bog'liq masalalarni tizimli tahlil qilish // Havo hujumidan mudofaa qo'shinlari va harbiy havo kuchlari ilmiy axborot jurnali 2024 1(3) 18-30 b.
- [5] Do'smatov X.A. Aviatsiya chalg'ituvchi nishonlarning yo'qotishlari va operatsiya davomiyligini baholashda dinamik ehtimollik modeli Samo qalqonlari ilmiy-axborot jurnali 12(4) 2024 - b.317-324.
- [6] Do'smatov X.A. Havodagi boshqaruv punkti operatori tomonidan boshqariladigan aviatsiya chalg'ituvchi nishonlarning optimal sonini tanlash muammolari //“Zirhli qalqon” ilmiy-axborot jurnali 2025 (41) 343-353-b.

- [7] Do'smatov X.A. Samolyot-imitatordan olingan parvoz ma'lumotlaridan foydalangan holda aviatsiya chalg'ituvchi nishonlarni dasturiy boshqarishni shakllantirish//Samo qalqonlari ilmiy-axborot jumali 13(1) 2025 - b.l 17-127.
- [8] Процессе проектирования беспилотных авиационных комплексов // Современные технологии и материалы – ключевое звено в возрождении отечественного авиастроения: Сборник докладов международной научно-практической конференции. – Казан: Изд-во «Вертолет», 2010. Т. 1. С. 133–139.
- [9] Ракеты-мишени и мишенные комплексы ПВО России // Сайт Российской военной техники. URL: <http://www.rusarmy.com/pvo/mk.html> (дата обращения 23.04.2011).
- [10] Сигал И.Х., Иванова А.П. Введение в прикладное дискретное программирование – М. Физматлит, 2007. 304 с.