

B.N. Raximov	t.f.d., professor. O'R HX va MU AKT va HAI boshlig'i. Tahrir kengashi raisi
O.A. Mirjalolov	PhD, dotsent, AKT va HAI kafedra boshlig'i, Tahrir kengashi raisi o'rinbosari
A.X. Isxoqov	PhD., dotsent. AKT va HAI kafedra professori. Bosh muharrir
F.B. Baxramov	h.f.n., AKT va HAI KFBO' (oliy ta'limdan keying ta'lim). Bosh muharrir o'rinbosari
Tahrir hay'ati a'zolari:	
X.A. Muxitdinov	i.f.n., professor. AKT va HAI HITL yetakchi ilmiy xodimi
A.M. Nazarov	t.f.d., professor. I.A. Karimov nomidagi TDTU professori
B.Z. To'rayev	DSc., professor. AKT va HAI boshlig'ining birinchi o'rinbosari (O'IIB)
A.A. Suleymanov	t.f.d., professor. I.A. Karimov nomidagi TDTU professori
Sh. S. Fayzibayev	t.f.d., professor. Toshkent transport universiteti kafedra mudiri
D.I. Sultanov	h.f.d., k.i.x. AKT va HAI ITL yetakchi ilmiy xodimi
X.V. Dadabayev	h.f.n., professor. O'R Milliy gvardiyasi bosh boshqarmasi boshlig'i
U.O. Mamadaliyev	yu.f.n., dotsent. O'R MV HKT boshqarmasi boshlig'i
F.T. Shermatov	DSc., dotsent. AKT va HAI boshlig'ining o'rinbosari
A.Ya. Negrienko	t.f.n., dotsent. O'R QK Harbiy meros va zamonaviy tadqiqotlar instituti katta ilmiy xodimi
J.A. Tajiyev	DSc., dotsent. AKT va HAI kafedra sikl boshlig'i
Sh.K. Kurbanov	t.f.n., dotsent. AKT va HAI HITL katta ilmiy xodimi
X.X. Xasanbayev	PhD. O'R MV HKT boshqarmasi bo'lim boshlig'i
Y.Sh. Eshmirzayev	k.f.n. O'R IIV MOMB MT o'quv markazi katta instruktori mutaxassisi
B.O. Tursunov	PhD., dotsent. TGFU ilmiy ishlar va innovatsiyalar bo'yicha prorektori
B.K. Yusupov	PhD., professor. AKT va HAI kafedra boshlig'i
I.I. Nishanov	PhD., dotsent. AKT va HAI kafedra boshlig'i
B.S. Nurmetov	PhD., dotsent. AKT va HAI kafedra boshlig'i
Q.M. Tursunov	PhD., dotsent. AKT va HAI kafedra boshlig'i
Sh.N. Turapov	DSc., dotsent. AKT va HAI kafedra boshlig'i
A.B. Bazarov	PhD. AKT va HAI kafedra boshlig'i
O.R. Dexqonov	PhD., dotsent. AKT va HAI kafedra sikl boshlig'i
O'R. Davlatov	PhD. AKT va HAI kafedra sikl boshlig'i
A.A. Komilov	PhD. AKT va HAI kafedra sikl boshlig'i
J.M. Mamajonov	PhD., dotsent. AKT va HAI kafedra katta o'qituvchisi
B.O. Muxammadov	PhD, dotsent. AKT va HAI kafedra katta o'qituvchisi
A.A. Abdigapirov	t.f.n. dotsent. AKT va HAI kafedra professori
X.S. Pardayev	PhD, dotsent. AKT va HAI MOF katta o'qituvchisi
P.Q. Xolmatov	p.f.n., dotsent. TGFU Aniq va gumanitar fanlar kafedrasini mudiri
S.O. Maxmudov	PhD., dotsent. AKT va HAI kafedra professori

I. QUROLI KUCHLAR TIZIMIDA XAVFSIZLIKNI TA'MINLASH MUAMMOLARI

B.N. RAXIMOV, X.V. TURDIYEV, M. VOXIDOV. Mudofaa vazirligi qo'shinlarida aloqani tashkil etishning bugungi holati, mavjud muammolar va ularning yechimlariga oid.....	5
Sh.N. TUROPOV, S.R. ALAYEV. Mobil telefonlarda axborot xavfsizligi muammolari va ularni bartaraf etish choralarini.....	12
F.B. BAXRAMOV. Uchish apparatlarini ko'zga tashlanadigan qiyofasini kamaytirish.....	18
M.T. ABULJOV. Современное состояние и перспективы развития артиллерии.....	24
A.Y. VAGNER, Sh.T. MUHITDINOV. Методика построения систем разведки и управления части ЗРВ при решении задач противосамолетной обороны.....	30
Z.X. FAYZIYEV, Sh.Yu. RUZIYEV. Zamonaviy radioelektron bosim berish qurilmalari va ularning uchuvchisiz uchish apparatlariga ta'siri.....	38

II. HARBIY AXBOROT TIZIMLARIDA INNOVATSION YONDASHUVLAR

K.M. TUPCUNOV, A.P. UGAY. О некоторых аспектах создания модели управления авиационными средствами поражения централизованной автоматизированной системы управления.....	43
Y.B. TASHMANOV. Masofadan boshqariladigan yer usti harbiy transport vositalari videooqimlarini joriy vaqtda uzatish arxitekturasini ishlab chiqish.....	50
J.A. TAJIEV, U.T. AXMEDOV. Elektron nishon tizimlarining aniqlik va tezkorlik ko'rsatkichlarini tahlil qilish va takomillashtirish.....	55
I.I. NISHANOV, Sh.T. MAHMUDOV. Muhim axborot infratuzilmasida tarmoq monitoringini avtomatlashtirishdagi zamonaviy yechimlar.....	59
A.B. BAZAPOV, U.P. DAVLATOV, O.O. JUPAEV. Анализ организации радиосвязи по опыту современных военных конфликтов.....	64
Sh.Yu. DJABBAROV, Sh.Sh. YULDASHEVA. Telekommunikatsiya tizimlarida ishonchlilikni oshirish usullari..	73
D.B. JAKSIMOV. Boshqaruv va mobil aloqa majmualari avtomatlashtirilgan elektr ta'minoti tizimini texnik holatini monitoring qilish usullari.....	76
B.N. UMARALIYEV. Tashkilotlarda ma'lumotlar ayirboshlashni xavfsiz, to'g'ri tashkil etishda Active Directory domen xizmatlarining roli.....	85
A.M. KULDASHEV, Z.Yo. AXMEDOV. Radiolokatsion tizimining tuzilish asoslari.....	90
M.M. SYUTOV. К разработке автоматизированного рабочего места оператора наведения тренажера Печора – 2М	96

III. EKSTRIMAL VA KRIZIS VAZIYATLARDI INNOVATSION YONDASHUVLAR

B.Z. TO'RAYEV, B.N. MIRZAODILOV, N.M. JABBOROV. Qonunchilik va axborot xavfsizligi o'zaro bog'liqligini matematik modellashirish.....	100
A.M. NAZAPOV, M.M. XASANOV, A.X. SHARIPOV. Разработка алгоритма оптимизации параметров волоконно-оптических датчиков влажности на основе математической модели интерферометра фабри-перо.....	106
B.K. YUSUPOV, A.A. KOMILOV, M.M. ISAKOV. Mashinali o'qitish modellarini qurish usullari va algoritmlari.....	113
Sh.Yu. DJABBAROV. "Yengil" yechimli qaror orqali kodni ochish.....	122

S.Ch. Muratova PhD., dotsent. TAFU Kafedra mudiri
M.B. Aripxodjayeva PhD., dotsent. I.A. Karimov nomidagi
TDTU kafedra dotsenti

Ma'sul kotiblar:

A.A. Axunov PhD. AKT va HAI sikl boshlig'i
N.T. Boboyev PhD. AKT va HAI HITL boshlig'i
Z.S. Ollaberganova AKT va HAI MOF katta
o'qituvchisi

Tahrirchilar:

H.A. Qodirov PhD., dotsent. AKT va HAI kafedra
professori
A.N. Shafeyev PhD. AKT va HAI kafedra katta
o'qituvchisi
A.Ya. Vagner AKT va HAI kafedra dotsenti
N.M. Xolmatov dotsent. AKT va HAI kafedra
o'qituvchisi
D.U. Allayarov dotsent. AKT va HAI kafedra
o'qituvchisi
R.I. Muxamedjanov dotsent. AKT va HAI kafedra
o'qituvchisi

Muassis:

*O'zbekiston Respublikasi
Harbiy xavfsizlik va mudofaa universiteti
Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari
va harbiy aloqa instituti
Manzil: 100084, O'zbekiston, Toshkent viloyati,
Zangiota tumani, Quyoshli 176 h/sh.
Telefon: (95)170-17-21;
e-mail: harbiyinstitut@inbox.uz
Jurnal sayti: mvahi.uz*

*Ushbu ilmiy-texnik jurnal
O'zbekiston Respublikasi Oliy atestatsiya komissiyasi
Rayosatining 31.01.2023-yildagi №332/5 sonli
Qarori bilan chop etishga tavsiya etilgan
ilmiy ishlar ro'yxatiga kiritilgan*

*Bosishga ruxsat etildi:
Qog'oz bichimi: 60x84 1/8
Bosma tabog'i 15,5. Adadu 2 nusxa
Buyurtma raqami №83
"Harbiy institut bosmaxonasi" da chop etildi
Jurnal yilda 4 marotaba (har chorakda) chop etiladi.*

ISSN 2181-2152

*Jurnal O'zbekiston Respublikasi Prezidenti
Administratsiyasi huzuridagi Axborot va ommaviy
kommunikatsiyalar agentligida 2021-yil 22-aprelda
1166 raqami bilan ro'yxatga olingan.*

© «AKT va HAI» 2025

Sh.O'. SINDAROV, A.X. FAYZULLAYEV. Uchuvchisiz uchish apparatlarini boshqarish tizimidagi mavjud muammolar tahlili.....	128
A.A. JO'RAYEV. Jamoat xavfsizligini ta'minlashda dronlarning o'rni va roli.....	137
M.M. XASANOV. Интерферометрик оптик толали намлик сенсорлари параметрларини оптимallashtirish.....	144
Ш.Т. МУХИТДИНОВ, А.Я. ВАГНЕР. Методики оценки возможностей противника по созданию радиопомех.....	149
X.B. XUSANOV. Uchuvchisiz uchish apparatlarida yo'lini rejalashtirish algoritmlari.....	156

IV. HARBIY TA'LIMDA ZAMONAVIY PEDTEXNOLOGIYALAR VA O'QITISHDA INNOVATSION YECHIMLAR

Sh.K. QURBANOV, Q.M. ABDUSATTAROV. Buyuk Britaniya qurolli kuchlari zaxirada va rezervdagi ofitserlar harbiy tayyorgarlik tizimining rivojlanish tendensiyalari.....	165
N.T. BOBOYEV, M.Z. RASULOV. Qurollardan otish natijalarini avtomatik baholash uchun qo'llaniladigan yorug'lik datchiklarga asoslangan nishonlar tahlili.....	170
A.A. AXUNOV, J.A. ABDUSAMADOV. Uchuvchisiz uchish apparatlariga qarshi kurashish mutaxassislarini tayyorlashning o'ziga xos jihatlari.....	173
A.A. KOMILOV, N.SH. KUZIBEKOV. "E-harbiy ta'lim" avtomatlashtirilgan boshqaruv va monitoring tizimining arxitekturasini ishlab chiqish.....	181
A.B. SOLIYEV. Majmuaviy simulyatorning imkoniyatlari va samaradorligini baholash.....	186
A.A. AZIMOV. Актуальность разработки электронного русско-узбекского словаря для профессиональной подготовки специалистов РТВ ПВО.....	191
У.Р. ДАВЛАТОВ, М.М. СУЛТОНОВ. Повышения эффективности учебного процесса с использованием автоматизированного рабочего места офицера пуска тренажера ЗРК Печора – 2М.....	197
A.A. AZIMOV, G.J. KAMOLOVA. Методика создания и структурирования электронного русско-узбекского терминологического словаря для специалистов РТВ ПВО....	201

V. ILMIY AXBOROTLAR

F.T. SHERMATOV. Intellektual tizimlar asosida profayling usulini qo'llash.....	208
K.N. NORMATOV, Sh.R. NIZAMITDINOV. Ilg'or xorijiy davlatlar g'oyaviy tayyorgarligining joriy holati va zamonaviy yondashuvlari.....	214
U.R. XAMDAMOV, M.A. UMAROV, B.A. TURGUNOV, Sh.U. RAHMATILLAYEVA. Obyektgacha masofani o'lchash aniqligiga stereo kamera matritsalarini sijlashi omilini salbiy ta'sirini bartaraf etishning samarali yechimini ishlab chiqish.....	222
Yu. MAMASADIKOV, E.J. ALIXONOV. Bazalt tolasi chiziqli zichligini ultratovush datchigi orqali nazorat qilish.....	228
Sh.Sh. YULDASHEVA. Qurolli Kuchlar tizimida raqamli transformatsiya xatarlarini boshqarish.....	231
U.A. YUSUPOV, Y.B. TASHMANOV, B.D. SAIDBAYEV. Suyuqlik qaynash signalizatorini yaratish asosi sifatida optik tola.....	236
Г.Ж. КАМОЛОВА. Специфика преподавания русского языка детям-билингвам.....	241
A.M. KULDASHEV, Z.Yo. AXMEDOV. Radiolokatsion tizimga ta'sir etuvchi muhitlar.....	245
A.S. OTOKULOV. Buyuk sarkarda Amir Temurning markazlashgan boshqaruvida ma'naviy-axloqiy fazilatlarining tutgan o'rni.....	251

MUDOFAA VAZIRLIGI QO'SHINLARIDA ALOQANI TASHKIL ETISHNING BUGUNGI HOLATI, MAVJUD MUAMMOLAR VA ULARNING YECHIMLARIGA OID

t.f.d. profesor B.N. RAXIMOV

O'R HX va MU Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari va harbiy aloqa instituti

X.V. TURDIYEV

O'R Harbiy xavfsizlik va mudofaa universiteti

M. VOXIDOV

O'R Qurolli kuchlari Bosh shtabi

Aloqa, axborot texnologiyalari va axborot xavfsizligi bosh boshqarmasi

Annotatsiya. Ushbu maqolada O'zbekiston Respublikasi Qurolli Kuchlari qo'shinlari, birlashma, qo'shilma qism va bo'linmalari o'rtasida harbiy aloqa turlari va ularni tashkil etishning o'ziga xos xususiyatlari, shuningdek, sun'iy yo'ldosh aloqasi va ularning imkoniyatlarini tahlil qilish orqali tegishli muammolar aniqlangan hamda yetakchi xorijiy davlatlar andozasi ostida istiqbolda rivojlantirish yo'nalishlari belgilab olingan.

Kalit so'zlar: qo'shinlar boshqaruvi, sun'iy yo'ldosh aloqa tizimi, retranslyator, integratsiya, axborot xavfsizligi, radiorele, signal aloqa, trunk aloqa, navigatsiya, harbiy sun'iy yo'ldosh, UUA.

Аннотация. В статье анализируются виды военной связи между войсками, соединениями, частями и подразделениями Вооружённых Сил Республики Узбекистан и особенности их организации, а также спутниковая связь и её возможности, выявляются актуальные проблемы и определяются направления её дальнейшей организации на примере ведущих зарубежных стран.

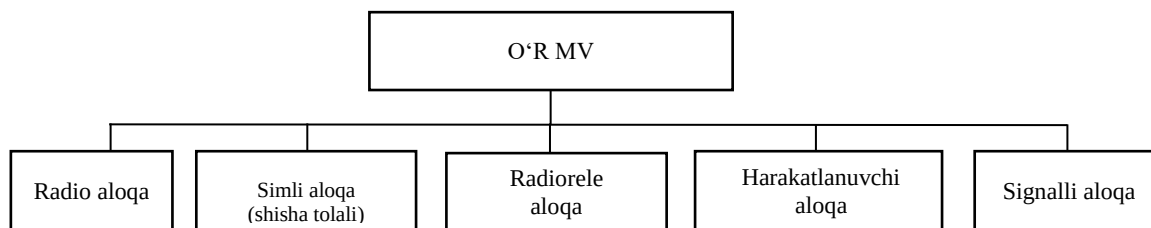
Ключевые слова: управление войсками, система спутниковой связи, ретранслятор, интеграция, информационная безопасность, радиорелейная связь, сигнальная связь, транкинговая связь, навигация, военный спутник, БнЛА.

Abstract. This article analyzes the types of military communications between the troops, formations, units and divisions of the Armed Forces of the Republic of Uzbekistan and the specific features of their organization, as well as satellite communications and their capabilities, identifying relevant problems and determining the directions for their future organization based on the example of leading foreign countries.

Ключевые слова: troop management, satellite communications system, repeater, integration, information security, radiorelay, signal communications, trunk communications, navigation, military satellite, UAV.

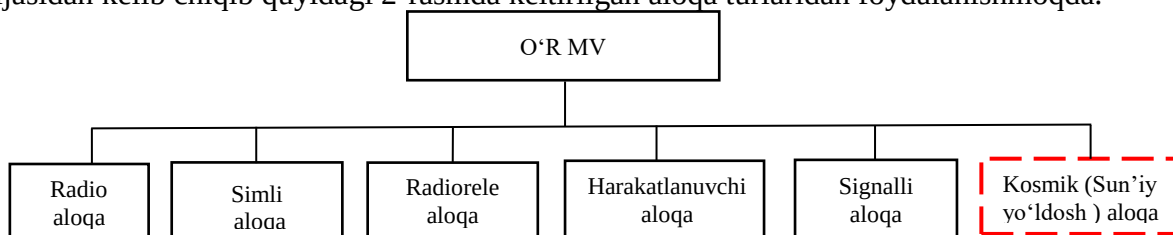
O'zbekiston Respublikasi Mudofaa vazirligi qo'shinlarida aloqani tashkillashtirish bo'yicha O'R Mudofaa vazirining 2019-yil 9-yanvardagi 06-sonli buyrug'i bilan kuchga kiritilgan "Mudofaa vazirligi qo'shinlarida aloqani tashkillashtirish bo'yicha qo'llanma" hamda 2019-yil 25-yanvardagi 65-sonli buyrug'i bilan kuchga kiritilgan "Aloqa bo'yicha qo'llanma" talablariga asosan, O'zbekiston Respublikasi Qurolli Kuchlari qo'shinlari, birlashma, qo'shilma qism va bo'linmalari o'rtasida harbiy aloqani tashkil etishning asoslari va o'ziga xos xususiyatlari aloqani tashkil etish va uni jangda boshqarish qoidalari hamda aloqa tizimini va qo'shinlarni ta'minlash tartibi keltirib o'tilgan bo'lib bugungi kunda ushbu hujjatlar talablariga asosan qo'shinlarni boshqaruvi tashkillashtirilib kelinmoqda.

Bugungi kunda O'R Mudofaa vazirligi tizimida harbiy aloqani tashkil etish quyidagi 1-rasmdagi ko'rinishga ega aloqa vositalari bo'yicha belgilanadi.



1-rasm. O'R Mudofaa vazirligi tizimida mavjud harbiy aloqa turlari

Yetakchi xorijiy davlatlar armiyalari tarkibida esa so'nggi o'n yillikdagi urushlar va islohotlar natijasidan kelib chiqib quyidagi 2-rasmda keltirilgan aloqa turlaridan foydalanishmoqda.



2-rasm. Yetakchi xorijiy davlatlar QKlarida mavjud harbiy aloqa turlari

Izoh: Rasmda keltirilgan sun'iy yo'ldosh aloqasi bugungi kunda O'R Mudofaa vazirligi tizimida mavjud emas.

Mudofaa vazirligida asosan qo'shnlarni boshqarish yuqorida ko'rsatilgan aloqa turlari orqali tashkil etilganligini inobatga olgan holda, ularning har birining bugungi kundagi mavjud imkoniyatlarini va muammolarini detallashtirilgan ko'rinishlarini ko'rib chiqamiz.

Radio aloqa – eng murakkab vaziyatlarda qo'shnlarni uzluksiz boshqarishni ta'minlaydigan eng muhim, ko'p hollarda esa, yagona aloqa vositasi hisoblanadi. Tez-tez o'zgarib turuvchi vaziyatga ega zamonaviy jangovar harakatlar sharoitlarida, qo'shnlarning tezlik bilan ko'chishida, boshqarish punktlarining joyi tez-tez almashtirilganda eng samarali va ishonchli bo'lgan aloqa turi hisoblanadi.

Bugungi kunda operativ bo'g'inda radioaloqani tashkillashtirishda yuqori qo'mondonlik bilan bo'ysunuvchilar o'rtasida harbiy okrug radioaloqani tashkillashtirish chizmasiga asosan harbiy okrug alohida aloqa batal'on xazira qo'mondonlik punkti (aloqa vzvodi) va yordamchi boshqaruv punkti (aloqa vzvodi) shtatida mavjud bo'lgan R-142 M2 "Burgut-M1" qo'mondonlik shtab mashinasi tarkibidagi ultra qisqa to'lqinli MR-9560, MD-785/785 G va qisqa to'lqinli MR-9360 radiostansiyalari, shuningdek, O'zbekiston Respublikasi Mudofaa vazirligi trunk radioaloqa tarmog'i orqali amalga oshirilmoqda [1].

Shunday bo'lishiga qaramasdan radioaloqa respublikamiz ayrim (ayniqsa, tog'lik) hududlarida hamda hozirgi kunda Mudofaa vazirligi qo'shnlari shtati birligi bo'yicha radioaloqa stansiyalar bilan to'liq tartibda butlanmaganligi harbiy qism va birlashmalari jangovar shayligini pasayishiga va qaror qabul qilish uchun yetarli ma'lumotlar to'play olmasligiga hamda jangovar vazifalarni o'z vaqtida muvaffaqiyatli bajarishga o'z salbiy ta'sirini ko'rsatyapti.

Bundan tashqari Mudofaa vazirligi qo'shnlari tomonidan har yili bahor-kuz fasllarida maxsus operatsiya kuchlari va razvedka batal'onlari mutaxassislari ishtirokida o'tkaziladigan razvedka qidiruv harakatlari yakuni tahlillaridan kelib chiqib, razvedka qidiruv harakatlari asosan chegara oldi hamda o'tishi qiyin bo'lgan tog'lik hududlarida olib borilayotganligi va bu joylarda esa radioaloqani imkoniyatlariga ta'sir etuvchi omillar ya'ni, to'lqinlarning ekranlashtirish, ya'ni to'lqinlarning tarqalishini to'sishi, qaytarishi, so'ndirishi yoki yo'nalishini o'zgartirish xususiyatlari bo'linmalarni boshqarishda yanada qiyinchiliklar tug'dirmoqda.

So'nggi o'n yillikdagi urushlar va Rossiya-Ukraina o'rtasidagi qurolli mojarolar natijalari shuni ko'rsatmoqdaki, radio aloqa orqali qo'shnlarni boshqarish jangovar harakatlarda quyidagicha kamchiliklarni keltirib chiqarmoqda:

tog'li hududlarda bo'linmalar o'rtasidagi aloqani tashkillashtirishda ma'lumotlarni uzatish va qabul qilishdagi uzilishlar;

qarama-qarshi tomondan osonlik bilan tarmoq ichiga suqilib kirish va oldindagi reja va harakatlarni bilib turish imkoniyatini yuqoriligi;

uzluksiz jangovar harakatlar olib borish hududlaridagi radioaloqani quvvatlash ta'minotiga bo'lgan ehtiyoj;

har xil shovqin vositalari orqali boshqaruvga xalaqit berish ehtimoli;

radio aloqa kanallaridan kelayotgan ma'lumotlarni o'zlashtirish orqali yetib boruvchiga boshqa mazmundagi ma'lumotlar uzatish ehtimoli va boshqalar.

Shunday qilib radio aloqani tashkil etish bo'yicha xulosa qiladigan bo'lsak bugungi kundagi rivojlanib borayotgan jangovar harakatlar sferasida ushbu aloqa turidan foydalanish yetakchi xorijiy davlatlar armiyalarida borgan sari kamayib bormoqda. Bunga asosiy sabab qilib radio aloqani tashkil etishda yuzaga keladigan muammoli masalalar jang natijasiga salbiy ta'sir ko'rsatayotganligidir.

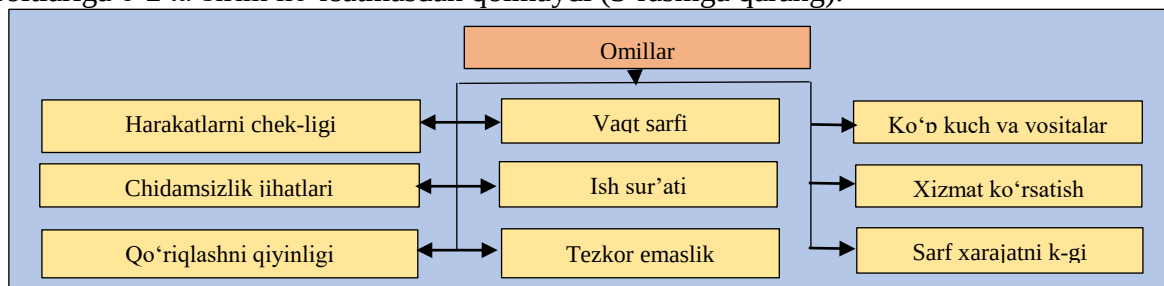
Simli aloqa - bugungi kunda O'zbekiston Respublikasi Qurolli Kuchlari tarkibidagi qo'shinlarni boshqaruvini ta'minlovchi asosiy aloqa turlaridan biri hisoblanadi.

Simli aloqa, mavjud rahbariy hujjatlarga asosan mudofaa jangini olib borishda, qo'shinlarni joyda joylashuvda, qo'shinlarni maxsus harakatining oldini olish bosqichlarida, muhim bo'lgan toifalangan obyektlarni qo'riqlash va mudofaa qilishda hamda mudofaa jangining boshqa elementlarini o'zida mujassam qilgan jangovar harakatlarda qo'llaniladigan asosiy aloqa turidir.

Simli aloqa muloqot va axborot uzatishda qulayliklarga ega hamda radio va radiorele aloqaga qaraganda bugungi kunda ko'proq maxfiylikni ta'minlaydigan aloqa turi hisoblanadi.

Operativ bo'g'inda simli aloqani tashkillashtirish bugungi kunda shtatda mavjud bo'lgan kabel liniya seksiyasi kuch va vositalari orqali amalga oshirilmoqda. Bu qo'shinlarni barcha taktik harakatlarining turlarida taktik va operativ bo'g'inda sifatli aloqani ta'minlashda xizmat qiladi.

So'nggi o'n yillikdagi urushlar va qurolli mojarolar natijalari tahlili, yetakchi harbiy ekspertlarning xulosasiga ko'ra bugungi kunda harbiy operatsiya va jangovar harakatlar davomida simli aloqani tashkillashtirish va olib borishda quyidagicha keltirilgan kamchiliklar mavjud bo'lib bevosita bu kamchiliklar jangda muvaffaqiyat qozonishga, yo'qotishlar hisobi va to'satdanlik sharoitlariga o'z ta'sirini ko'rsatmasdan qolmaydi (3-rasmga qarang).



3-rasm. Simli aloqani tashkil etishda yuzaga keladigan kamchiliklar chizmasi

Harakatlarni cheklanganligi – bu omil ortida simli aloqani faqatgina harakatlanmaydigan punktlar (QP, IQP, ZQP, FOBP, mudofaa rayonlari va pozitsiyalari ...) orasida (o'rtasida) tashkil qilish imkoniyati bilan cheklanganligi.

Chidamsizlik jihatlarini – yuqori shtab va bo'ysinuvdagi bo'linmalar orasida tashkil etilgan simli aloqani (aloqa kabellarini) dushmanning yadro portlashi, aviatsiya zarbalari, raketa va artilleriya olovlari, UUA olovlari, jangovar texnikalar va boshqa turdagi zirhli obyektlarni olovlari hamda boshqa qurollarning olovlariga chidamsizligi.

Vaqt sarfi – qo'shinlar o'rtasida simli aloqani tashkil etishda bo'linmalarni jangovar imkoniyati, yuklatilgan vazifalar hajmi, mavjud vaqt va boshqa turdagi omillardan kelib chiqib ular o'rtasida boshqaruvni tashkil etishga bir muncha ko'p vaqt sarflanadi. Shuningdek, dushman

tomonidan simli aloqa vositalari ishdan chiqarilganda (kabellar uzib qo'yilsa, portlatilsa) boshqaruvni tiklashga sarflanadigan vaqtning ko'pligi. Ushbu oraliqda qo'shinlar o'rtasida boshqaruv yo'qolib qolish keyinchalik og'ir oqibatlarga olib kelishi mumkin.

Ish sur'ati – jangovar harakatlarga tayyorgarlik ko'rish va olib borishda aloqa liniyalarini yoyish va yig'ish davomida ish sur'atlarining nisbatan pastligi.

Tezkor emasligi – jangovar harakatlar teatriga monand ravishda hamda zamonaviy boshqaruvni tashkillashtirishga qo'yilgan talablarga monand aloqani tezkor emasligi.

Qo'riqlashning qiyinligi – qo'shinlarga muntazam ravishda dushman tomonidan olovli zarblar va turli ko'rinishdagi taktik harakat usullarini qo'llanilishi natijasida aloqa kabellari va vositalarini qo'riqlashda bir muncha qiyinchiliklar yuzaga kelishi.

Ko'p kuch va vositalar – simli aloqa tashkil etishda bo'linmalarning joylashuv rayoni va pozitsiyalarining xususiyatlari, bo'linmalarga yuklatiladigan vazifalar ko'lami, aloqani tashkil etish uchun mo'ljallangan bo'linmalarni imkoniyati, mavjud vaqt va qarama-qarshi tomonning ehtimoliy harakatlaridan kelib chiqib ko'p kuch va vositalarni sarflanish ko'rsatkichlari.

Xizmat ko'rsatish – mudofaa turidagi jangovar harakatlarni olib borish davomida zararlangan va o'tish qiyin joylarda, dushman tomonidan tinimsiz olovlar ostida, har tomondan dushmanning diversion guruhlarini ta'sirida uzilgan, shikast yetgan aloqa kabellarini o'rniga yangi liniya yotqizish va yechish, aloqa liniyalarini ko'chirish, yoyish, ekspluatatsion xizmat ko'rsatish imkonining chegaralanganligi bilan izohlanadi.

Sarf xarajatlarni ko'pligi – o'z o'zidan ma'lumki simli aloqa tashkil etish uchun kerak bo'ladigan vositalar sarfi bevosita katta miqdordagi iqtisodiy xarajatlarga olib kelishi bilan belgilanadi. Bundan tashqari qo'shinlar tomonidan tog'li va cho'l hududlarida jang olib borish davomida simli aloqa liniyalarini qurish uchun odatdagidan ancha ko'p vositalar kerak bo'ladi.

Bugungi kunda asosiy muammolardan biri o'tkazilgan barcha operatsiyalar va jangovar harakatlar davomida simli aloqa orqali qo'shinlarni va bo'linmalarni boshqarishda shtatidagi mavjud simli aloqa vositalarining yetishmasligidir. Masalan, motoo'qchi batal'oni maxsus qo'shinlar harakatlar olib borishda javobgarlik hududining kengligi 15-20 km, chuqurligi

10-15 km gacha bo'lishini inobatga olsak, aloqa vzvodi shtatida mavjud simli aloqa vositasi P-247 M kabeli 10 km ni tashkil qiladi [3].

Bu esa bo'linmalarni o'z vaqtida aloqa bilan ta'minlashga hamda o'ziga yuklatilgan jangovar vazifani bajarishga to'sqinlik qiladi.

Xulosa o'rnida shuni aytish mumkinki Rossiya-Ukraina o'rtasidagi qurolli mojarolar natijalari tahlillariga asosan bugungi kunda yetakchi xorijiy davlatlar armiyalari qo'shinlar o'rtasidagi aloqani ta'minlashda simli aloqa turidan voz kechishga intilmoqdalar. Bunga asosiy sabab etib yuqorida keltirilgan kamchiliklar belgilanadi.

Radiorele aloqa radioliniya bo'ylab uzatiladigan signallarning bir necha bor retranslyatsiya qilish orqali ultraqisqa to'lqinlarda amalga oshiriladigan radioaloqaning bir turidir. Radiorele vositalari yordamida atmosfera ta'siri, yil va ob-havo sharoitlariga bog'liq bo'lmagan, ko'p kanalli dupleks aloqa amalga oshiriladi. Radiorele aloqasi simli aloqaga nisbatan tashqi mexanik ta'sirlarga chidamliroq va aloqa o'rnatishga kam vaqt sarflanadi [2].

Keyinchalik radiorele aloqasi rivojlanish bosqichida o'zgarishlar kiritilib mukammallashtirilib borildi va bajaradigan vazifalariga ham radio nisbatan samaraligini ko'rsatdi. Radiorele aloqasini simli aloqa liniyalari yotqizib bo'lmaydigan (zararlangan, o'tib bo'lmaydigan), jumladan, dushman egallagan hududlar orqali ham o'rnatish imkoniyatiga ega bo'ldi.

Bundan tashqari radiorele aloqasini tashkillashtirishda masofa uzoqlashgan sari radiorele stansiyalarining sarfi ortishi, axborot uzatishda signal so'nishi, shuningdek, asosan mudofaa jangi va bo'linmalarning joyda joylashganda samaraliroqdir.

Asosiy kamchiligi esa asosiy operatsiya va janglarda radiorele aloqasi orqali aloqani tashkillashtirish imkoniyati deyarli yo'q.

Shuningdek, agarda radiorele aloqasi o'q va tarmoq bo'yicha tashkillashtirilsa dushman tomonidan bitta radiorele stansiyasiga zarba berishi natijasida qo'shinlar o'rtasida aloqa yo'qolishiga olib keladi. Natijada, bu harakatlar qo'shnlarni boshqaruvdan to'liq mahrum etadi.

Bugungi kunda, O'zbekiston Respublikasi Mudofaa vazirligi tizimidagi birlashma, qo'shilma, harbiy qism va muassasalar o'rtasida tinchlik vaqtida radiorele aloqani tashkil etish davlat aloqa uzellarini ijaraga olish orqali tashkillashtiriladi va olib boirladi. Urush vaqtida esa ular o'rtasida radiorele stansiyalar bilan radiorele trassa hosil qilish orqali radiorele aloqa tashkillashtiriladi. Buni tashkillashtirishda radiorele stansiyalar o'rtasidagi masofa o'rtacha (hozirgi zamonaviy radvin 2000 radiorele stansiyalari) 50-60 km hisoblanadi.

Xulosa o'rnida shuni aytish mumkinki, urush vaqtida dushmanning birinchi navbatdagi vazifalaridan biri qo'shnlarni boshqaruvini izdan chiqarishligini (respublika miqyosidagi barcha uyali aloqa kanallarini uzib qo'yish) inobatga olgan holda radiorele aloqasi o'zining samaradorligini maksimal kamaytiradi.

Aloqa sun'iy yo'ldoshi –transponder orqali radiotelekkommunikatsiya signallarini uzatuvchi va kuchaytiruvchi sun'iy yo'ldosh yerning turli joylarida manba uzatuvchi va qabul qiluvchi o'rtasida aloqa kanalini yaratadi. Aloqa sun'iy yo'ldoshlari televizor, telefon, radio, internet va harbiy sohalar uchun ishlatilmoqda [4].

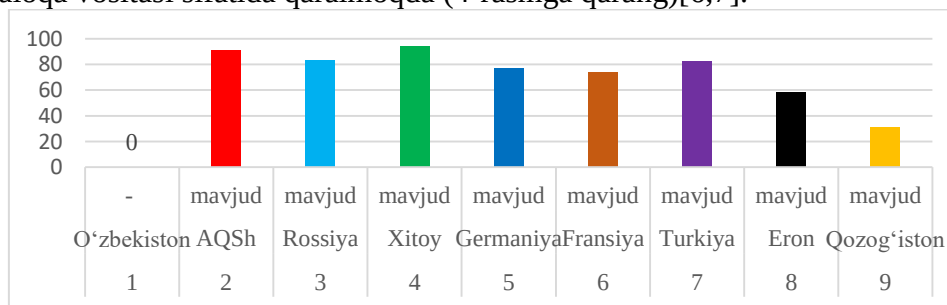
Ushbu aloqa turi bugungi kunda O'zbekiston Respublikasi Qurolli Kuchlari tarkibidagi qo'shnlarni boshqaruvini tashkil etishda mavjud bo'lmagan (yaratilmagan, ulanmagan) vosita sifatida namoyon bo'ladi.

So'nggi o'n yillikdagi urushlar va qurolli mojarolar tajribasi shuni ko'rsatmoqdaki, bugungi kunda simli, radio, radiorele va harakatchan aloqa turlari aloqani tashkillashtirishga qo'yilgan talablarga hamda jangovar harakatlar teatriga mos kelmasligi sababli yetakchi xorijiy davlatlar armiyalarini boshqaruvini tashkil etishda sun'iy yo'ldosh aloqa tizimidan foydalanishni ma'qul ko'rmoqdalar. Bunga 2022-yilda boshlangan Rossiya va Ukraina o'rtasida bo'lib o'tayotgan harbiy amaliyot yaqqol misol bo'lmoqda.

Sun'iy yo'ldosh aloqa tizimi nafaqat bo'linmalar o'rtasida aloqa tashkil etish bilan bir qatorda, bo'linmalar jangovar harakatlarini rejalashtirish, hudud va obyektlarda rekognosirovka ishlari tashkil etish, dushman qo'llashi mumkin bo'lgan taktik harakatlarni oldindan bilish va ularga qarshi zarbalar berish, kichik guruhlar tipigacha bo'lgan bo'linmalarni mustaqil boshqaruvini ta'minlash hamda boshqa shunga o'xshash bir qator samarali vazifalarni bajarish imkonini beradi. Bundan tashqari sun'iy yo'ldosh aloqa tizimi orqali bo'linmalarni boshqaruvini tashkil etish uchun sarflanadigan vaqtni kamligi, sarf xarajatlarni muqobilligi, unumdorligi hamda ko'p maqsadlilik bilan o'zining qiymatini yanada oshiradi.

Shuningdek, sun'iy yo'ldosh aloqa tizimi orqali artilleriya va aviatsiya zarbalari nishonga to'g'ri yo'naltirish imkoniyati oshirilishi mumkin [5].

Shuning uchun hozirgi vaqtda sun'iy yo'ldosh aloqasi orqali o'z armiyalari tarkibidagi qo'shnlarni boshqaruvini tashkil etishga yetakchi xorijiy davlatlar asosiy e'tiborlarini qaratmoqdalar va buning nazdida sun'iy yo'ldosh aloqasi keng imkoniyatlarini belgilaydigan noyob va samarali aloqa vositasi sifatida qaralmoqda (4-rasmga qarang)[6,7].



4-rasm. Yetakchi xorijiy davlat armiyalari tarkibida sun'iy yo'ldosh aloqasini tashkillashtirish ko'lamini chizmasi

Sun'iy yo'ldosh aloqa uzoq va o'rta masofalardagi xalqaro va milliy aloqalarning asosiy shakli hisoblanadi. Aloqa uchun sun'iy yo'ldoshlaridan foydalanish mavjud aloqa tarmoqlari rivojlanib borishi bilan kengayib bormoqda. Bugungi kunda ko'pgina mamlakatlar o'zlarining milliy sun'iy yo'ldosh aloqa tizimlarini yaratishga intilmoqdalar.

Bunga asosiy sabab, kosmik faoliyatni rivojlantirish har qanday zamonaviy davlatning siyosiy qiyofasini, uning iqtisodiy, ilmiy-texnikaviy va mudofaa qudratini ko'p jihatdan belgilab qo'yishi hech kimga sir emas. Shu bilan birga, kosmik faoliyat nafaqat milliy obro'-e'tibor, balki ilg'or texnologiyalar, davlatning iqtisodiyoti va hududiy xavfsizligini kafolatidir.

Hozirgi vaqtda harbiy harakatning turli sharoitlarida zamonaviy aloqa tizimini yaratish usullari bo'yicha ishlab chiqilgan metodikalar va amaliy tavsiyalar aloqa tizimi xususiyatlarini uning samaradorligini baholash nuqtai nazaridan ko'rib chiqib. Jumladan: yashovchanlik, barqarorlik, ishonchlilik, harakatchanlik, razvedkadan himoya, o'tkazish qobiliyati, tarmoqlanish, boshqaruvchanlik, mustaqillik, texnik mosligi, jangovar shaylik.

Ushbu talab va mezonlarni o'z ichiga olgan maqbul aloqa turlari va vositalariga ega bo'lgan har qanday davlat armiyasi bo'lajak jangovar harakatlarda bemaolol g'alabaga umid qilsa bo'ladi.

Shunday ekan, Mudofaa vazirligi qo'shinlarida aloqani tashkil etishning bugungi holati, mavjud muammolar bo'yicha olib borilgan tahlil natijalaridan kelib chiqib, bizning milliy armiyamiz tarkibida mavjud bo'lmagan, bugungi kunda yetakchi xorijiy davlatlar armiyalari tomonidan samaradorligi to'liq asoslangan "Sun'iy yo'ldosh aloqa tizimini" QK tarkibiga integratsiya qilish (milliy sun'iy yo'ldosh aloqa tizimini yaratish), ushbu aloqa tizimini tashkil etuvchi bo'linmalar va mexanizmlarni joriy etish orqali qo'shinlarimizni boshqaruvida turg'un va barqarorlikka erishishimiz mumkin.

Qo'shinlarida sun'iy yo'ldosh orqali aloqani tashkil etish tendensiyalarini tahlil qilish orqali shu narsaga amin bo'ldikki, zamonaviy jangovar harakatlarda bo'linmalarni boshqarishning zamonaviy turlari, usul va vositalarini qo'shinlarning jangovar va kundalik xizmat faoliyatiga joriy qilish va amalda samarali qo'llash orqali oldindagi janglarda muvaffaqiyatga erishishga intilmoqdalar. Bunga asosiy sabab, so'nggi o'n yillikdagi urushlarda bo'linmalar o'rtasidagi aloqani to'g'ri va mustahkam tashkil etilmaganligi sabab kuch va vositalarni yo'qotishlar sonini oshib ketishidir.

Olib borilgan tahlil natijalari shuni ko'rsatmoqdaki, yetakchi xorijiy davlatlar o'z qurolli kuchlari tarkibidagi mavjud aloqa turlaridan (simli, radio, radiorele, harakatchan, signal) voz kechib bugungi kunda zamonaviy, kam xarj, turli maqsad va vazifalarni bajarish imkonini beruvchi "Sun'iy yo'ldosh aloqa tizimini" qo'shinlar amaliyotiga joriy qilishga intilmoqdalar va bu orqali bir qator istiqbolli tadbirlarni amalga oshirishga qaratilgan.

O'tkazilgan tizimli tahlil natijalaridan kelib chiqib quyidagicha xulosalar qilindi.

O'zbekiston Respublikasi Mudofaa vazirligi tizimida boshqaruv va aloqani tashkillashtirish tizimi va yetakchi xorijiy davlatlar armiyalarida qo'shinlarni boshqarish tadbirlarini tashkillashtirish tajribalari natijasida turli yo'nalishlarda bir qator tafovutlar yuzaga keldi.

Jumladan, aloqani tashkil etishning zamonaviy ko'rinishlari, bugungi kundagi zamonaviy boshqaruvga qo'yilgan talablarni bajarish darajasi, mavjud imkoniyatlar, aloqani tashkil yetishdagi kamchiliklar hamda boshqa bir qator yo'nalishlarda.

Yetakchi xorijiy davlatlar armiyalarida qo'shinlarni boshqarish tajribasini hamda Mudofaa vazirligi tarkibida aloqa va boshqaruvni tashkil etish imkoniyatini qiyosiy tahlil qilish orqali "O'R Mudofaa vazirligi qo'shinlarini boshqaruv va aloqasini tashkiliy o'zagini qayta tuzishning asosiy yo'nalishlari va choralarni aniqlashga imkon beradi". Shu bilan birga:

birinchidan, mudofaa vazirligi qo'shinlarida sun'iy yo'ldosh orqali aloqani tashkil etishning zamonaviy modelini ishlab chiqish va qo'shinlarning jangovar xizmat faoliyatiga integratsiya qilish;

ikkinchidan, so'nggi o'n yillikdagi urushlar va Rossiya-Ukraina o'rtasidagi qurolli mojarolar natijalari tahlillaridan kelib chiqib Mudofaa vazirligi tizimidagi birlashma (harbiy okrug),

qo'shilmalar tashkiliy shtat tuzilishi tarkiblariga "Sun'iy yo'ldosh aloqa mutaxassislarini"ni kiritish (joriy qilish);

uchinchidan, zamonaviy jangovar harakatlari teatrida boshqaruvga qo'yilgan talab va takliflardan kelib chiqib sun'iy yo'ldosh aloqa tizimi asosiy ko'rsatkichlari va mezonlarini ishlab chiqish;

to'rtinchidan, mudofaa vazirligi qo'shinlarida sun'iy yo'ldosh orqali aloqani tashkil etish modeliga asoslangan holda sun'iy yo'ldosh aloqa tizimini samaradorligini oshirish usullarini ishlab chiqish;

beshinchidan, operativ bo'g'inda sun'iy yo'ldosh aloqa stansiyasi samaradorligini oshirish algoritmini ishlab chiqish;

oltinchidan, olingan natijalarni nazariy va amaliy jihatdan asoslash orqali mustahkam tizimni barpo qilishga erishishimiz mumkin.

Umumiy qilib aytganda bugungi kunda yetakchi xorijiy davlatlar o'z armiyalari boshqaruvini tashkillashtirishda mavjud simli, radio, radiorele va boshqa shunga o'xshash aloqa turlaridan foydalanishdan voz kechishmoqda. Bunga asosiy sabab etib so'nggi o'n yillikdagi urushlar va Rossiya-Ukraina o'rtasidagi mojarolarda ushbu yuqorida keltirilgan aloqa turlari aloqaga qo'yilgan vazifalarni bajarishda ancha eskirgan, samarasiz vosita sifatida namoyon bo'lganidir. Shu bilan birga, nafaqat jangovar harakatlarda bo'linmalarni boshqarish bundan tashqari jangni rejalashtirish, dushman harakatlarini oldindan sezish, boshqaruvni xavfsiz va mobilligini ta'minlash, rekognossirovka ishlarini to'g'ri tashkil etish hamda kichik bo'linmalarni mustaqil harakatlanish va boshqarish imkoniyatini oshirish ham boshqaruvga qo'yilgan asosiy vazifalarga aylanib ulgurgan.

Bunga yechim sifatida, yetakchi xorijiy davlatlar andozasi ostida mavjud muammolardan kelib chiqib aloqaga qo'yilgan talab va tamoyillarga javob beradigan mustahkam tizimni yaratish orqali qo'shinnlarni uzluksiz boshqaruvini tashkil etishimiz mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

[1] To'rayev, B.T. Harbiy aloqani tashkil qilish tamoyillari darslik 1-qism/ U.J.Asqarov, A.A.Yaxyoyev, A.A.Nazarov// - T.: O'R QK Mudofaa vazirligi nashri, 2021. –B. 12,37,189.

[2] Izbosarov, A.F. Harbiy aloqani tashkil qilish tamoyillari darslik 2-qism/ U.J.Asqarov, B.T.To'rayev, M.B.Voxidov, A.A.Yaxyoyev, A.A.Nazarov// - T.: O'R QK Mudofaa vazirligi nashri, 2021. –B. 5,12.

[3] Узаков, В.Р. Мотоўкчи батальонда алоқани ташкиллаштириш. Ўқув қўлланма/ В.Р.Узаков// -Т: ЎР ҚК Академия наширети, 2013. –В. 29.

[4] Цветков К.Ю., Осташов И. Т., Косяков Е. Н. Радиорелейные и спутниковые системы передачи информации специального назначения. – СПб.: ВКА им. А.Ф.Можайского, 2013. С. 447.

[5] Строгов С. Перспективные системы спутниковой связи военного назначения ведущих зарубежных стран // Зарубежное военное обозрение. 2009. № 5. С. 50-58.

[6] Свитов Р. Состояние и перспективы развития американских военных систем спутниковой связи // Зарубежное военное обозрение. 2013. № 12. С. 63–68.

[7] Марчев Ю. Средства спутниковой связи сухопутных войск США // Зарубежное военное обозрение. 2004. № 4. С. 20-37.

MOBIL TELEFONLARDA AXBOROT XAVFSIZLIGI MUAMMOLARI VA ULARNI BARTARAF ETISH CHORALARI

t.f.d. (DSc), professor Sh.N. TUROPOV, S.R. ALAYEV

O'R HX va MU Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari va harbiy aloqa instituti

Annotatsiya. Ushbu maqolada mobil telefonlarda axborot xavfsizligi bilan bog'liq asosiy muammolar tahlil qilinadi. Ma'lumotlarni o'g'irlash, zararli dasturlar, Wi-Fi tarmoqlari orqali hujumlar, SMS fishing, foydalanuvchi xatoliklari va biometrik xavfsizlik kabi tahdidlar yoritiladi. Shuningdek, ushbu muammolarni bartaraf etish choralari ko'rib chiqiladi.

Kalit so'zlar: axborot xavfsizligi, mobil telefon, kiberhujum, zararli dasturlar, SMS fishing, Wi-Fi tarmoqlari, biometrik xavfsizlik, geolokatsiya, foydalanuvchi xatolari.

Аннотация. В данной статье анализируются основные проблемы информационной безопасности мобильных телефонов. Рассматриваются угрозы, такие как кража данных, вредоносное ПО, атаки через Wi-Fi-сети, фишинговые SMS-сообщения, ошибки пользователей и биометрическая безопасность. Также обсуждаются меры устранения данных проблем.

Ключевые слова: информационная безопасность, мобильный телефон, кибератака, вредоносные программы, SMS-фишинг, Wi-Fi-сети, биометрическая безопасность, геолокация, ошибки пользователей.

Abstract. This article analyzes the main issues of information security in mobile phones. Threats such as data theft, malware, attacks via Wi-Fi networks, SMS phishing, user errors, and biometric security risks are discussed. Effective measures to mitigate these problems are also considered.

Keywords: information security, mobile phone, cyber attack, malware, SMS phishing, Wi-Fi networks, biometric security, geolocation, user errors.

Hozirgi zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalari rivojlanishi jarayonida mobil telefonlar xavfsizligini ta'minlash muammolari muhim masalalardan biridir. Mobil telefonlarda axborot xavfsizligi tahdidlari ilmiy va amaliy jihatdan keng o'rganilgan, lekin ularning darajasi va yondashuvlari ba'zi omillarga qarab o'zgarib turadi [1].



1-rasm. Mobil telefonlarda axborot xavfsizligi tahdidlari

Ma'lumotlarni o'g'irlash va yo'qotish: Mobil telefon foydalanuvchilari shaxsiy ma'lumotlarini, jumladan shaxsni tasdiqlovchi, haydovchilik guvohnomasi va boshqa hujjatlarning raqamli (elektron) shakllari, kontaktlar, sms-xabarlar, elektron pochta, internet

O'R HX VA MU AKT VA HARBIY ALOQA INSTITUTI

va ijtimoiy tarmoqlardan yuklab olingan ma'lumotlarni telefon xotirasida saqlaydi. Mobil telefonni yo'qotish yoki o'g'irlatish holatida, agar telefonni himoya qilish vositalari (parol, PIN kodi, biometriya) ishlatilmasa, bu ma'lumotlar uchinchi shaxslar tomonidan foydalanishi mumkin. Ushbu masala zamonaviy mobil xavfsizlik tadqiqotlarida keng muhokama qilinadi. Xavfsiz parollar va biometriya yordamida qurilmalarni himoya qilish, shuningdek, ma'lumotlarni shifrlash va zaxira nusxalarini yaratish bo'yicha ko'plab tavsiyalar ishlab chiqilgan. Bu sohada muammo hali ham dolzarb, chunki qurilmalar, hujum texnikalari va usullari doimiy ravishda rivojlanib boradi [2].

Zararli dasturlar (malware): Mobil qurilmalarga zararli dasturlar (viruslar, troyanlar, spyware, adware)ni yuqtirish orqali foydalanuvchilarning shaxsiy ma'lumotlari va moliyaviy hisob raqamlariga kirish mumkin. Bunday dasturlar ko'pincha noto'g'ri ilovalar yoki spam xabarlar orqali tarqatiladi. Zararli dasturlar va ularning mobil qurilmalarga qanday ta'sir qilishi juda chuqur o'rganilgan va antivirus ilovalari, xavfsizlikni ta'minlash dasturlari va tizimni tahlil qilish vositalari ishlab chiqilgan. Shuningdek, zararli mobil ilovalarni aniqlash uchun sun'iy intellekt (AI) va mashina o'rganish (machine learning) texnologiyalari ham sinovdan o'tkazilmoqda. Ammo zararli dasturlar har doim yangi va innovatsion usullar bilan foydalanuvchilarning qurilmalariga kirish imkoniyatiga ega bo'ladi, shuning uchun bu soha ham doimiy ravishda rivojlanib bormoqda [3].

Wi-Fi tarmoqlari orqali hujumlar: Mobil telefon foydalanuvchilari ochiq va xavfsiz bo'lmagan Wi-Fi tarmoqlariga ulanib, tarmoq hujumlariga uchrashi mumkin. Ommaviy Wi-Fi tarmoqlaridan foydalanganda ma'lumotlar noqonuniy kuzatib borilishi yoki o'g'irlanishi mumkin. Wi-Fi tarmoqlarining xavfsizligi ham keng o'rganilgan, va bu sohada tarmoqni himoya qilish protokollari, masalan, WPA3, rivojlanmoqda. Biroq, xavfli tarmoqlarga ulanish yoki noto'g'ri sozlamalar tufayli foydalanuvchilar xavf ostida qoladi. Bunday hujumlar o'rganilgan bo'lsa-da, yangi usullar va tarmoq xatoliklari doimo paydo bo'ladi [4].

SMS va MMS orqali hujumlar: SMS yoki MMS xabarlar orqali yuborilgan zararli havolalar yoki fayllar foydalanuvchilarning telefonlariga zarar etkazishi yoki ma'lumotlarini o'g'irlashi mumkin. Bu turdagi hujumlar tez-tez fishing (aldash) hujumlari sifatida amalga oshiriladi. Soxta SMS yoki elektron pochta xabarlari orqali foydalanuvchilarni aldab ma'lumotlarini oshkor qilishga majbur qilish. SMS va MMS orqali hujumlar ancha o'rganilgan va turli xavfsizlik protokollari yordamida ularni kamaytirish uchun bir qancha chora-tadbirlar ishlab chiqilgan. Hozirda mobil qurilmalarda SMS orqali zararli havolalarga qarshi ogohlantirish tizimlari mavjud, ammo ular foydalanuvchilar uchun yetarlicha samarali emas [5].

Foydalanuvchi xatoliklari va noqulay sozlamalar: Ba'zida foydalanuvchilar xavfsizlikka e'tibor bermay, mobil telefonlarining sozlamalarini o'zgarishsiz qoldiradilar. Masalan, "developer options" (ishlab chiquvchi variantlari)ni ochish, noma'lum manbalarni faollashtirish yoki xavfsizlikni zaiflashtiradigan ilovalarni o'rnatish. Foydalanuvchilar tomonidan qilinadigan xatoliklar va noqulay sozlamalar bilan bog'liq muammolarni o'rganish ko'proq amaliy tadqiqotlar orqali amalga oshirilmoqda. Ko'pgina foydalanuvchilarga telefonlarining xavfsizlik sozlamalarini yaxshilash uchun o'quv materiallari taqdim etilmoqda, ammo bu materiallarni tushunish va ishlatish foydalanuvchining bilim darajasiga bog'liq [6].

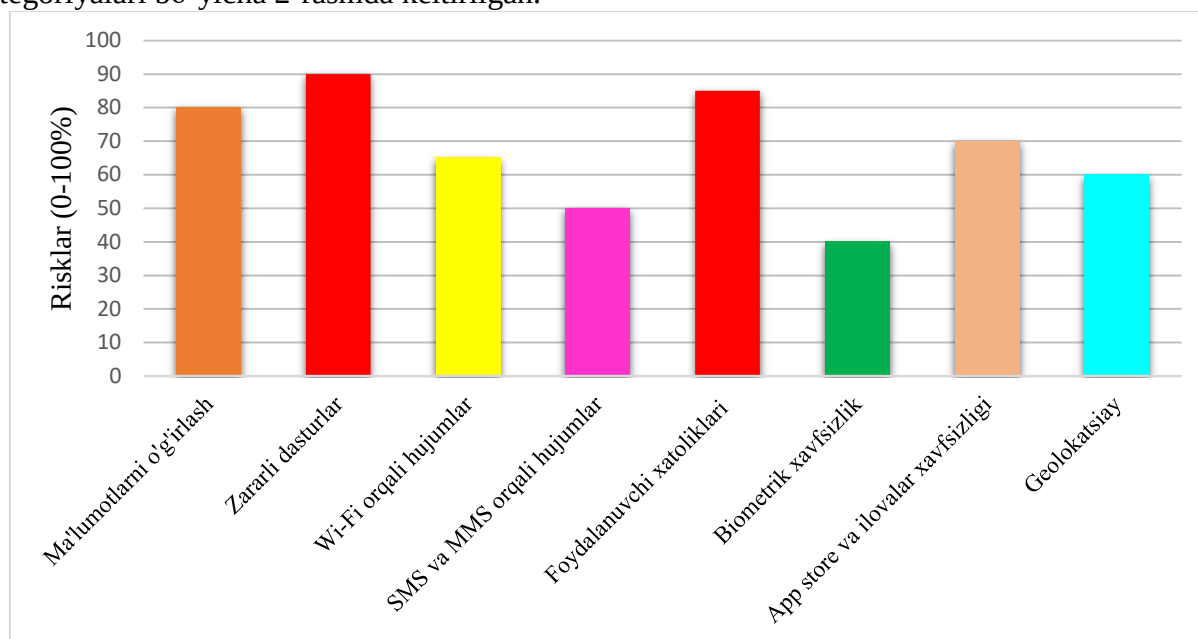
App Store va ilovalar xavfsizligi: Ilovalar, hatto rasmiy ilovalar do'konlarida ham, xavfsizlik nuqtai nazaridan noxush bo'lishi mumkin. Ba'zi ilovalar foydalanuvchi ma'lumotlarini noto'g'ri saqlashi yoki ular bilan noto'g'ri ishlashi mumkin. Ilovalar xavfsizligi ko'p o'rganilgan. Google Play va App Store kabi rasmiy ilova do'konlarida xavfsizlikni ta'minlash uchun ko'plab filtrlar va avtomatik tekshiruv tizimlari ishlab chiqilgan. Biroq, ba'zi zararli ilovalar hali ham rasmiy do'konlarga kirish imkoniga ega. Shuning uchun, ilova xavfsizligini ta'minlashda davomiy tadqiqotlar olib borilmoqda [7].

Geolokatsiya: Mobil qurilmalar ko'pincha foydalanuvchining joylashuvini kuzatib boradi. Geolokatsiya yordamida foydalanuvchi joylashuvi haqida ma'lumotlar chiqarilishi mumkin. Joylashuvning maxfiyligini ta'minlash uchun algoritmlar va himoya vositalari ishlab chiqilgan,

lekin bu masala yangi xavf-xatarlar bilan davom etmoqda, chunki foydalanuvchilar ko'pincha joylashuvni o'zi boshqarishda xavfsizlik masalasiga etiborsiz bo'ladi [8].

Biometrik xavfsizlik: Biometrik ma'lumotlar (barmoq izi va yuzni tanish kabi) xavfsizlik uchun foydalidir, ammo ular ham xavf tug'dirishi mumkin. Agar bu ma'lumotlar noto'g'ri ishlatilsa yoki buzilsa, foydalanuvchining maxfiyligi xavf ostiga tushishi mumkin. Biometrik xavfsizlik, ayniqsa barmoq izi va yuzni tanish texnologiyalarining xavfsizligi ancha o'rganilgan. Lekin biometrik ma'lumotlarning buzilishi, masalan, barmoq izining yoki yuzni tanishning manipulyatsiya qilinishi mumkinligi haqida xavotirlar mavjud. Biometrik xavfsizlikning zaif tomonlari ham tadqiqotlar mavzusiga aylangan [9].

Bugungi kundagi mobil telefonlarda axborot xavfsizligi tahdidlari tahlili xavfsizlik kategoriyalari bo'yicha 2-rasmda keltirilgan.



2-rasm. Mobil telefonlarda axborot xavfsizligi tahdidlari gistogrammasi

Umuman olganda, mobil telefonlarda axborot xavfsizligi muammolari o'rganilgan va tahlil qilingan, ammo texnologiyalar va hujumlar doimiy ravishda rivojlanib bormoqda, shuning uchun bu sohada izlanishlar va yangilanishlar davom etmoqda. Xavfsizlikni ta'minlashda har bir foydalanuvchi va ishlab chiquvchi doimiy ravishda himoya vositalarini rivojlantirib borishlari zarur [10]. Ya'ni:

- antivirus dasturlaridan foydalanish;
- jamoat Wi-Fi tarmoqlarida shaxsiy ma'lumotlarni uzatmaslik;
- ishonchli manbalardan kelgan xabarlarini tasdiqlash;
- Bluetooth ishlatilmaganda o'chirib qo'yish va noma'lum qurilmalarga ulanishdan saqlanish;
- ilovalarni faqat rasmiy do'konlardan (Google Play, App Store) yuklab olish;
- operatsion tizim va ilovalarni yangilab turish, muhim ma'lumotlarning zaxira nusxalarini muntazam ravishda saqlash;
- parol boshqaruvchilaridan foydalanib, murakkab parollarni yaratish.

Bizga ma'lumki, mobil telefonlarni tashkilotlarga olib kirishni taqiqlash maxfiylik, xavfsizlik va ish samaradorligini ta'minlash maqsadida amalga oshiriladi. Ushbu cheklovlar tashkilotning ichki qoidalari, faoliyat ko'lamini va ishlash sharoitlariga mos ravishda belgilangan bo'lishi mumkin [11]. Bu cheklovlar:

- mobil telefonlar yordamida suratga olish, audio yoki video yozib olish orqali tashkilotning maxfiy hujjatlari yoki ma'lumotlari sizdirilishining oldini olish;
- zararli dasturlar orqali tashkilotning ichki tizimlariga kirishni oldini olish;

yig'ilishlar yoki strategik rejalarining yozib olinishi va tarqatilishini oldini olish;
tashkilotning texnologik sirlarining oshkor bo'lishini oldini olish;
tashkilotlar ichki xavfsizlik qoidalariga asosan mobil telefonlardan foydalanishni cheklash;
mobil telefonlardan ish vaqtida shaxsiy masalalar bilan shug'ullanishni cheklash;
tashkilotning elektron qurilmalariga zarar yetkazishining oldini olish maqsadlarida qo'llaniladi.

O'zbekiston va xorijiy davlatlar misolida mobil aloqa vositalarida axborot xavfsizligi muammolari o'xshash, lekin ba'zi farqlar ham mavjud. Har bir mamlakatning o'ziga xos qonunlari, texnologik infratuzilmasi va foydalanuvchi madaniyati bu muammolarning o'rganilishiga va hal etilishiga ta'sir ko'rsatadi.

O'zbekistonda mobil aloqa vositalarida axborot xavfsizligi masalalari so'nggi yillarda jiddiy o'rganilmoqda va tahlil qilinmoqda. O'zbekiston hukumati va tegishli organlari axborot xavfsizligini ta'minlash uchun bir qancha qonunlar va tashabbuslarni amalga oshirgan, masalan, "Axborot texnologiyalari va kommunikatsiyalarni rivojlantirish to'g'risida"gi qonun. Shuningdek, mobil aloqa xizmatlarini va internetni tartibga solish uchun ba'zi qonuniy cheklovlar mavjud, xususan, mobil internetdagi turli xil xavfsizlik tahdidlari bilan bog'liq chora-tadbirlar. Bunda mobil qurilmalar va xizmatlar xavfsizligini ta'minlashda ko'proq mobil ilovalar orqali himoya qilishga intilishmoqda, ammo internetda ishlatiladigan ilovalar xavfsizligi masalalari hali ham to'liq hal etilmagan. Foydalanuvchilarda mobil telefonlardagi sozlamalar va xavfsizlik choralarini to'g'ri o'rnatmaslik kabi xatoliklari ko'plab uchramoqda. Mobil telefonlarning geolokatsiya imkoniyatlari keng tarqalgan, ammo foydalanuvchilar joylashuv ma'lumotlarining maxfiyligini himoya qilishga unchalik ham e'tibor bermaydi.

Xorijiy davlatlarda axborot xavfsizligi bo'yicha tadqiqotlar va chora-tadbirlar ko'proq rivojlangan davlatlar mobil aloqa xavfsizligi bo'yicha qonuniy asoslarini yaratgan. Ba'zi xorijiy davlatlar misolida quyidagi jihatlar kuzatiladi [12]:

Amerika qo'shma shtatlarida mobil aloqa va internet xavfsizligi bo'yicha qonunlar va tartiblar mavjud, masalan, telefon va internet xizmatlarining xavfsizligini ta'minlash uchun FCC (Federal Communications Commission) tomonidan ko'plab tashabbuslar amalga oshiriladi. AQShda mobil telefonlarga zararli dasturlarni aniqlash va ularni bloklash uchun kuchli antivirus tizimlari mavjud. Shuningdek, davlat va xususiy sektorlar tomonidan zararli dasturlarni kamaytirish bo'yicha strategiyalar ishlab chiqilgan.

Rossiya Federatsiyasida mobil aloqa vositalaridagi axborot xavfsizligi muammolari ko'plab omillar bilan bog'liq bo'lib, bu sohada qonunlar, texnologik chora-tadbirlar va amaliyotlar rivojlanmoqda. Rossiyada axborot xavfsizligi bo'yicha asosiy huquqiy me'yorlar "Axborot xavfsizligi to'g'risida"gi qonun bilan belgilangan. Ushbu qonunda davlat organlari va tashkilotlari tomonidan axborot xavfsizligi bo'yicha qator chora-tadbirlar ko'rilishi talab etiladi [13].

Rossiyada foydalanuvchi ma'lumotlarini saqlash bo'yicha "Yuklash va ma'lumotlarni saqlash to'g'risida"gi qonun qabul qilingan. Bu qonun, mobil qurilmalardan foydalanuvchilarning axborotlarini himoya qilishga qaratilgan va mamlakatda faoliyat yuritayotgan xalqaro internet-kompaniyalaridan foydalanuvchi ma'lumotlarini Rossiya hududida saqlashni talab qiladi. Hozirgi kunda Rossiya bo'ylab mobil telefonlar va smartfonlar uchun zararli dasturlarni aniqlash va oldini olish uchun antivirus va xavfsizlik tizimlari keng tarqalgan. Shu bilan birga, mobil qurilmalar orqali kiberhujumlar va fishing hujumlari ham davom etmoqda.

Rossiyada kiberhujumlar sohasida ko'plab holatlar o'rganib chiqilgan. Ularning ba'zilari o'ziga xos siyosiy, iqtisodiy yoki yirik tashkilotlarga qarshi qaratilgan bo'lishi mumkin. Mobil telefonlar va internet xizmatlari orqali amalga oshirilgan hujumlar ham ko'plab xatarlarga olib kelishi mumkin. Bunda foydalanuvchi ma'lumotlari himoyasiga alohida e'tibor qaratiladi. Yangi qonunlar va xavfsizlik tartiblari yordamida shaxsiy ma'lumotlarni saqlash va uzatishda ko'plab xavfsizlik choralari ko'rilmoqda. Biroq, foydalanuvchilar orasida o'z ma'lumotlarini himoya qilish uchun ba'zan xavfsizlik protokollarini qo'llashda xatolarga yo'l qo'yishadi.

Shuning bilan birga, Rossiyada mobil telefonlar va boshqa qurilmalarda ma'lumotlarni shifrlash jarayoni tobora muhim ahamiyatga ega bo'lib bormoqda. Shifrlash foydalanuvchi ma'lumotlarini, jumladan, SMS-xabarlar, telefon qo'ng'iroqlari, internet faolligini himoya qilishda muhim rol o'ynaydi. Mobil aloqa operatorlari, ayniqsa Rossiyaning yirik kompaniyalari, foydalanuvchi ma'lumotlarini himoya qilish uchun xavfsiz tarmoqlarni taqdim etishga harakat qilishadi. Shu bilan birga, ochiq Wi-Fi tarmoqlaridan foydalanish xavfli bo'lishi mumkin, chunki bu orqali man-in-the-middle hujumlari amalga oshirilishi mumkin.

Evropa Ittifoqida foydalanuvchi ma'lumotlarining maxfiyligini himoya qilish uchun GDPR (General Data Protection Regulation) qonuni mavjud. Bu qonun mobil qurilmalar va ilovalar orqali foydalanuvchilarning shaxsiy ma'lumotlarini yig'ish, saqlash va ishlatish bo'yicha qat'iy talablar qo'yadi [14].

Xitoyda mobil internet xavfsizligi va axborot xavfsizligi juda qat'iy nazorat qilinadi. Hukumat tomonidan ma'lumotlar yig'ish va tarmoqlarni kuzatish faol ravishda amalga oshiriladi. Xitoyda mobil telefonlarda xavfsizlikni ta'minlash uchun yuqori texnologik echimlar mavjud [10,14].

Hindistonda "Information Technology Act" orqali axborot xavfsizligi bo'yicha chora-tadbirlar belgilangan. Hindistonda mobil telefonlarda axborot xavfsizligi masalalari tobora dolzarb bo'lib bormoqda, chunki mobil ilovalar orqali zararli dasturlar va ma'lumotlarni o'g'irlash holatlari ko'paygan, lekin bu muammo uchun joriy etilgan qonuniy va texnologik echimlar mavjud.

Mustaqil Davlatlar Hamdo'stligi davlatlarida mobil aloqa vositalaridagi axborot xavfsizligi masalalari umumiy jihatdan o'xshash, ammo har bir mamlakatda o'ziga xos qonunlar, texnologiyalar va amaliyotlar mavjud. MDH davlatlari ko'plab ijtimoiy, siyosiy va texnologik omillarga bog'liq ravishda axborot xavfsizligini ta'minlashga harakat qilmoqda. Quyida ba'zi MDH davlatlari misolida mobil aloqa va axborot xavfsizligi bo'yicha mavjud muammolarni ko'rib chiqamiz.

Belarusiyada mobil aloqa xavfsizligi masalalari ham o'rganilgan, lekin mamlakatda axborot xavfsizligi bo'yicha qonunlar va texnologiyalar Rossiyaga qaraganda biroz boshqacha. Belarusda shaxsiy ma'lumotlarni himoya qilishga oid qonunlar mavjud, ammo davlatning axborot nazorati yuqori bo'lishi mumkin. Belarusda internet va mobil tarmoqlarni kuzatish, shuningdek, davlat tomonidan ma'lumotlarni yig'ish faol ravishda amalga oshiriladi. Bunday nazoratlar foydalanuvchilarning shaxsiy maxfiyliklarini xavf ostiga qo'yishi mumkin.

Qozog'istonda mobil aloqa xavfsizligi va axborot xavfsizligini ta'minlash uchun hukumat tomonidan bir qancha chora-tadbirlar ko'rilgan. Qozog'istonda "Axborot xavfsizligi" qonuni mavjud bo'lib, bu qonunda mobil tarmoqlardagi xavfsizlikni ta'minlash va foydalanuvchi ma'lumotlarini himoya qilish bo'yicha qat'iy talablar belgilangan. Shuningdek, Qozog'iston hukumati ma'lumotlarni saqlashni va himoya qilishni kuchaytirish uchun xalqaro standartlarga mos keladigan xavfsizlik protokollarini joriy etmoqda. Biroq, ba'zi hollarda mobil telefonlar va internet orqali kuzatishlar olib borilishi mumkin, bu esa shaxsiy ma'lumotlarning xavfsizligiga tahdid solishi mumkin.

Qirg'izistonda mobil aloqa xavfsizligi va axborot xavfsizligini ta'minlash uchun bir qancha qonunlar mavjud. Biroq, mobil telefonlar orqali ma'lumotlarni himoya qilish va zararli dasturlarni aniqlashda ko'plab qiyinchiliklar mavjud. Foydalanuvchilar, odatda, mobil qurilmalarning xavfsizlik sozlamalarini to'g'ri qo'llashda xatoliklarga yo'l qo'yishadi. Foydalanuvchilarning internetda shaxsiy ma'lumotlarini himoya qilishga oid o'quv materiallari va xabarnomalar mavjud, ammo bu masalani yanada kuchaytirish zarurati bor.

Tojikistonda axborot texnologiyalari va internet xavfsizligi sohasida ba'zi qonunlar ishlab chiqilgan, ammo mamlakatda foydalanuvchi ma'lumotlarini himoya qilish va mobil qurilmalarni xavfsiz qilish bo'yicha chora-tadbirlarni yanada kuchaytirilishi kerak. Shuningdek, Tojikistonda mobil telefonlar va internet tarmoqlarida xavfsizlikni ta'minlash uchun xorijiy ekspertlar bilan hamkorlikda ish olib borilmoqda.

Armaniston ham axborot xavfsizligi sohasida bir qancha chora-tadbirlar ishlab chiqqan. Mobil aloqa va internet xavfsizligi bo'yicha Armaniston hukumati tomonidan axborot texnologiyalarini himoya qilish va zaruriy qonunlarni ishlab chiqish borasida ishlar olib borilmoqda. Foydalanuvchi ma'lumotlarini himoya qilish, shuningdek, zararli dasturlar va kiberhujumlar bilan kurashish bo'yicha amaliyotlar davom etmoqda.

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki, mobil telefonlarda axborot xavfsizligi masalalari tobora dolzarb bo'lib bormoqda. Ushbu maqolada mobil aloqa vositalariga tahdid soluvchi asosiy xavf-xatarlar va ularni kamaytirish usullari muhokama qilindi. Axborot xavfsizligini ta'minlash uchun foydalanuvchilar shaxsiy ma'lumotlarini himoya qilish bo'yicha ongli qarorlar qabul qilishlari lozim.

Shuningdek, davlat va xususiy tashkilotlar tomonidan axborot xavfsizligi bo'yicha meyoriy-huquqiy hujjatlar va standartlarni ishlab chiqish muhim ahamiyatga ega. Zamonaviy texnologiyalar rivojlanib borayotgan bir paytda, xavfsizlikni ta'minlash uchun doimiy ravishda yangilanib boruvchi yondashuv va vositalardan foydalanish zarur [9,14].

Barcha foydalanuvchilar o'z qurilmalarining xavfsizligini ta'minlash bo'yicha mas'uliyatni his qilishlari va zaruriy choralarni ko'rishlari lozim. Shundagina mobil telefonlar orqali axborot xavfsizligini yuqori darajada ta'minlash mumkin bo'ladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

- [1] Alayev S.R. "Axborot xavfsizligi asoslari", darslik, Aloqa nashriyoti, Toshkent 2025 y.
- [2] Stallings, W. (2021). Network Security Essentials: Applications and Standards. Pearson.
- [3] Ross J. Anderson. (2020). Security Engineering: A Guide to Building Dependable Distributed Systems. Wiley.
- [4] Schneier, B. (2018). Data and Goliath: The Hidden Battles to Collect Your Data and Control Your World. W.W. Norton & Company.
- [5] Conti, M., Dehghantanha, A., Franke, K., Watson, S. (2018). Cyber Threat Intelligence. Springer.
- [6] NIST Special Publication 80-124. (2023). Guidelines for Managing the Security of Mobile Devices in the Enterprise.
- [7] OWASP Mobile Security Project. (2023). Top Ten Mobile Security Risks.
- [8] Anderson, R. (2020). Security Engineering: A Guide to Building Dependable Distributed Systems. Wiley.
- [9] ISO/IEC 27001:2013 - Information Security Management Systems (ISMS).
- [10] Google & Apple Security Whitepapers on Mobile Device Protection.
- [11] NIST SP 800-53 - Security and Privacy Controls for Information Systems and Organizations.
- [12] Hoglund, G., & Butler, J. (2016). Rootkits: Subverting the Windows Kernel. Addison-Wesley.
- [13] Stuttard, D., & Pinto, M. (2021). The Web Application Hacker's Handbook: Finding and Exploiting Security Flaws. Wiley.
- [14] OWASP (2023). OWASP Top 10 Security Risks. <https://owasp.org/www-project-top-ten/>

UCHISH APPARATLARINI KO'ZGA TASHLANADIGAN QIYOFASINI KAMAYTIRISH

h.f.n. F.B. BAXRAMOV*O'R HX va MU Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari va harbiy aloqa instituti*

Annotatsiya. Ushbu maqolada, yetakchi mamlakatlarning uchish apparatlarni ko'zga tashlanadigan qiyofasini kamaytirish borasida qilingan ishlar, dunyoda bo'lib o'tgan va davom etib kelayotgan qurolli to'qnashuvlarda uchuvchisiz uchish apparatlarini qo'llash tendensiyalari taxlil qilingan. Shu bilan birgalikda so'ngi paytlardagi qurolli to'qnashuvlarda ko'plab ishlatilishga ustunlik berilgan UUALarni ko'zga tashlanadigan qiyofasini kamaytirish uchun takliflar ishlab chiqilgan.

Kalit so'zlar: uchuvchisiz uchish apparati, radioelektron so'ndirish, samarali tarqatilish yuzasi, Stels, so'n'iy intellekt..

Аннотация. В данной статье проведён анализ проведённых работ по уменьшению заметности летательных аппаратов ведущими странами, применения беспилотных летательных аппаратов прошедших и продолжающихся вооружённых конфликтах. В том числе разработаны предложения по снижению видимости БПЛА, которым отдана преимущество по применению в вооружённых конфликтах, происходящих в последнее время.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, радиоэлектронное поглощение, эффективная площадь рассеивания, Стелс, искусственный интеллект.

Abstract. This article analyzes the work carried out by leading countries to reduce the visibility of aircraft, as well as the use of unmanned aerial vehicles in past and ongoing armed conflicts. The article also proposes measures to reduce the visibility of UAVs, which have been increasingly used in recent armed conflicts.

Keywords: unmanned aerial vehicle, electronic absorption, effective scattering area, stealth, artificial intelligence.

Yaqin tarixga nazar tashlasak ko'zga ko'rinmaslik, bu asar va mish-mishlardagi fantastikalarda qayd etilgan. Bir faraz qilib kuringa, ko'zga ko'rinmaslik, bu juda katta imkoniyatlar qulfiga qo'yilgan kalit kabi barcha eshiklarni ochib beradi. Bu kabi imkoniyat Yugoslaviyada 1999-yilgacha bo'lib o'tgan urushda yaqqol namoyon bo'ldi. AQShning Lockheed Martin kompaniyasiga tegishli F-117A "Tungi qirg'iy"-amerikaning bitta o'rinli, ko'zga tashlanish qiyofasi kam bo'lgan, hujumchi, tovush tezligigacha bo'lgan samolyot edi. Stels deb nomlangan bu samolyot Yugoslaviya davlati ustida bemalol uchib o'zining zolimona ishini qilib yurdi.



1-rasm. F-117A "Tungi qirg'iy"

Bunday harakatlarni ochiqdan-ochiq, jazosiz bajarib yurishining asosiy sababi uning fasetli tuzilishi, radioo'ndiruvchi qoplamalar bilan qoplanganligi va o'zgacha aerodinamik xususiyatlarga ega ekanligi edi. Ushub xususiyatlar uni radiolokatlrlar tomonidan ko'ra olishini deyarli yo'qga chiqarganligi orqali erishilgan.

Shunday qilib ko'rinmaslikga qanday erishish mumkin?

Samolyotni ko'rinish darajasini pasaytirishga qilingan ishlarni ko'rib chiqqanda, samolyotning tuzilishini tanlashda bir qancha ishlar qilinganligi ko'rib o'tsa bo'ladi.

- Samolyotning planerini, antennaning yo'naltirilgan diagrammasi bilan samolyotdan akslangan nurlari to'g'ri kelmaydigan tarizda ustki qismini yassi shakilga keltirish.

- "Uchar qanot" aerodinamik sxemasini qo'llash.

- Ko'rinishni pasaytirish uchun "normal" aerodinamik sxemasiga bazi bir texnik o'zgartirishlar kiritish.

Ob'ektlarni radiolokatsion ko'rinadiganlikning asosiy xarakteristikasi quyidagi formula bilan aniqlanadigan samarali tarqatilish yuzasi (STYu) hisoblanadi:

$$\sigma = 4\pi \lim_{R \rightarrow \infty} R^2 \frac{E_s^2}{E_0^2} \quad (1)$$

bunda E_0° -elektromagnit yuzali qatlamga manbadan tushadigan elektr tarkibli kattalik;

E_s° -qabul qilish nuqtada tarqalgan elektromagnit maydonning elektrik tarkibining kattaligi;

R° -nishondan kuzatuvchigacha bo'lgan masofa.

STYu kattaligi, unga tushadigan quvvatni atrof muxitga teng nurlatadigan, kelib tushuvchi to'lqin yo'nalishiga perpendikulyar joylashgan, faraziy yuza maydoniga mos keladi. STYu kvadrat metrda o'lchanadi.

Dunyoda ko'zga tashlanadigan qiyofani kamaytirish bo'yicha ko'plab ishlar qilingan, ularni ishlab chiqish bo'yicha bir qator qoidalarni keltirib o'tsa bo'ladi:

- uchish jismning akslantiruvchi elementlarini kamaytirish, bu "Uchar qanot" aerodinamik sxemani qo'llash bilan erishiladi;

- qirralarni paralleligini (teng nayzasimonlik) ta'minlash;

- tushayotgan elektromagnit nurlanishga nisbatan normaldan og'dirish yo'li bilan fyuzelyajning yon yuzalaridan ko'zguli akslanish ta'sirini kamaytirish;

- havo qabul qilish kanalini "S" shakilda ishlab chiqish bilan dvigatelning kompressorning birinchi pog'onasini to'g'ridan to'g'ri ko'rish imkoniyatini yo'q qilish;

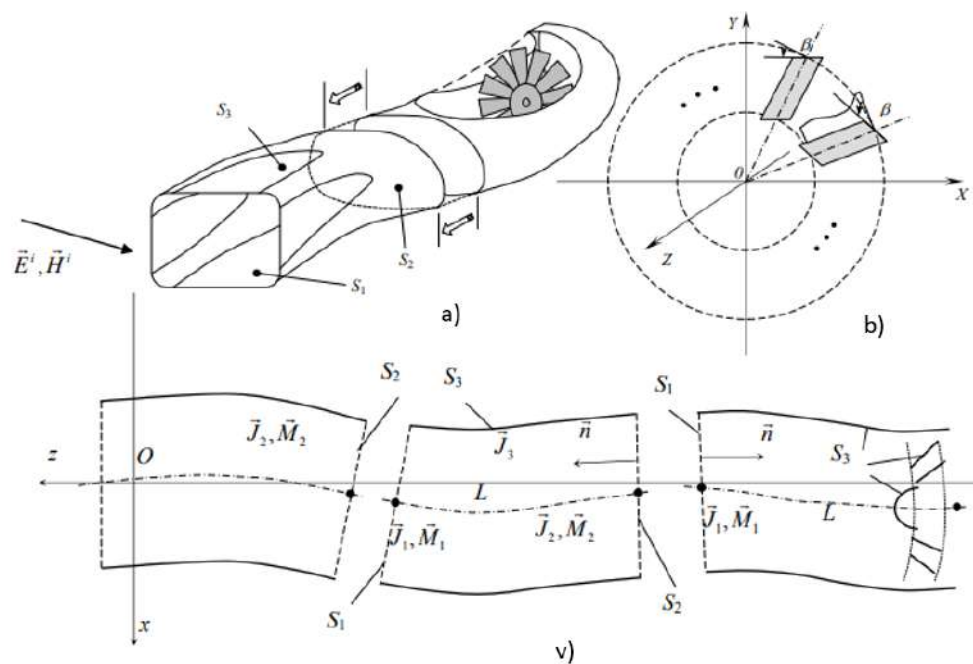
- quro-aslaxani samolyotning tashqi tomonida joylashtirmaslik;

- barcha qismlarni metaldan dielektrikga o'zgartirish.

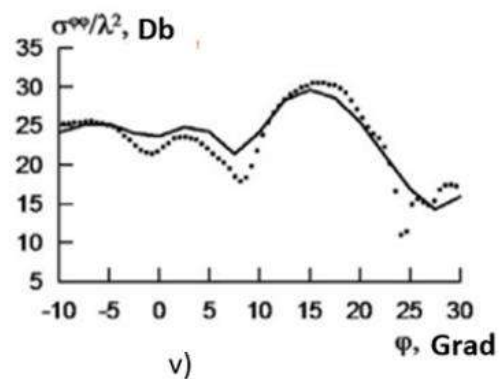
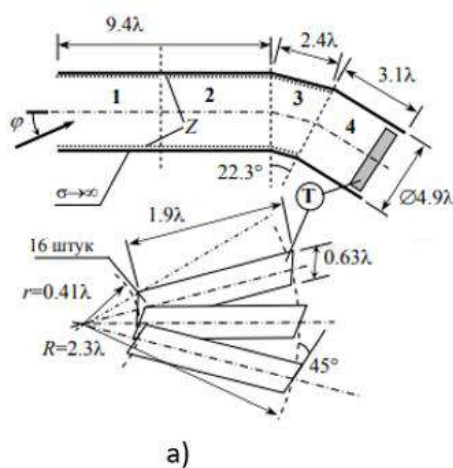
Bularning barchasi uchish jismni ko'rinmaslikga olib kelmasada uni radiolokatsion aniqlashni pasaytirishga olib keladi. Shu bilan birgalikda radiolokatsion aniqlashni pasaytirish maqsadida radioo'ndiruvchi material, radioo'ndiruvchi qoplama va ustki qismlarni infraqizil spektorda aniqlashni kamaytiradigan koplama kabi maxsus materiallardan foydalaniladi.

STYuni kamaytirishning yana bitta usullaridan biri bu havo qabul qilish kanalini qiyshaytirib ishlab chiqilishi va dvigatel kompressorlarini uning ichki qismiga joylashtiri. Ha bu dvigateldan akslanadigan to'lqinlarni yo'qga olib keladi, lekin shu bilan birgalikda havoni qabul qilish kanalining kirish qismlari sezilarli darajada nurlarni akantirishi mumkin, buning yechimi sifatida uni radioo'ndiruvchi material bilan koplanadi.

Samolyotning yana bir kelayotgan nurni qaytarish yuzasi katta bo'lgan joyi bu uchuvchi joylashgan joyi, ya'ni uning qoplamasi hisoblanadi. Uchuvchining ko'rish qismi "Fonar" qismi oddiy kvars yeki bashqa shaffov materialdan ishlangan bo'lsa undan akslanadigan yuza kattagina bo'lib u radarlarda yaqqol ko'rinishi mumkin.



2-rasm. Dvigatelning birinchi pog'onasi bilan havo qabul qilish kanalining modeli



3-rasm. Havo qabul qilish kanalining na'munasi (a), aks-sadosiz kameradagi lchov (b), hisoblash atijalarini taqqoslash (v)

Buning uchun samolyot kabinasi ekranlashtiriladi. Kabinaning fonar bilan tutash yerlari ko'p qavatli tillo tarkibli elektro'tkazuvchi koplama bilan qopnadi, uchuvchining fonari esa dielektrik materialda ishlab chiqiladi, masalan F-22ning fonari shaffov polikorbanatdan ishlangan.

Uchish apparatlarini ko'rinadigan qiladigan yana bir qisim bu uning ort tomonida joylashga soplo, samolyot dvigatelida yongan issiqlikni tashqariga chiqarish tuynugi. Aksariyat samolyotlarda soplo konussimon qilib ishlangan, bu uni radarlar tomonidan aniqlash imkoniyatini beradi. Annanaviy konussimon soploning nur qaytarish xususiyatini kamaytirish maqsadida Stels texnologiyalarda soplo qismini yassi qilish ishlangan. Bu kabi yechim nafaqat radar balki infraqizil diapazonda ham aniqlash imkonini kamaytiradi.

Uchish jismning ko'rinadigan qiladigan qismlaridan yana biri bu uning yon qanotlari hisoblanadi. STYu kamaytirish maqsadida ular "V" shaklda ishlanib ularni ozro egik qilib ishlanadi.

Samoletning fyuzelyajining qoplamalarini bir-biriga maxkamlab turadigan tugunsimon maxkamlagichlar (zaklyopka) ham katta extimol bilan jisimni joylashgan joyini namoish qilib beradi. Buni yo'qotish uchun jismning ko'p qismini yaxlid quyma kompazitsion materiallardan foydalangan holda ishlab chiqish lozim.

Yuqorida keltirilgan takidlardan kelib chiqib shuni aytish mumkinki STYu kancha kichik bo'lsa uni raiolokatsion aniqlanishi qiyinlashib boradi.

Demak uchish jismning uzini xajmi xam kichik bo'lsa unda bu kabi masalalarni yechish yanada oson kechadi.

Yaqin tarixda bo'lib o'tgan qurolli to'qnashuvlarni taxlil qilsak, bular AQSh boshchiligidagi NOTO qo'shinlari va Afg'oniston, Ozarbayjon va Armaniston, Yaqin sharq mamlakatlari va Isroil va butun boshli urush taktikasi va qonunlarini o'zgartirib yuborgan Rossiya Federatsiyasi hamda Ukraina o'rtasidagi qurolli to'qnashuvlar taxlilidan kelib chiqib zamonaviy urush robotlar va uchuvchisiz uchish apparatlari keng qo'llangan holda bo'ladi.

Sanab o'tilgan urushlarda "Dron" deb nomlangan UUAlarning turli xillari qo'llanildi va qo'llanilib kelmoqda. Iroq va Suriya tomonidan sobiq terrorchi ISHIDGA qarshi olib borilgan urushda, terrorchilar tomonidan nafaqat zavod va fabrikalar tomonidan ishlab chiqilgan dronlar balki nisbatan uzoqqa uchmaydigan ammo ancha arzon bo'lgan qo'lbola dronlar qo'llanilgan.

Ozarbayjon va Armaniston o'rtasidagi qurolli to'qnashuv esa urushning yangi urfini ya'ni "Bayraktar" TB-1, TB-2 yaratdi. Ozarbayjon tomonidan ishlatilgan bu UUA quruqlikdagi qo'shnlarni naqadar zaifligini ko'rsatib berib barcha yo'nalishlar bo'yicha unga ustunlikni egallashga yordam berdi. Bu konli to'qnashuvni kuzatib borgan butun Jaxon bundan keyin garovni nimaga qo'yish kerakligini o'zlariga belgilab olishdi.

Bu to'qnashuvda Armanistonning havo hujumidan mudofaa kuchlari ham kuchsiz bo'lib qolgandi.

Rossiya va Ukraina bu urfni yangi darajaga olib chiqdi. Bu qo'rolli to'qnashuvni dronlar va ularga qarshi kurash urushi deb aytsan xato bo'lmaydi. Biroq bu "Bayraktar"ni obrusini tushurdi, chunki unga qarshi kurashishda Rossiyaning HHM qo'shinlari katta yutuqlarga erishdi va "Bayraktar" kabi UUAlarni qo'llash tentensiyasi pasaydi.

Shunday qilib nega "Bayraktar" o'yindan chiqaboshlidi?

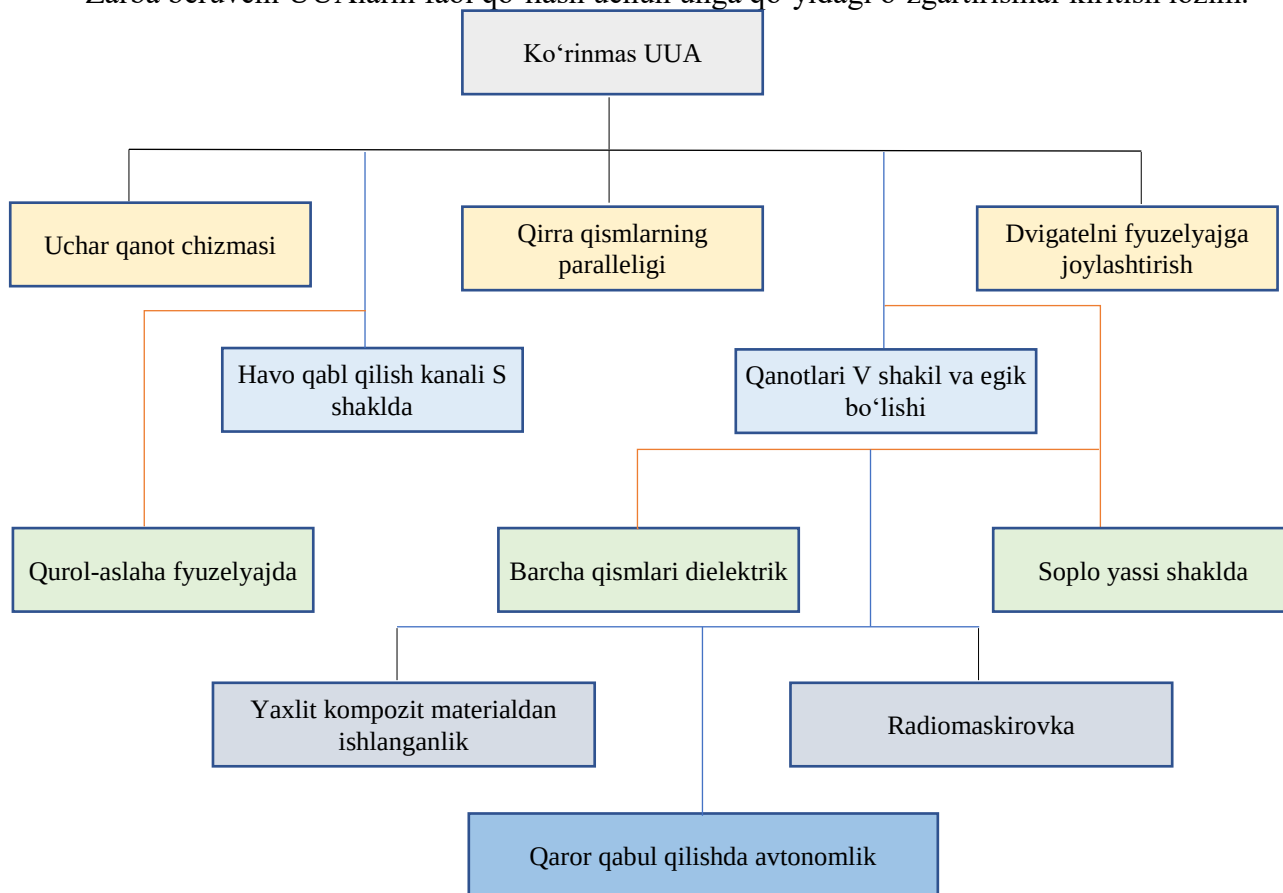
Kelinglar uning gabarit o'lchamlariga nazar tashlaylik. Uzunligi 6,5 metr, qanotlarining uzunligi 12 metrni tashkil qiladi. Demak qiyin bo'lsa ham, uni radarlar bilan aniqlasa bo'ladi, voxolanki unga qarshi kurashishning imkoni bor. Ulchamlarda kelib chiqib va uning ko'zga tashlanadigan yuzasini kamaytirish borasidagi yuqorida takidlab o'tilgan ishlarning qilinmaganli uni radiolokatsion va infraqizil diapazonlarda ko'rish mumkin va demak uni urib tushurish ham mumkin.

Barcha takidlab o'tilgan faktlarni taxlil qilsak, urushda ustunlikga erishish uchun havodan ustunlikni egallash kerak. Havodan ustunlikga erishish uchun ko'rinmas bo'lishimiz kerak. Ko'rinmas bo'lish uchun gabarit o'lchamlarimiz kichik va STYu yuzamiz iloji boricha past bo'lishi kerak.

Xavodan ustunlikga erishishda qimmatbaho samolyot va vertolyotlarni qo'llasak ham bo'ladi yoki nisbatan arzon bo'lgan va inson hayotini salab qoladigan uchuvchisiz uchish apparatlaridan foydalansak bo'ladi. UUA arzon va inson hayotini saqlab qolishga imkoniyat bersa, demak ushbu apparatdan foydalanilgan maqul kelmoqda.

Rossiya va Ukraina qurolli to'qnashuvda FPV dronlar keng qo'llanilmoqda, ammo bu faqat tor yo'nalishda qaysidur tepalik yoki qaysidur rayonni egallash uchun yaxshi qurol, lekin bir vaqtning o'zida vaziyatni kuzatish va zarba berish uchun kattaroq texnika kerak bo'ladi.

Zarba beruvchi UUALarni faol qo'llash uchun unga qo'yidagi o'zgartirishlar kiritish lozim.



4-rasm. UUALarni takomillashtirish yo'llari

Qurolli to'qnashuvlarning taxlidan kelib chiqib shunu aytish mumkinki, UUALarga qarshi kurashishning biri va anchagina muvafaqqiyatli tomoni bu raqib tomonidan radioelektron so'ndirish va radioelektron brsim berish bo'linmalari tomonidan ularni aniqlash va unga qarshi ishlashi. Ushbu bo'linmalar tomonidan Dron deb nomlangan UUALarni boshqarish tizimini ishdan chiqarish va (yoki) butunlay o'zlariga olish bilan bog'liq. Rossiya hamda Ukraina bu usuldan keng foydalanadi.

Buning yechimi sifatida Rossiya Federatsiyasi tomonida dronlarni optik tola orqali boshqarilishi amalga oshirilib kelmoqda. Bu usulning avzalligi, raqibning RES va REB vositalarining ta'siri yo'qligi, ya'ni barcha boshqaruv komandalari optik tola orqali amalga oshirilishida. Har bir ishning avzalligi bo'lgani kabi uning kamchiligi ham bo'ladi. Shunday qilib uning kamchiligi uning masafasi hisoblanadi, ya'ni dron balandlik va uzoqligi optik tolaning uzunligiga bog'liq, shu bilan birgalikda dronning ishlab chiqilishini qimmatlashtiradi.

Xo'sh, qanday qilib bir vaqtning o'zida cheksiz masofa va RES va REB vositalardan himoyalanganlikni ta'minlash mumkin?

Bu savolga Ukraina Qurolli Kuchlari aniqlik kiritib, so'n'iy intellekt elementlari kiritilgan ko'plab dronlarni uchirib sinovdan o'tkazdi.

Haqiqatdan ham bir ishning unumdorligini ko'rmoqchi bo'lsangiz, bajaruvchiga ishni amalga oshirida qabul qilinadiga qarorni to'liq o'zining zimmasiga yuklang va natijasi samarani yuqoriligini ko'rasiz.

Bizning holatimizda ham cheksiz masofa va yashuvchanligini oshirshda UUALarga avtonomlikni berish lozim, ya'ni ularga so'n'iy intellekt alomatlarini kiritish lozim bo'ladi. So'n'y intellekt alomatleri kiritilgan UUA chuish traektoriyasi, zarba berish oni, zarba berish qurolini o'zi tanlashi kerak. UUAning uchish parametleri va qaror qabul qilish parametleriga boshqaruv punktlaridagi inson omilini minimumga chiqarish lozim.

Yuqorida aytilganlarni taxlil qilish shunday XULOSA qilish mumkin:

STYu miqdorining eng kam qismi, "uchar qanot" chizmasi bo'yicha ishlab chiqilgan uchish apparatlarda bo'ladi;

akslantiruvchi burchaklarning eng kichik diapazonini ta'minlash uchun konstruksiyaning qirralarini va yuza qismlarini paralleligini ta'minlash kerak;

ko'zga tashlanadigan qiyofasini kamaytirish uchun havo qabul qilish kanallarining devorlarini elektromatnit energiyani so'ndiruvchi qoplamalar bilan qoplash va uni "S" shaklga olib kelish;

uchish apparatining yuzasini iloji boricha kompazitsion materialdan yaxlitlikga olib kelish, tutashgan joylari va tuynuklarni radioso'ndiruvchi materillar bilan qoplash;

uchish apparatining planerini yoppasiga radioso'ndiruvchi materillar bilan qoplash ham STYuni kamaytirish va ko'zga tashlanadigan qiyofasini kamaytirishga olib keladi;

uchish apparatining soplosini yassi qilib ishlash infraqizil va radio diapazonilarida ko'rinmaslikga olib keladi;

boshqaruv puktleri orqali boshqarilishni kamaytirish (yo'q qilish) ya'ni unga avtonomlikni berish uni aniqlash imkoniin sezilarli darajada kamaytiradi

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

- [1] Ф.К.Неупаков. Стрельба зенитными ракетами/ М-военное издательство 1991. 35 б.
- [2] Jesse Ruseetl, Roland Cohn. Stels texnologiyasi/ M. 2012. 58 б.
- [3] F-117A "Стелс"-от Панамы до Югославии/ Военное обозрение. 2012.
- [4] Wikipediya. Lockheed F-117.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АРТИЛЛЕРИИ

д.ф.в.н. (PhD) М.Т. АБУЛОВ*Институт сухопутных войск УВБуО РУ*

Аннотация. В настоящей статье рассматриваются перспективные направления развития и возможности артиллерии по огневому поражению противника в вооруженных силах Соединенных Штатов Америки, Китая и Российской Федерации.

Kalit so'zlar: военный конфликт, автоматизированная система управления, вооружение и военная техника, артиллерийское вооружение, самоходная артиллерийская система, средства разведки, лазерный целеуказатель-дальномер стрельба и управление огнем артиллерии.

Annotatsiya. военный конфликт, автоматизированная система управления, вооружение и военная техника, артиллерийское вооружение, самоходная артиллерийская система, средства разведки, лазерный целеуказатель-дальномер стрельба и управление огнем артиллерии.

Kalit so'zlar: harbiy mojaro, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizim, qurol- aslaha va harbiy texnika, o'ziyurar artilleriya tizimi, razvedka vositalari, lazerli nishon kursatuvchi-masofaulchagich o'tish va o'qni boshqarish.

Анализ перспектив развития вооруженной борьбы и средств ее ведения, опыта военных конфликтов последних десятилетий показывает, что ведущими тенденциями (в части боевого применения ракетных войск и артиллерии (РВиА)) на период до 2030 года являются:

глубокая интеграция систем управления, разведки и поражения с целью эффективного поражения высокомобильных объектов (в тактической глубине около 80 % объектов являются таковыми);

рассредоточение боевых порядков, увеличение комплексности и пространственного размаха боевых действий, стремление к одновременному глубокому огневому поражению противника;

переход к адаптивным динамическим действиям в режиме реального времени, реализация маневренно-огневых и выжидательно-огневых действий в рассредоточенных боевых порядках;

огневое поражение противника выходит за тактические и оперативные рамки, приобретает стратегическое значение;

развертывание информационных систем, обеспечивающих реализацию сетцентрических методов управления;

наращивание возможностей сил и средств сторон за счет внедрения перспективных технологий (интеллектуализация, унификация, гиперзвук, внедрение оружия на новых физических принципах, роботизация и др.) [1].

Направленность тенденций развития вооруженной борьбы и современное состояние ракетных войск и артиллерии отражают главное системное противоречие между растущим объемом сложных боевых задач и возможностями рода войск по их выполнению.

Сегодня возможности артиллерии по огневому поражению противника не превышают 40-50% от необходимых потребностей, что обусловлено наличием серьезных проблем в подсистемах управления, разведки, огневое поражения и всестороннего обеспечения.

Рассмотрим некоторые аспекты развития артиллерийского вооружения, средств разведки и поражения, определенных ведущих зарубежных государств.

Перспективные направления развития артиллерии

Соединенные Штаты Америки. В вооруженных силах Соединенных Штатов Америки (США) продолжается комплекс мероприятий по модернизации артиллерийского вооружения

и техники. При этом особое внимание уделяется совершенствованию средств автоматизации, разведывательно-информационного обеспечения, связи и боевого управления подразделений полевой артиллерии, внедрению более совершенных информационных и коммуникационных технологий, а также по обновлению программного обеспечения (ПО) вычислительных средств.

В течение последних трех лет были проведены следующие мероприятия:

- компьютеризированные средства системы (автоматизированные рабочие места, включающие универсальные рабочие станции) переведены на операционную систему Windows с установкой специализированного ПО;
- достигнуто сокращение числа сбоев функционирования АСУ из-за конфликтов в ПО сопряженных подсистем;
- дополнены возможности ПО по регламентированному доступу к ресурсам глобальной компьютеризированной сети Интернет;
- повышена степень стандартизации и унификации компонентов системы в целях обеспечения их "бесшовного" сопряжения и управления артиллерийскими подразделениями [2].

В области совершенствования радиолокационных средств разведки и обеспечения стрельбы артиллерии деятельность фирм-подрядчиков направлена на обновление существующих радиолокационных станций (РЛС) AN/TPQ-36 и -37 из состава комплекса контрбатареи борьбы «Firefinder», последовательную их замену новой РЛС - AN/TPQ-53, а также на улучшение технических характеристик станций обнаружения позиций стреляющих минометов AN/TPQ-50.

Работы в области совершенствования оптоэлектронных средств разведки и целеуказания передовых артиллерийских наблюдателей (ПАН) связаны с реализацией двух основных проектов: LLDR (Lightweight Laser Designator Rangefinder) и JETS (Joint Effects Targeting System). Согласно планам

СВ США, в войска намечается поставить усовершенствованный лазерный целеуказатель-дальномер (ЛЦД) LLDR 2H (Hand Held) для применения в подразделениях звена «дивизион и выше», а в перспективе - семейство новых multifunctional переносных систем JETS, специально разработанных для ПАН низовых звеньев управления [3].

Особенностями новой оптоэлектронной техники должны стать: увеличенная максимальная дальность измерений, обнаружения и распознавания целей в различных условиях видимости; полная совместимость форматов передачи данных со средствами обработки информации АСУ войсками и оружием, средств связи и синхронизации и передачи данных для стрельбы; снижение величин средних ошибок определения координат целей.

В настоящее время в вооруженных силах США значительная ставка делается на совершенствование самоходных артиллерийских установок (САУ).

Усовершенствованная самоходная гаубица «Paladin», известная как «Прототип Zero», стреляет с управляемым 155-мм реактивным снарядом XM1113 примерно на 65 км. Высокоскоростные камеры с оружием фиксируют стрельбу после обратного отсчета и следят за снарядом в воздухе, пока он вращается к своей цели. Другой цифровой дисплей использует серию радаров для отслеживания траектории полета, пока снаряд летит на высоте [4].

В настоящее время дивизиям, поддерживающим боевые группы бригад, приходится привлекать ракетные войска, внешние подразделения или авиацию для обеспечения огневой мощи на расстоянии более 60 км.

Это ограничивает возможности перемещения этих бригад по полю боя.

Исходя из этого все сводится к тому, чтобы предоставить им дополнительную дальность полета на уровне дивизии.

План состоит в том, чтобы иметь батальон этих гаубиц большей дальности, защищенных, мобильных и с автоматами заряжания, которые более чем удваивают скорострельность, на кончиках пальцев командиров дивизий для поддержки этих бригад.

В США созданы и разрабатываются такие управляемые снаряды, как Excalibur калибра 155 мм, Excalibur N5 калибра 127 мм, LRLAP калибра 155 мм, универсальный снаряд MS-SGP калибра 155/127 мм, снаряд ORKA калибра 57 мм, подкалиберные гиперзвуковые снаряды HVP, предназначенные для стрельбы из электромагнитной пушки и орудий калибра 155 мм и 127 мм.

Китай

Командование Народно-освободительной армии Китая объявило конкурс на разработку технологии получения замагниченной плазмы в артиллерийских орудиях, использующих традиционный способ стрельбы снарядами.

По данным экспертов, по итогам тендера военные намерены получить теоретические расчеты для новой технологии и опытные артиллерийские установки для проведения испытаний.

В современной артиллерии для ведения огня используются выстрелы с высокоэнергетическими пороховыми зарядами. При стрельбе боек бьет по капсюльной втулке в донце гильзы, благодаря чему происходит поджигание порохового заряда. Выделяющиеся при горении заряда газы с силой выталкивают снаряд из ствола [5].

Китайские военные предполагают дополнить эту схему установкой в артиллерийские орудия системы образования замагниченной плазмы, то есть плазмы, находящейся в магнитном поле. Подробности, как такие системы можно реализовать в конструкции орудия, не раскрываются.

В 2015 году Инженерная академия бронетанковых войск Народно-освободительной армии Китая получила патент на похожую систему. Согласно этому патенту, ствол орудия предполагается покрыть магнитным материалом. Кроме того, в конструкции установки должен использоваться генератор магнитного поля.

Предполагается, что в момент выстрела часть пороховых газов под воздействием высоких давления и температуры будет ионизироваться, становясь плазмой. Последняя в магнитном поле должна образовывать плазменную пленку толщиной около миллиметра по всей площади канала ствола [6].

Разработчики полагают, что эта плазменная пленка позволит уменьшить действие радиальных сил и температуры на ствол, сберегая его ресурс, а также повысить начальную скорость полета снаряда до скоростей, превосходящих скорость звука в шесть и более раз. Такая начальная скорость снаряда для традиционной артиллерии не доступна.

Китайские военные полагают, что использование подобных технологий в артиллерийских установках позволит существенно увеличить их дальность боя. В частности, дальность боя гаубицы калибра 155 миллиметров можно будет повысить с обычных 40 километров до 100 километров.

Российская Федерация

К основным направлениям решения обозначенных проблем боевого применения РВиА можно отнести:

Первое. Формирование разведывательно-огневых систем (РОС) РВиА в составе межвидовой автоматизированной разведывательно-ударной системы.

Второе. Совершенствование форм, способов и методов боевого применения.

Третье. Развитие практики боевого применения.

Представляется логичным осуществлять формирование перспективного облика ракетных войск и артиллерии (формирование РОС) по следующим направлениям:

совершенствование структуры и боевого состава рода войск;
развитие системы вооружения, военной и специальной техники РВиА (интеллектуализация, унификация, роботизация, оружие на новых физических принципах, гиперзвуковое оружие;

интеграция сил и средств РВиА в РОС объединения;

совершенствование системы военного образования, боевой и оперативной подготовки;

развитие системы боевой и мобилизационной готовности [7].

Что касается форм, способов и методов боевого применения РВиА, то в этом отношении наиболее полно отвечающими интересам развития рода войск следует признать:

разработку методологических основ применения РОС РВиА в перспективных операциях (сражениях, боях);

определение новых форм, способов и методов боевого применения РОС РВиА;

установление алгоритмов функционирования РОС РВиА с учетом новых форм, способов и методов боевого применения;

программную реализацию новых форм, способов и методов в РОС РВиА.

Опыт локальных войн и последние исследования в области развития артиллерийского вооружения показывают, что одним из основных направлений развития артиллерии является создание высокоманевренных, скорострельных артиллерийских комплексов, обладающих высокоточным оружием.

В перспективе это — создание боевых платформ с высоким уровнем автоматизации, роботизации и живучести, а также появление нового поколения высокоточных боеприпасов, в которых должен быть реализован принцип «выстрелил — поразил». Принципиально новым направлением развития артиллерии явилось создание межвидового артиллерийского комплекса (МАК). Первым представителем МАК является 152-мм самоходное артиллерийское орудие (САО) 2С35 «Коалиция-СВ» [8].

Кроме того, руководящий состав ВС РФ особое внимание обращает на повышение основных тактико-технических характеристик артиллерийских систем (см. рисунок 1).



Рис. 1. Модернизация артиллерийских систем

Повышение основных тактико-технических характеристик:

дальности стрельбы (за счет повышения баллистики, улучшения формы снарядов, использования донных газогенераторов и реактивных двигателей);

точности стрельбы (за счет совершенствования средств подготовки и обеспечения стрельбы, в том числе установленных непосредственно на орудии, разработки боеприпасов высокоточных и сниженного рассеивания);

могущества действия боеприпасов (за счет оптимизации конструкции, использования многофункциональных взрывателей, перспективных взрывчатых составов и материалов);

тактической мобильности (за счет полной автоматизации процессов подготовки и ведения стрельбы отдельного орудия и подразделения в целом; сокращения времени развертывания на огневой позиции и оставления ее, времени подготовки первого выстрела по неплановой цели, реализации новых способов ведения стрельбы — по маневренно-огневой схеме, в режиме "одновременный огневой налет").

Внедрение автономных систем топогеодезической привязки и навигации, интегрированное вооружение в единое информационно-управляющее поле, увеличения доля самоходных образцов, в том числе колесных, повышение их маневренных характеристик.

Значительные изменения произошли в процессе модернизации и с противотанковыми ракетными комплексами (ПТРК). Коснемся лишь двух основных типов ПТРК: «Метис» и «Корнет». У ПТРК «Метис» изменилась конструкция контейнера, что позволило значительно сократить процесс поражения цели; уменьшились габариты и масса пусковой установки, что позволило снизить наблюдаемость ее как цели; повысилось могущество боеприпаса, что позволило поражать современный танк не только в боковой, но и во фронтальной плоскости. У ПТРК «Корнет» появилась возможность поражения на низких высотах малоразмерных воздушных целей; поражение наземных целей в автоматическом режиме; выполнение двух огневых задач с одной пусковой установки; способность к поражению всех видов танков иностранных государств.

Исходя из вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. За последние пять лет в сухопутных войсках США выполнен существенный объем работ, предусмотренных программами совершенствования средств автоматизации и разведывательно-информационного обеспечения формирований полевой артиллерии. По основным из них достигнуты положительные результаты, позволяющие продолжить реализацию плана реформирования сухопутных войск.

2. Модернизация образцов артиллерийского вооружения обеспечивает возможность повышения боевого потенциала артиллерии при минимальных затратах финансовых и материальных ресурсов.

3. Модернизация САУ артиллерийского вооружения обеспечит унификацию баллистики боеприпасов штатных модернизируемых образцов с перспективными; внедрение современного бортового оборудования; включение в состав штатного боевого комплекта новых боеприпасов, включая боеприпасы с устройствами коррекции на траектории полета; повышение подвижности, маневренности и проходимости; оснащение самоходных установок комплексами активной защиты.

4. Принятием на вооружение высокоточных боеприпасов в мире наблюдается новый виток развития артиллерии и переход ее с уровня стрельбы по площадям на уровень высокоточного поражения конкретных целей на больших дальностях с минимальным побочным ущербом.

Исходя из вышесказанных выводов предлагается:

1. Рассмотреть организацию артиллерийских бригад постоянной готовности. Существующее организацию бригады необходимо усилить компонентом разведки и АСУ. Создать на основе батареи артиллерийской разведки дивизион арт. разведки оснащенный современными РЛС и БПЛА.

2. В целях повышения огневой возможности и дальноточности артиллерии необходимо включить в боевой комплект самоходной артиллерии высокоточные боеприпасы калибра 152 и 122 мм.

3. Имеющиеся на сегодня самоходные артиллерийские установки 2С1, 2С3 и 2С7 требуют модернизации. При этом необходимо автоматизировать процесс управления огнем и наведением орудия, обеспечивая автономность ведения огня. САУ переоборудовать бортовыми компьютерами интегрированными программными обеспечениями расчётов, предусматриваемых расчеты метеорологических данных, поправок орудия при стрельбе с закрытых огневых позиций на большие расстояния.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

[1] Литвиненко В.И, Герасимов В.П. Организация, вооружение и тактика иностранных армий: Учебное пособие: М.: Кнорос, 2020. -240 с.

[2] Стратегическая артиллерия США: планы и последствия. - Режим доступа: <https://invoen.ru>. - Дата обращения: 17.06.2025.

[3] Усовершенствованная система тактических данных полевой артиллерии (AFATDS). - Режим доступа: <http://www.facebook.com>. - Дата обращения: 18.06.2025.

[4] <http://topwar.ru/> - сетевое издание «Военное обозрение». - Дата обращения: 17.06.2025.

[5] <http://arsenal-info.ru/> - электронная библиотека. - Дата обращения: 17.06.2025.

[6] <http://militaryexp.com/> - сетевое издание «Военный обозреватель». - Дата обращения: 17.06.2025.

[7] Цыганок А.Д. Применение артиллерии в войнах и конфликтах XXI века // Независимое военное обозрение, 2019. - № 8. - С. 5-6.

[8] Литвиненко В.И. Сущность категорий «война» и «специальная военная операция» // Армейский Сборник. - 2022. - № 7

МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ РАЗВЕДКИ И УПРАВЛЕНИЯ ЧАСТИ ЗРВ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ПРОТИВОСАМОЛЕТНОЙ ОБОРОНЫ

доцент А.Я. ВАГНЕР, Ш.Т. МУХИТДИНОВ

Институт информационно-коммуникационных технологии и военной связи УВБнО РУ

Аннотация. Статья посвящена методике систем разведки и управления частей зенитных ракетных войск (ЗРВ) при решении задач противосамолетной обороны. В работе рассматриваются ключевые аспекты организации разведки воздушной обстановки, включая применение современных радарных и оптико-электронных систем, а также средства контроля за воздушным пространством. Особое внимание уделено интеграции различных элементов системы управления, которая позволяет эффективно координировать действия частей ЗРВ для своевременного обнаружения и нейтрализации угроз.

Ключевые слова: система разведки, потребный рубеж централизованного управления, дальность обнаружения, централизованное управление, кратность перекрытия реализуемых зон обнаружения, помехоустойчивость радиолокационных средств, оперативность системы управления.

Annotatsiya. Maqola havo hujumiga qarshi mudofaa muammolarini hal qilishda zenit-raketa qo'shinlari (ZRQ) bo'linmalarini razvedka va boshqarish tizimlari metodikasiga bag'ishlangan. Ishda havo razvedkasini tashkil etishning asosiy jihatlari, jumladan, zamonaviy radar va optik-elektron tizimlardan, shuningdek, havo bo'shlig'ini boshqarish vositalaridan foydalanish ko'rib chiqiladi. Tahdidlarni o'z vaqtida aniqlash va zararsizlantirish bo'yicha havo hujumidan mudofaa tizimlarining harakatlarini samarali muvofiqlashtirish imkonini beruvchi boshqaruv tizimining turli elementlarini birlashtirishga alohida e'tibor qaratilmoqda. Avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlaridan foydalanishga misollar keltiriladi va havoning kuchli qarshi choralari sharoitida tizimning ishonchliligi va aniqligini oshirish bilan bog'liq muammolar ko'rib chiqiladi.

Kalit so'zlar: razvedka tizimi, talab qilinadigan markazlashgan boshqaruv, aniqlash uzoqligi, markazlashgan boshqaruv, amalga oshiriladigan aniqlash zonasining yopish marotabaligi, radiolokatsion vositalarning [alaqitbardoshligi, boshqaruv tizimining tezkorligi.

Построение системы разведки части ЗРВ, осуществляющей зенитную ракетную оборону объектов от ударов с воздуха аэродинамических СВН, включает выбор типа и определение количества средств радиолокационной разведки, размещение их на местности в боевой порядок, а также установление определенного порядка и правил получения от них разведывательной и боевой информации на КП бригады и в зрдн.

Методика построения системы разведки основана на оценке основных показателей её возможностей на предмет их соответствия требуемым значениям.

Возможности системы разведки характеризуют ее способность получать, обрабатывать и передавать данные о воздушной обстановке (целях и своих самолетах) [1].

В качестве показателей оценки возможностей системы разведки используют:

размеры зон обнаружения радиолокационных средств;

кратность перекрытия реализуемых зон обнаружения ($\square$);

частотную диапазонность радиолокационных средств;

высоты и скорости полета целей, при которых обеспечивается централизованное управление подразделениями по направлениям;

высоты и скорости полета целей, при которых обеспечивается ведение огня зрдн на дальнюю границу зоны поражения при самостоятельном ведении боевых действий;

количество одновременно обрабатываемых и выдаваемых в систему управления целей;

помехоустойчивость радиолокационных средств;

качество боевой радиолокационной информации;

степень реализации требуемых рубежей централизованного управления.

Определяющее значение при создании системы разведки имеет соотношение требуемого рубежа централизованного управления и размеров реализуемых зон обнаружения радиолокационных средств, развернутых на местности в боевой порядок.

Методика построения системы разведки включает в себя следующие этапы и последовательность действий командира и штаба соединения (части) ЗРВ (рис. 1).

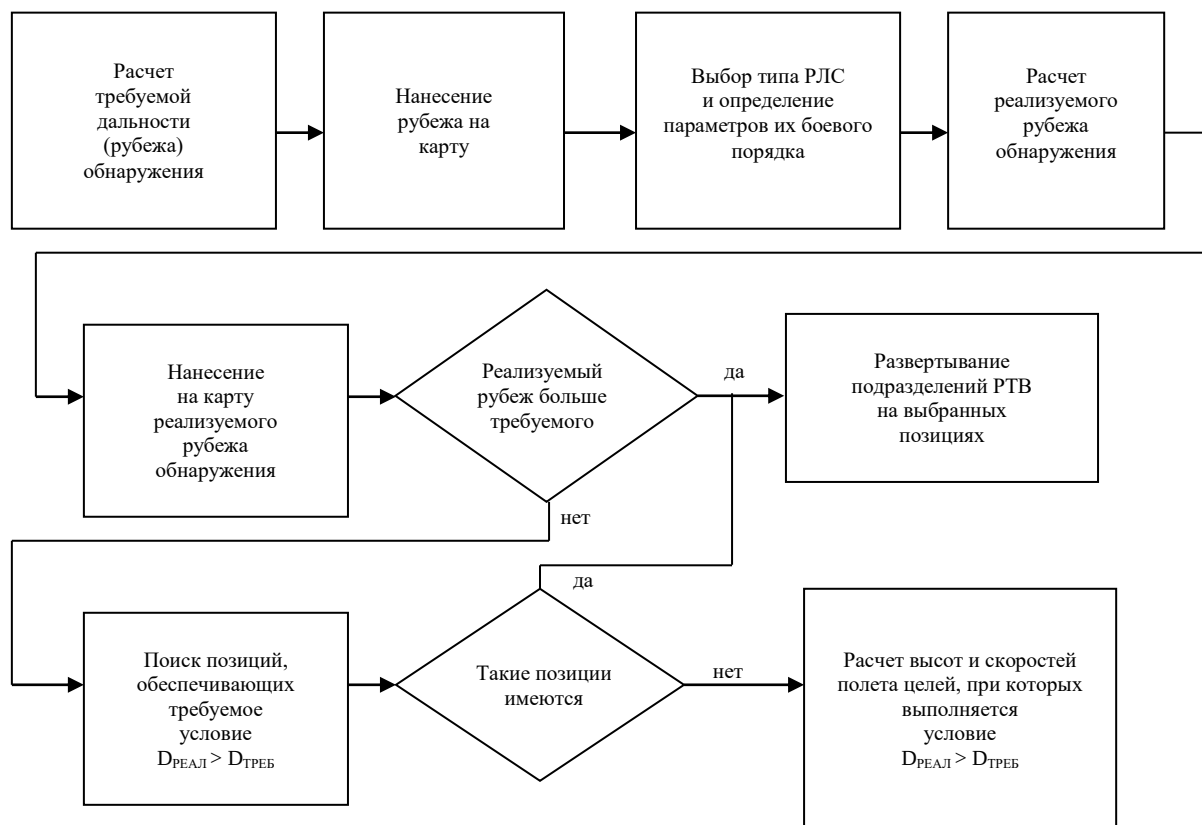


Рис. 1. Последовательность выполнения мероприятий при построении системы разведки соединения (части) ЗРВ

На первом этапе рассчитываются значения требуемых дальностей (рубежей) обнаружения воздушного противника радиолокационными средствами обеспечивающих подразделений РТВ (потребные рубежи централизованного управления) для заданной высоты полета СВН (как правило, для минимально возможной высоты полета КР над данной местностью) по формуле:

$$d_{mp} = d_0 + V_u(t_{pab} + t_p) + V_u(t_{KП зрн} + t_{KП РТВ}) \quad (1)$$

где

d_0 - дальняя граница зоны поражения ЗРК данного типа;

t_{pab} - работное время зрдн при ЦУ с КП зрп;

t_p - полетное время ракеты на дальнюю границу зоны поражения;

$t_{KП РТВ}$ - работное время КП збр и КП обеспечивающего ртб соответственно.

При ведении зрдн самостоятельных боевых действий требуемые дальности обнаружения СРЦ определяются по формуле:

При ведении зрдн самостоятельных боевых действий требуемые дальности обнаружения СРЦ определяются по формуле:

$$d_{mp СРЦ} = d_0 + V_u(t_{pab} + t_p) \quad (2)$$

где $t_{раб}$ - рабочее время зрди при ЦУ от СРЦ.

Затем на втором этапе потребный рубеж централизованного управления наносится на рабочую карту с нанесенной обстановкой (противник, боевой порядок зрп и зона огня для той же высоты полета СВН) относительно наиболее удаленного зрди данного типа из числа участвующих в отражении удара с рассматриваемого направления.

На третьем этапе выбираются типы РЛС в обеспечивающих подразделениях РТВ (привлекаемых подразделениях ПВО СВ), рассчитываются удаления реализуемых рубежей обнаружения для выбранных типов и определяются параметры их боевого порядка, обеспечивающие выполнение соотношения и требуемые значения кратности перекрытия зон обнаружения [2].

Размеры реализуемых зон обнаружения зависят от боевого порядка обеспечивающих подразделений РТВ, ТТХ РЛС, находящихся на их вооружении и рельефа местности.

Дальность обнаружения РЛС на предельно малых высотах ограничивается, главным образом, дальностью прямой видимости (ДПВ), которая может быть определена:

При отсутствии углов закрытия

$$D_{ПВ} = K_{РГ} 4,12 (\sqrt{H_{Ц}} + \sqrt{h_A}), \quad (3)$$

где

$K_{РГ}$ - коэффициент использования радиогоризонта;

$H_{Ц}$ - высота полета цели;

h_A - высота подъема энергетического центра антенны с учетом высоты позиции над подстилающей поверхностью.

При наличии углов закрытия в условиях пересеченной местности реализуемая дальность обнаружения определяется построением профилей местности по определенной методике.

При наличии углов закрытия, создаваемых отдельными гребнями ДПВ может быть определена как при помощи построения профилей местности, так и по формуле:

$$D_{ПВ} = -a \sin \varepsilon_3 + \sqrt{a^2 \sin^2 \varepsilon_3 + 2(H_{Ц} - h_A)} \quad (4)$$

где a - приведенный радиус земли, равный 8500 км;

ε_3 - угол закрытия.

Так как дальности обнаружения РЛС приводятся в справочной литературе для эффективной площади рассеивания СВН в 1м^2 , то при необходимости (например, по СВН, изготовленных с использованием технологии «Стелс») осуществляется пересчет по формуле:

$$D_{обн}(\sigma_{эф}) = D_{обн 0} \sqrt[4]{\frac{\sigma_{эф}}{\sigma_{эф 0}}} \quad (5)$$

где

$\sigma_{эф}$ - эффективная отражающая поверхность ожидаемых типов СВН;

$\sigma_{эф 0}$ - эффективная отражающая поверхность эталонной цели, по которой приведена дальность обнаружения в ТТХ РЛС ($D_{обн}$).

При оценке реализуемых дальностей обнаружения в условиях применения противником помех осуществляется расчет коэффициентов сжатия ($K_{сж}$) по известным методикам.

$$D_{обн П} = K_{сж} \cdot D_{обн} \quad (6)$$

$$K_{сж} = \frac{1}{\sqrt{1 + K \frac{\rho_{П\Sigma} F(\Delta\varphi_{П})}{R_{III}^2}}} \quad (7)$$

где: $\rho_{П\Sigma}$ - суммарная плотность мощности помехи;

R_{III} - дальность до постановщика помех;

K - постоянная величина, характеризующая конкретную РЛС (для НВО - 106, РЛО – 4,3x106);

$F(\Delta\varphi_{II})$ - нормированный уровень ДНА РЛС в направлении ПАП.

Кратность перекрытия реализуемых зон обнаружения (μ).

При оценке системы разведки воздушного противника збр чаще всего рассматривается кратность перекрытия зон обнаружения только рлр обеспечивающего ртб.

При сосредоточении усилий радиотехнических подразделений (РЛС) на обнаружении и сопровождении целей создается значительное перекрытие зон радиолокационной информации (зон обнаружения). В этом и проявляется кратность радиолокационного поля.

Кратность перекрытия реализуемых зон обнаружения характеризует число радиолокационных станций (комплексов), которые могут наблюдать цель в заданной точке воздушного пространства.

Значение показателя зависит от количества средств разведки, замкнутых в систему, интервалов между ними и размеров их зон обнаружения.

На практике в качестве исходной зоны обнаружения РЛС принимают зону, вероятность обнаружения цели на границе которой равна 0,5.

Если считать, что цель наблюдают несколько источников РЛИ, то результирующая вероятность обнаружения цели в данной точке воздушного пространства может быть рассчитана по формуле:

$$P_{\text{ОБН РЕЗ}} = 1 - \prod_{k=1}^{\mu} (1 - P_{\text{ОБН } k}) \quad (8)$$

где $P_{\text{ОБН РЕЗ}}$ - вероятность обнаружения цели k -м источником РЛИ.

Расчеты по данной формуле показывают, что существенный прирост вероятности обнаружения обеспечивается до кратности перекрытия, равной 5, на практике вполне приемлемой можно считать кратность перекрытия $\mu \leq 3$ [3].

На четвертом этапе по карте определяются позиционные районы для размещения подразделений РТВ (выносных ВВО и др.), в каждом позиционном районе выбирается несколько позиций, обеспечивающих развертывание на них радиолокационных средств в боевой порядок и максимальную реализацию зон обнаружения по условиям рельефа местности. Затем на карту наносится реализуемый рубеж обнаружения относительно одной из выбранных позиций для каждого подразделения, визуально сравнивается положение требуемого и реализуемого рубежей. Если для данной позиции выполняется соотношение $d_{\text{обн}} \geq d_{\text{тр}}$, то она может быть использована для размещения на ней РЛС. Окончательное решение о пригодности каждой позиции принимается по результатам рекогносцировки местности.

При отсутствии позиций, удовлетворяющих перечисленным требованиям, на пятом этапе производится расчет высот и скоростей полета целей, при которых обеспечивается централизованное управление огнем зрдн (условие $d_{\text{обн}} \geq d_{\text{тр}}$).

Для определения минимальной высоты, при которой обеспечивается централизованное управление, строятся графики зависимости $d_{\text{тр}}=f(H)$ и $d_{\text{обн}}=f(H)$ (рис. 2).

Точка пересечения этих графиков и дает искомое значение высоты, при этом максимальная скорость полета цели будет соответствовать значениям, используемым при расчете H_{min} .

При наличии табличных данных дальностей обнаружения РЛС для различных высот (сечения зон обнаружения в вертикальной плоскости) можно найти высоту по таблице, но т.к. в этом случае дальность от высоты изменяется дискретно, то максимальную скорость можно найти по формуле:

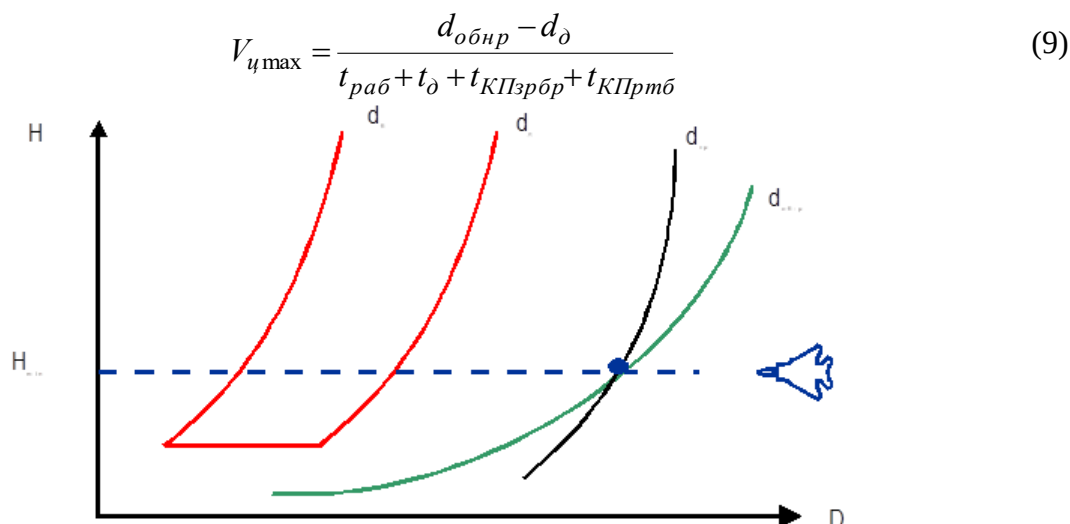


Рис. 2. К определению минимальной высоты полета, обеспечивающей централизованное управление

Результаты расчетов следует записать в таблицу.

На шестом этапе после рекогносцировки местности и проведения инженерных работ по оборудованию выбранных позиций и подъездных путей к ним подразделения разведки развертываются в боевой порядок и организуется связь между ними и КП полка ЗРВ, а также с каждым зрдн.

В последующем созданная система разведки оценивается по остальным показателям (частотная диапазонность радиолокационных средств; количество одновременно обрабатываемых и выдаваемых в систему управления целей; помехоустойчивость радиолокационных средств; качество боевой радиолокационной информации; степень реализации потребных рубежей централизованного управления).

Методика построения системы управления по аналогии с системой разведки основана на оценке соответствия показателей её возможностей требуемым значениям и включает в себя следующие этапы и последовательность действий командира и штаба соединения (части) ЗРВ (рис. 3):

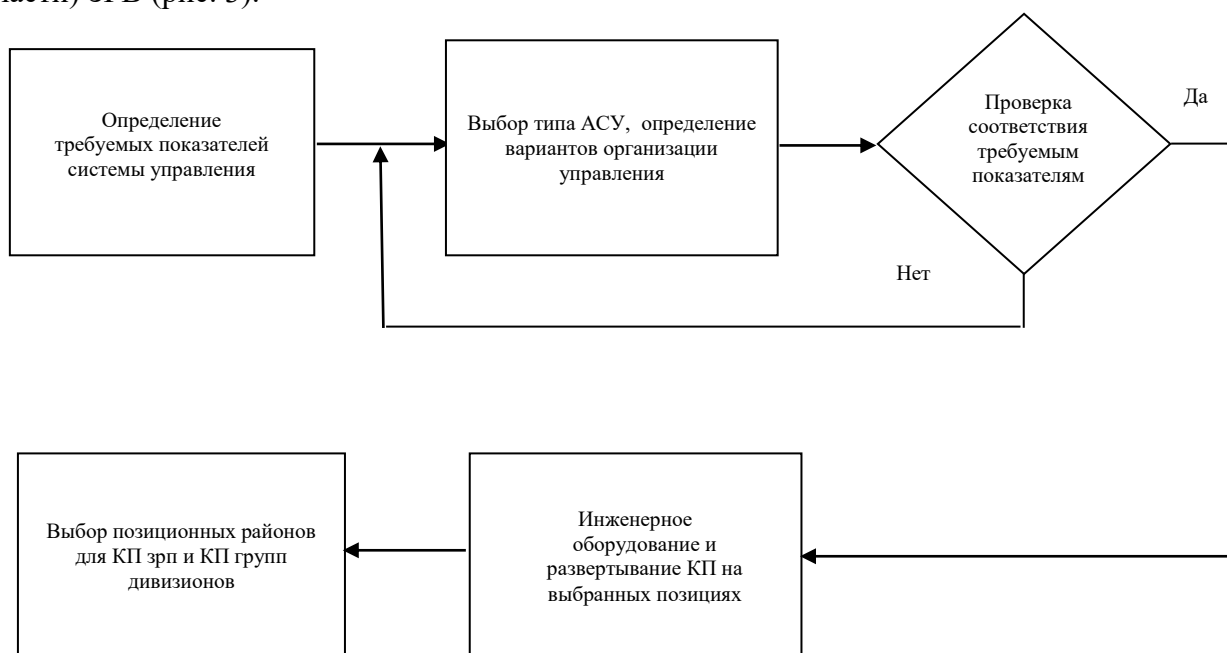


Рис.3. Последовательность действий при построении системы управления

На первом этапе рассчитываются требуемые значения возможностей создаваемой системы управления.

Возможности системы управления характеризуют ее способность выполнять задачи управления в различных условиях обстановки. Основными показателями возможностей системы управления являются: емкость, оперативность, качество решения задач управления, размеры зон управления командных пунктов подразделений и кратность их перекрытия [4].

Емкость системы управления характеризует ее возможности по объему решаемых задач управления. Она определяется максимальным количеством: управляемых огневых средств (зрдн, целевых каналов), источников боевой радиолокационной информации, обрабатываемых и отображаемых целей, взаимодействующих соединений и частей.

Оперативность системы управления характеризует ее быстродействие. Оценивается – циклом управления – затратами времени на обработку наиболее характерных, повторяющихся задач управления в установившемся режиме функционирования системы.

Качество решения задач управления характеризует возможности системы управления решать свои задачи с той или иной результативностью. К показателям качества решения задач управления относятся вероятности своевременного и правильного решения задач управления в различных условиях обстановки.

В практике войск возможности создаваемой системы управления оцениваются по количеству управляемых в автоматизированном режиме огневых средств, количеству автоматизированных источников информации, получаемой и обрабатываемой информации, количеству вариантов структуры (организации) управления, размерам зоны управления, оперативности управления.

Требуемое количество управляемых огневых средств и количество получаемой и обрабатываемой информации определяется составом соединения(части) ЗРВ и огневыми возможностями подразделений, то есть возможности системы управления не должны ограничивать боевые возможности збр(зрп).

На втором этапе осуществляется выбор типа АСУ, оценивается соответствие реализуемых в данном типе АСУ показателей требуемым их значениям и определяются варианты организации управления.

Количество вариантов организации автоматизированного управления определяется типом АСУ и количеством иерархических уровней (звеньев) в структуре системы управления. В двухзвенной структуре возможен лишь один вариант организации боевого управления, а именно, все зрдн управляются непосредственно с АКП зрп. В трехзвенной структуре при наличии промежуточного управленческого уровня (КП группы дивизионов) организация управления возможно по нескольким вариантам, что важно при осуществлении мобильной зенитной ракетной обороны.

Оперативность управления определяется временными показателями, характеризующими цикл управления и время готовности к принятию управления при смене позиций зрдн, КП групп дивизионов, самого КП збр, т.е. при ведении маневренных действий, а также время перехода от одного варианта организации управления к другому. При решении задачи управления огнем цикл управления определяется по формуле:

$$t_{\text{цупр}} = t_{\text{раб}}^{\text{cy}} + t_{\text{цстр}} + t_{\text{оцрез}}^{\text{КПзбр}} \quad (10)$$

где $t_{\text{цстр}}$ - время, необходимое зрдн для выполнения поставленной задачи (цикл стрельбы зрдн);

$t_{\text{оцрез}}^{\text{КПзбр}}$ - время, затраченное на оценку результатов стрельбы зрдн на КП збр;

$t_{\text{раб}}^{\text{cy}}$ - рабочее время системы управления.

Из всех составляющих цикла управления огнем наибольший интерес представляет рабочее время, под которым понимается промежуток времени от момента поступления

информации о цели на КП збр до выдачи управляющего воздействия (целеуказания) в зрдн, определяется, как правило, возможностями АСУ (в современных системах не превышает 10-ти секунд). Время готовности к принятию на управление зрдн, совершивший маневр и время перехода с одного варианта управления на другой определяется также возможностями конкретного типа АСУ.

На третьем этапе определяются параметры боевого порядка (удаление КП зрп в двухзвенной структуре системы управления от границ объекта обороны и взаимных удалений КП и зрдн), обеспечивающие реализацию потребного рубежа централизованного управления и требуемые размеры зоны управления, а затем по карте выбираются позиционные районы и конкретные позиции для развертывания КП зрп (КП групп дивизионов в трехзвенной структуре системы управления).

Зона управления - это область пространства вокруг командного пункта бригады, (полка, группы дивизионов) в пределах которой обеспечивается управление подчиненными подразделениями. Требуемые размеры зоны возможного управления ограничиваются размерами позиционного района бригады. Реализуемые размеры зависят от возможностей по дальности средств радио- и радиорелейной связи, являющихся основой образования каналов передачи данных, а также от рельефа местности.

В трехзвенной структуре огибающая зон управления КП всех звеньев представляет собой зону управления бригады в целом и характеризует возможности по обеспечению автоматизированного управления подразделениями в любой точке внутри этой зоны.

Поскольку маневренный характер действий резко ограничивает применение проводных средств связи, то размеры зон управления определяются по дальности и помехоустойчивости радио- и радиорелейных средств связи с учетом ограничений, накладываемых влиянием рельефа местности (определяется углами закрытия местных предметов) и характером грунтов в предполагаемых позиционных районах КП. Кратность перекрытия зон управления КП различных уровней (звеньев) характеризует возможности по передаче управления с одного КП на другое.

Методика выбора позиционных районов КП соединения (части) ЗРВ и КП групп дивизионов, обеспечивающих наиболее полную реализацию возможностей по управлению и не снижающих возможностей других подсистем системы зенитной ракетной обороны включает следующие этапы:

1. Построение профилей рельефа местности относительно точек местонахождения антенных устройств системы связи на боевых позициях (либо центров боевых позиций) зрдн, на позициях КП обеспечивающего ртб, КП взаимодействующих соединения и частей, если для связи с ними используются технические средства связи УКВ-диапазона, а также относительно позиции узла связи вышестоящего КП. В зрдн такие профили должны содержаться в формулярах на боевые позиции.

2. Построение расчетных зон прямой видимости с учетом высоты антенных устройства связи, рефракции радиоволн и возможных участков затемнения относительно позиций зрдн.

3. Определение участков возможного расположения позиционных районов КП групп дивизионов с учетом зон прямой видимости антенных устройств систем связи в звене "зрдн-КП группы дивизионов".

4. Выбор позиционных районов КП групп дивизионов среди участков их возможного расположения, основных и запасных позиций с учетом тактических свойств местности (требований к позициям) и необходимости огневого прикрытия в системе огня группы дивизионов.

5. Построение профилей рельефа местности и расчетных зон прямой видимости с учетом возможных затемнений относительно выбранных позиций КП групп дивизионов.

6. Нахождение участков возможного расположения позиционного района КП соединения (части) ЗРВ с учетом зон прямой видимости антенных устройств систем связи в

звеньях “КП соединения (части) ЗРВ – КП групп дивизионов, КП непосредственно управляемых зрдн, КП обеспечивающего ртб, КП взаимодействующих соединений и частей, вышестоящий КП”.

7. Выбор позиционного района и позиций КП соединения (части) ЗРВ с учетом тактических свойств местности среди участков их возможного расположения и необходимости прикрытия КП в системе огня соединения (части) ЗРВ.

8. Проверка на соответствие (ограничение) выбранных удалений позиций КП соединения (части) ЗРВ и групп дивизионов от подчиненных подразделений по условию обеспечения централизованного автоматизированного управления на средних и больших высотах [5].

В заключение следует отметить, что методика систем разведки и управления частей ЗРВ представляет собой сложную и многозадачную структуру, требующую комплексного подхода к обеспечению эффективной противовоздушной обороны. Разработка и внедрение современных технологий в области разведки, связи и управления значительно повышают оперативность и точность действий частей ЗРВ. Однако для эффективного функционирования таких систем необходимо учитывать множество факторов, включая влияние внешних условий, противодействие средств противника и потенциальные уязвимости в инфраструктуре. Перспективы развития этих систем связаны с дальнейшей интеграцией искусственного интеллекта, повышения автоматизации процессов принятия решений и улучшения взаимодействия между различными родами войск, что в конечном итоге обеспечит надежную защиту от воздушных угроз.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

- [1] Неупокоев Ф.К. Противовоздушный бой. М.: Воениздат, 1989.
- [2] Вентцель Е.С., Исследование операций: задачи, принципы, методология. 2-е изд., стер. М.: Наука, 1988.
- [3] Решетников Г.М. Устойчивость противовоздушной обороны. Тверь: ВА ПВО, 2000.
- [4] В.З. Слуцкий, Б.И. Фогельсон. Импульсная техника и основы радиолокации. М.: Воениздат, 2005.
- [5] Справочник офицера воздушно-космической обороны / под общей редакцией С.К. Бурмирова. Тверь: ВА ВКО, 2005.

ZAMONAVIY RADIOELEKTRON BOSIM BERISH QURILMALARI VA ULARNING UCHUVCHISIZ UCHISH APPARATLARIGA TA'SIRI

Z.X. FAYZIYEV

O'R HX va MU Quruqlikdagi qo'shinlar instituti

Sh.Yu. RUZIYEV

O'R HX va MU Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari va harbiy aloqa instituti

Annotatsiya. Ushbu maqolada so'nggi qurolli mojarolardan aniq misollar keltirilgan holda, zamonaviy jangovar harakatlarda artilleriya bo'linmalari tomonidan qo'llanilayotgan yangi taktik usullari tahlil qilinadi. Zamonaviy texnologiyalarning rivojlanishi va qurolli to'qnashuvlar xarakterining o'zgarishi natijasida artilleriya o't ochish taktikasining o'zgarishi ko'rib chiqiladi. Ayniqsa uchuvchisiz uchish apparat (UUA)laridan razvedkani va olovni to'g'irlash uchun foydalanish, yuqori aniqlikdagi o'q-dorilardan foydalanish, shuningdek, artilleriyaning yagona boshqaruv tizimiga integratsiyalashga alohida e'tibor qaratiladi.

Kalit so'zlar: jangovar harakat, artilleriya, taktik harakat, usul, uchuvchisiz uchish apparati, yuqori aniqlikdagi o'q-dorilar, samaradorlik, o't ochish, kontrbatariya kurashi.

Аннотация. В данной статье представлены конкретные примеры из недавних вооруженных конфликтов. Представлены новые тактические приемы, применяемые артиллерийскими подразделениями в современных боевых действиях. Рассмотрены изменения в тактике артиллерийского огня в результате развития современных технологий и изменения характера вооруженных конфликтов, в частности, рассматривается применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для разведки и корректировки огня, применение высокоточных боеприпасов, а также интеграция артиллерии в единую систему управления сосредоточен.

Ключевые слова: боевые действия, артиллерия, тактические действия, способ, беспилотных летательных аппарат, высокоточные боеприпасы, эффективность, огонь, контрбатарея борьба.

Abstract. This article presents specific examples from recent armed conflicts. New tactical techniques used by artillery units in modern combat are presented. Changes in artillery fire tactics as a result of the development of modern technologies and the changing nature of armed conflicts are considered, in particular, the use of unmanned aerial vehicles (UAVs) for reconnaissance and fire adjustment, the use of high-precision munitions, and the integration of artillery into a single concentrated command and control system are considered.

Keywords: combat operations, artillery, tactical operations, method, unmanned aerial vehicles, precision munitions, efficiency, fire, counter-battery fire.

Rossiya Federatsiyasi Qurolli Kuchlari (RF Qurolli Kuchlari) tomonidan maxsus harbiy operatsiya (MHO) davomida qo'llanilgan tajribani tahlil qilish bir qator xulosalar chiqarish imkonini beradi va ular asosida respublikamizning Qurolli Kuchlarini maxsus harbiy operatsiyalarga tayyorlash va olib borish vazifalarni bajarish uchun tayyorlash maqsadga muvofiqdir. Bu borada raketa qo'shinlari va artilleriya bo'linmalari harakatlariga alohida e'tibor berishimiz mumkin.

Rossiya Federatsiyasi Qurolli Kuchlari raketa qo'shinlari va artilleriyaning barcha turlarini qo'llamoqda, xususan shatakka olinadigan va o'ziyurar gaubitsalar, minomyotlar, baravar o't ochish reaktiv tizimlari, shuningdek, operativ-taktik komplekslar. Rossiya Federatsiya maxsus operatsiya davomida shatakka olinadigan 152 mm gaubitsalar "Msta-B", "Giatsint-B" va D-20, 122 mm D-30 gaubitsalari, shuningdek, 100 mm Rapiro tankka qarshi to'plaridan foydalanadi. Nishonlarga qarata o't ochish asosan yopiq pozitsiyalardan olib borilmoqda. Bundan tashqari, o'ziyurar artilleriya

qurilmalaridan 152 mm kalibrli “Giatsint-S”, “Akatsiya” va “Msta-S”, 122 mm kalibrli “Gvozdika” va 120 mm 2S9 “Nona” tizimlari qo'llanilmoqda [1].



1-rasm. O'ziyurar artilleriya qurollari o't ochish maydonlarida

Artilleriya bo'linmalari motoo'qchi va desant bo'linmalarini qo'llab-quvvatlash natijasida dushmanga 80 foizgacha zarar yetkazmoqda. Ular o'z olovlarini dushmanning zirhli texnikasi, qo'mondonlik punktlari, moddiy ta'minot omborlari, avtomobil texnikasi va tirik kuchlari, shuningdek, Ukraina Qurolli Kuchlarining raketa qo'shinlari va artilleriya bo'linmalari bilan kontrbatareya kurashida ishtirok etmoqda.

Zalp bilan o't ochish reaktiv tizimlari haqida shuni ta'kidlash mumkinki, maxsus harbiy operatsiya zonasida ushbu turdagi artilleriya qurollari ichidan 122 millimetrlil “Grad” ZORQ alohida ajralib turadi. Ushbu tizimni qo'llash taktikasi quyidagi xususiyatga ega: RSZO ekipajlari dushmanning tayanch nuqtalariga zarba beradi, shundan so'ng dushmanning zirhli texnikasini yo'q qilish maqsadida tanklar jangga kirishadi, keyin hujum otryadlari harakatlanadi, ular hududni blokirovka qiladi va dushman pozitsiyalarini tozalaydi [2].



2- rasm. Reaktiv artilleriya tizimlari o't ochish maydonlarida

220 mm “Uragan” ZORQ dushmanning qo'mondonlik punktlari va istehkomlariga, shuningdek, Ukraina kuchlari to'plangan hududlarga o't ochish uchun qo'llaniladi. Shunday qilib, 2022-yil oktyabr oyida Rossiya Mudofaa vazirligi “Uragan” ZORQ hisobi tomonidan 100 dan ortiq nishonlarga zarba berishi natijasida Rossiya qo'shinlarining (motoo'qchi va hujumchi bo'linmalar) oldinga siljishiga yordam bergani haqida ma'lumot berdi.



3- rasm. Operativ taktik raketa majmuasi uchirish nuqtasida

Rossiya-Ukraina muajjarosida operativ-taktik raketa komplekslari (OTRK) haqida to'xtalar ekanmiz, maxsus operatsiya davomida muvaffaqiyatli va samarali qo'llanilayotgan "Iskander-M" OTRK haqida alohida to'xtalib o'tishimiz lozim. U 500 km gacha bo'lgan masofada muhim nishonlarni - raketa majmualari va ZORQ, uzoq masofaga otuvchi artilleriya bo'linmalarini, qo'mondonlik punktlari va aloqa markazlari, shuningdek, aerodromdagi samolyot va vertolyotlarni yo'q qilish uchun mo'ljallangan. Majmua ikkita asosiy turdagi raketalar bilan jihozlangan: radiobosim berish modullari o'rnatilgan va butun parvoz trayektoriyasida boshqarish imkoniyatiga ega ballistik 9M723 raketasi va R-500 qanotli raketasi, u past balandlikda uchganda avtomatik ravishda joy relyefini aylanib o'tishga qodir, bu esa uni havo hujumidan mudofaa tizimlari tomonidan aniqlay olmasligini ta'minlaydi. "Iskander"dan samarali foydalanishga misol sifatida 2022-yil avgust oyida Dnepropetrovsk viloyatida Ukraina harbiy esheloniga raketaning to'g'ridan-to'g'ri kelib tushishini keltirish mumkin. Natijada Ukraina Qurolli kuchlarining Donbassga yo'l olgan 200 dan ortiq zaxiradagi askarlari, shuningdek, o'nta harbiy texnika yo'q qilingan [3].

"Kinjal" gipertovushli raketa majmuasi - bu MiG-31K yoki Tu-22M3M tashuvchi samolyotidan qo'llaniladigan gipertovushli aeroballistik raketadir. Birinchi holatda majmualarni qo'llashning maksimal masofasi 2 000 kilometrni, ikkinchisida esa 3 000 kilometrni tashkil qiladi.

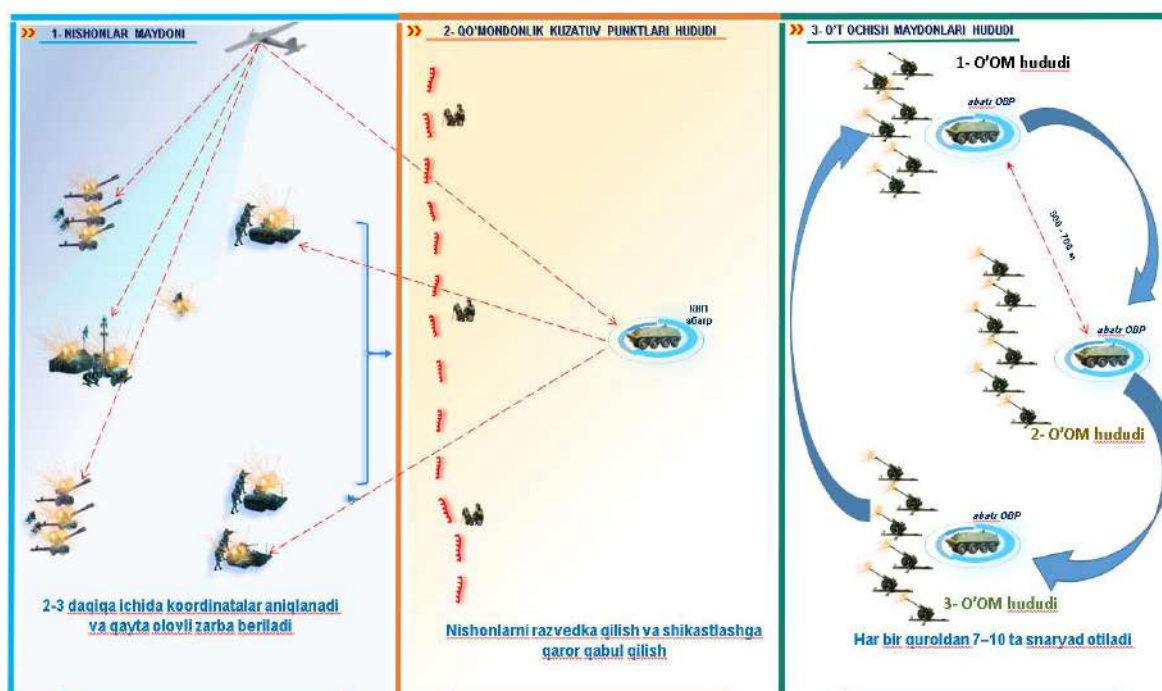
U nafaqat statsionar yer usti obyektlarini, balki yirik suv usti kemalarini, birinchi navbatda aviatashuvchilarni yo'q qilish uchun mo'ljallangan. Lvov viloyatidagi NATO va Ukraina Qurolli kuchlari harbiy kontingenti joylashgan bunkerga "Kinjal" zarbasi muvaffaqiyatli qo'llanilgan. Zarba natijasida Shimoliy Atlantika alyansi va Ukraina armiyasining 160 ga yaqin general va zobitlari yo'q qilingan [4].

Ukraina raketa qo'shinlari holati bo'yicha shuni aytishimiz mumkinki, Ukraina raketa qo'shinlari va artilleriya bo'linmalari hozirda qiyin ahvolga tushib qolgan va bu vaziyat tobora yomonlashib bormoqda. SSSR davrida yaratilgan asosiy kalibrli o'qlarning mavjud zaxiralari asosan ishlatib bo'lingan, yo'q qilingan yoki Rossiya Qurolli Kuchlari tomonidan egallab olingan. Ukrainaning o'zida snaryadlar ishlab chiqarish yo'q, xoriydan zarur mahsulotlar yetkazib berish esa ehtiyojlarni qisman qoplaydi. 2022- yil mart oyidan boshlab Shimoliy Atlantika alyansi davlatlari Kiyev rejimiga NATO standartlariga mos artilleriya va o'q-dorilarni to'g'ridan-to'g'ri yetkazib berish orqali yordam bera boshladi. Biroq, butun vaqt davomida faqat bir necha yuzlab shatakka olinuvchi va o'ziyurar qurollar topshirildi, bu esa qurollanishda mavjud qurollardan bir necha baravar kam va so'nggi oylardagi yo'qotishlardan bir necha baravar ko'pdir. Birgina AQShning o'zi bir milliondan ortiq yirik kalibrli o'qlarni jo'natdi, ammo ular ham ishlatib bo'lingan. Ayni paytda bu muammolarni sovet standartlaridagi snaryadlarni ishlab chiqarishni qayta tiklash orqali hal qilish taklif qilinmoqda. Bu murakkab, tezkor va arzon bo'lmagan jarayon bo'lishi aniq. Shunga ko'ra, Ukraina barcha kerakli natijalarni tez va sifatli olishni kutishi dargumon. Natijada Ukraina

artilleriyasining o't ochish quvvati avvalgidek past darajada qoladi va frontlardagi umumiy vaziyatni o'zgartira olmaydi.

Biroq, Rossiya Qurolli Kuchlari maxsus operatsiyasining boshidanoq artilleriya qurollarini boshqarishning ajoyib tizimiga ega bo'lgan dushman bilan to'qnash kelgan. Buning uchun barcha sharoitlar yaratilgan edi: uzoq muddatli statsionar pozitsiyalar, dushman hududidagi nishonlar va orientirlarning ma'lumligi, jangovar hisoblarning professional o'qitilgan tarkibi, G'arb tomonidan taqdim etilgan razvedka va kuzatuv vositalari. Natijada turli yo'nalishlarda artilleriya va minomyotlardan o't ochishni korrektyrovka qilishga asoslangan butun bir mudofaa tizimi vujudga keldi. Avdeev qo'rg'oni buning yorqin misolidir [5]. Yarim vayron bo'lgan shahar qurilishi mina maydonlari bilan nazorat qilinadi, ular snayperlar va pulemyotchilar tomonidan yaxshi niqoblangan o't ochish nuqtalaridan o'qqa tutiladi. Ushbu hudud statsionar kuzatuv postlari va texnik razvedka vositalari, tungi chiroqlar, teplovizorlar, patrul rejimidagi uchuvchisiz uchish apparatlari va joyning baland qismlarida - zavod quvurlari, aloqa minoralari va baland uylarda joylashgan yuqori aniqlikdagi videokameralar orqali ham yaxshi ko'rinadi. Bunday zonaga kirishga harakat qilinganda, razvedka guruhi darhol aniqlanib o'qqa tutilardi.

Maxsus harbiy operatsiyani olib borishda artilleriyani "sovet nizomi" bo'yicha qo'llashning deyarli klassik konsepsiyasiga duch kelamiz. Biroq, qo'llash bo'yicha bir qancha farqlar ham bor. Mudofaada turgan qo'shinlar ham, hujum qilayotganlar ham artilleriya hisoblarini ochiq joylashtirishga va front bo'yicha ko'p miqdordagi stvollarni to'plashga yo'l qo'ya olmaydilar. Bunga sabab, aynan sun'iy yo'ldosh, uchuvchisiz uchish apparatlari va kontrbatareya radiolokatsion razvedka stansiyalarining imkoniyatlari keskin oshishidir. Uchta to'pdan iborat batareyani oldindan niqoblangan pozitsiyaga olib chiqib, bir nechta qo'llab-quvvatlovchi olovli zarbalardan so'ng u darhol o'z pozitsiyasini tashlab ketishi va boshqa pozitsiyani egallashi lozim.



4- rasm. Ko'chib yuruvchi artilleriya batareyasi taktikasi

Ba'zan ko'chib yuruvchi batareya taktikasi qo'llaniladi. Agar maqsad faqat front chizig'i tomon yoki yashash kvartallari bo'ylab zarbalar berish bo'lmasa (Ukraina tomonidan ko'pincha shunday qilinardi), ko'chma batareya taktikasi butun bir tizimdir. Bunda zarba berish lozim bo'lgan nishon aniqlanadi. shundan so'ng ushbu nishonni bir nechta pozitsiyadan otish imkoniyati mavjud bo'lgan tizim tanlanadi. Artilleriya razvedkasi guruhi tomonidan otish pozitsiyalari tayyorlanadi.

Kerakli barcha hisob-kitob ishlari oldindan tayyorlanadi. Otish pozitsiyalari o'z qo'shinlarini o'qqa tutilishini oldini olish maqsadida uzoqlardan tanlangan. Artilleriya batareyasi bitta otish pozitsiyasidan nishonga olovli zarba bergach zudlik bilan uni tark etadi va boshqa pozitsiyani egallab nishonni yana o'qqa tutadi [6].

Ba'zida bunday otishlarni atayin qilinardi. Natijada dushmanning artilleriya batareyalarining joylashuv joylari aniqlanardi va ularga nisbatan kontrbatareya bo'linmalari olovli zarbalar berishardi.

Keyinchalik g'arb davlatlari tomonidan yetkazib berilgan artilleriya qurollari va artilleriya snaryadlari Ukraina artilleriyasini qo'llash taktikasini o'zgartirdi. Yuqori aniqlikga va uzoq masofaga otiladigan artilleriya snaryadlari yordamida front ortidagi o'q-dori va YoMM omborlari, aloqa tugunlari, shtablar, shaxsiy tarkibni yig'ilish joylari, gospitalar, texnikalarni saqlash va ta'mirlash joylariga aniq zarbalar berish imkoniyatlari paydo bo'ldi. Biroq ushbu tarzda jangovar harakatlarni olib borish uzoqqa cho'zilmadi. Chunki yuqori aniqlikdagi o'q-dorilarni qimmatbaho ekanligi sababli ukraina artilleriya bo'linmalariga ularni doimiy ravishda yetkazib berish imkoniyati yo'q edi.

Xulosa qilib shuni aytishimiz mumkinki, hozirgi kunda qurolli to'qnashuvlarda artilleriya bo'linmalarini qo'llasi taktikasi zamonaviy jangovar texnologiyalar va strategik yondoshishlar asosida tubdan o'zgarib bormoqda. Bu sohada asosiy maqsad - dushman imkoniyatlarini cheklash, muhim nishonlarni qisqa vaqt ichida yakson qilish va o'z bo'linmalarimizda yo'qotishlarni minimallashtirishdir. Xullas bir so'z bilan aytganda, artilleriya bo'linmalari jangovar qobiliyatlarini oshirish uchun zamonaviy texnologiyalar va raqamli boshqaruv usullaridan keng foydalanmoqda. Bu taktikalar ularning samaradorligini oshirish bilan birga, jang maydonida zaifliklarni kamaytiradi va xavfsizlikni ta'minlaydi. Natijada, artilleriya strategiyasining zamonaviy va dinamik yo'nalishi harbiy harakatlarning rivojlanishiga asosiy hissa qo'shmoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

[1] "Развитие тактики в современных условиях", О.А. Абдурашитов, Ф.В. Гарвард, Военная Мысль. 2021. № 10. С. 31—37.

[2] "Характер операций современных армий", И. Л. Макачук, К.А. Троценко, Военная Мысль. 2022. № 12. С. 12—26.

[3] "Состояние и перспективы использования искусственного интеллекта в военном деле", Галкин Д.В., Коляндра П.А., Степанов А.В. // Военная Мысль. 2021. № 1. С. 113—124.

[4] "Новые технологии ведения военных действий". <https://www.icrc.org/ru/law>

[5] "Роль беспилотных летательных аппаратов". <https://bes.letapp.ru>

[6] Artilleriya bo'linmalarining jangovar nizomi (II- qism) Artilleriya divizioni (batareya), Toshkent 2019.

[7] Artilleriya razvedkasi bo'linmalarining jangovar ishi bo'yicha qo'llanma. Mudofaa vazirining 1998 yil 28 iyuldagi 184-sonli buyrug'i bilan amalga kiritilgan—Toshkent. O'R MV nashriyot bo'limi. 2013.—215 b.

[8] Artilleriyani tayyorlash kursi, O'R MVning 2024- yil 23- sentabr kunidagi 184- sonli buyrug'i, – Toshkent. O'R MV nashriyot bo'limi.

[9] Otish va artilleriya olovini boshqarish qoidalari, O'R QK BSh boshlig'ining 2020- yil 12 iyun kunidagi 191- sonli buyrug'i, – Toshkent. O'R MV nashriyot bo'limi.

О НЕКОТОРЫХ АСПЕКТАХ СОЗДАНИЯ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ АВИАЦИОННЫМИ СРЕДСТВАМИ ПОРАЖЕНИЯ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

**PhD., доцент К.М. ТУРСУНОВ,
А.П. УГАЙ**

Институт информационно-коммуникационных технологий и военной связи УВБнО РУ

Аннотация. В условиях современных высокотехнологичных боевых действий обеспечение устойчивого управления авиационными средствами поражения (АСП) становится одной из ключевых задач. Широкое распространение средств радиоэлектронного подавления (РЭП), приводящее к нарушению работы навигационных систем (в частности, GPS) и каналов связи, существенно снижает эффективность онлайн методов управления АСП. В связи с этим возрастает необходимость перехода к гибридным и интеллектуальным режимам управления, способным обеспечить автономность и адаптивность функционирования модуля управления планированием (МУП) АСП в условиях сложной радиоэлектронной обстановки. В настоящей статье предложена структура гибридной системы управления, включающей модуль управления полётом и интеллектуальной корректировки, реализующей адаптивное управление на основе инерциальной навигации, обработки видеопотока и алгоритмов машинного обучения.

Ключевые слова: авиационные средства поражения (АСП), гибридное управление, радиоэлектронное подавление (РЭП), интеллектуальная корректировка траектории, инерциальная навигационная система (ИНС), SLAM (Simultaneous Localization and Mapping), обработка видеопотока, машинное обучение, высокоточное оружие, автономная (интеллектуальная) система наведения.

Annotatsiya. Zamonaviy yuqori texnologiyali harbiy operatsiyalar sharoitida aviatsiya zarba vositalarini (AZV) barqaror boshqarish eng muhim vazifalardan biriga aylanmoqda. Radioelektron kurash (REK) vositalarining keng qo'llanilishi natijasida navigatsiya (xususan GPS) va aloqa kanallarining ishdan chiqishi an'anaviy onlayn boshqaruv usullarining samaradorligini keskin pasaytiradi. Shu bois, murakkab elektromagnit muhitda AZVning avtonom va moslashuvchan ishlashini ta'minlaydigan gibrid va intellektual boshqaruv rejimlariga o'tish zarurati vujudga keladi. Ushbu maqolada inertsial navigatsiya, video oqimni qayta ishlash va mashinasozlik algoritmlariga asoslangan missiya rejalashtirish moduli va trayektoriyani intellektual korrekcirovka qilish bloki kiritilgan gibrid boshqaruv arhitekturasini taklif etiladi.

Kalit so'zlar: aviatsiya zarba vositalari (AZV), gibrid boshqaruv, radioelektron kurash (REK), trayektoriyani intellektual korrigirovka qilish, inertsial navigatsiya tizimi (INS), SLAM (Simultaneous Localization and Mapping), video oqimni qayta ishlash, mashinasozlik (machine learning), yuqori aniqlikli qurollar, avtonom boshqaruv tizimi.

Abstract. In the context of modern high-tech warfare, ensuring resilient control of aviation precision-guided munitions (PGMs) has become one of the critical operational challenges. The widespread use of electronic warfare (EW) systems, which disrupt navigation (especially GPS) and communication channels, significantly undermines the effectiveness of conventional online control methods. This necessitates a shift toward hybrid and intelligent control modes that enable autonomous and adaptive functioning of PGMs in complex electromagnetic environments. This article proposes the architecture of a hybrid control system that includes a mission planning module and an intelligent trajectory correction unit. The system implements adaptive control based on inertial navigation, video stream processing, and machine learning algorithms.

Keywords: precision-guided munitions (PGMs); hybrid control; electronic warfare (EW); intelligent trajectory correction; inertial navigation system (INS); SLAM (Simultaneous Localization and Mapping); video stream processing; machine learning; high-precision weapons; autonomous guidance system.

В мире, отмечается возрастающая роль относительно финансово доступного высокоточного оружия. Успешное поражение ключевых объектов инфраструктуры противника требует применения средств, обеспечивающих не только точность, но и безопасность для авиации, действующей в условиях развитой системы ПВО. Авиационные средства поражения на принципах дистанционного и интеллектуального наведения приобретают всё большую значимость, особенно в условиях насыщенной системы противовоздушной обороны (ПВО) противника. Применение высокоточного авиационного вооружения позволяет достигать стратегических целей без непосредственного входа в зону поражения ПВО [1], а внедрение системы интеллектуальной корректировки модулей управления планированием авиационных средств поражения в перспективе сделает модуль устойчивым к применению средств радиоэлектронного подавления, кроме того высокая точность применения АСП позволяет минимизировать сопутствующий ущерб гражданской инфраструктуре и потери как среди мирного населения так и среди своих сил и средств.

Эффективность управляемых АСП также подтверждается проведенной вооружёнными силами США операции по уничтожению ядерных объектов Ирана. В частности, США использовали GBU-57A/B - американская корректируемая противобункерная авиационная бомба (Massive Ordnance Penetrator GBU-57A/B (MOP)), крупнейшая в мире неядерная бомба, способная поражать цели глубоко под землей. MOP производится компанией Boeing и стоит на вооружении ВС США. Правительство США характеризует GBU-57A/B так: «крупное проникающее оружие, способное атаковать глубоко зарытые и укрепленные бункеры и туннели». Длина бомбы - шесть метров. Она способна проникать и детонировать на глубине около 61 метра. До настоящего времени MOP не применялись в реальных боевых действиях, но их испытывали на ракетном полигоне Уайт-Сэндс в штате Нью-Мексико. Данная бомба по массе заряда мощнее, чем Massive Ordnance Air Blast (MOAB) (пер с англ. «Мать всех бомб»), весом 9800 кг, которая использовалась в боях в Афганистане в 2017 году. В случае последовательного сброса бомб GBU-57A/B в одну точку, каждая из них будет проникать на большую глубину [2].

Как показывают современные военные конфликты необходимость увеличения точности применения САП жизненно необходима в современных реалиях. В случае с объектом Фордо в Иране для вооруженных сил США требовалась высокая точность для уничтожения хорошо защищенного заглубленного объекта, путем последовательного сброса нескольких GBU-57 [3]

Проведем контент анализ масштабной скоординированной атаки ВС США на основные ядерные объекты Ирана, с использованием современного военного арсенала.

В результате операции, ознаменовавшей значительную эскалацию напряженности в регионе, были уничтожены ключевые центры иранской ядерной программы. Атака США была проведена с использованием стратегических бомбардировщиков B-2 Spirit и крылатых ракет «Томагавк», запущенных с морских платформ.

По некоторым данным, в операции использовалось до 14 противобункерных бомб, сброшенных с бомбардировщиков B-2.

Среди атакованных объектов, были ядерные комплексы в Натанзе и Исфахане, которые были нейтрализованы 30 ракетами «Томагавк», запущенными с расстояния около 640 километров. Главной целью был завод в Фордо, который считается краеугольным камнем иранской ядерной программы и который якобы был полностью уничтожен.

В течение нескольких недель, предшествовавших операции, США развернули значительные военные силы на Ближнем Востоке. В их число вошли авианосец «Нимиц», истребители F-16, F-22 и F-35, а также бомбардировщики B-2, принимавшие участие в операции. После завершения операции несколько бомбардировщиков B-2 вылетели в Тихий океан, покинув воздушное пространство Ирана к моменту официального объявления

В ходе операции ВС США были применены: бомбы GBU-57 - противобункерные бомбы, представляющие собой новейшие технологии в области оружия глубокого

проникновения. Это оружие специально разработано для нейтрализации укрепленных подземных целей. Технические характеристики: Вес: от 14 000 до 30 000 фунтов (6 350 - 13 600 кг) в зависимости от модели. Пробивная способность: до 200 метров в железобетоне. Боеголовка: взрывчатка с задержкой детонации после пробития. Наведение: высокоточная система GPS с возможностью корректировки в полете. Около 30 ракет «Томагавк». Технические характеристики: Дальность: до 2 500 км в последних версиях. Скорость: около 880 км/ч (дозвуковая). Боеголовка: 450 килограммов обычного взрывчатого вещества. Наведение: инерциальная навигационная система в сочетании с GPS и картографией местности. Точность: погрешность менее 10 метров. Пусковые платформы: ударные подводные лодки класса Virginia и Los Angeles, эсминцы класса Arleigh Burke.

По заявлениям военно-политического руководства США уничтожение ключевых объектов, таких как Фордо, представляет собой значительный удар по ядерной программе Ирана, которая уже более десяти лет является объектом международных санкций [4].

Справочно: Фордо - второй крупнейший в Иране ядерный объект после Натанза, который находится, в 20 - 30 километрах от города Кум. Ядерный объект Фордо был создан в северной части горной системы Эльбрус, на глубине 80-100 метров под землёй. Официально, Фордо - это завод по обогащению урана, и, по словам, Ирана, обогащение на нем происходит исключительно в мирных целях. Изначально Фордо служил базой для Корпуса стражей исламской революции, а сам объект защищали системы ПВО.

Объект иранской ядерной программы Фордо стал предметом споров и спекуляций, вызвавший волну обвинений Ирана в попытке создать ядерное оружие. О объекте стало известно в 2009 году. Первыми о нем сообщили разведывательные службы США, Великобритании и Франции, а затем и сам Иран признал наличие у себя нового объекта по обогащению урана в мирных целях. От всех остальных ядерных предприятий Ирана Фордо отличается высокой степенью защищенности. Завод был спроектирован таким образом, чтобы выдержать авиаудары, и несмотря на то, что его секретность сохранить не удалось, мало что известно о деятельности объекта, который, как считается, основа ядерной программы Ирана. Согласно документу, опубликованному Международным агентством по атомной энергии (МАГАТЭ) в конце мая 2025 года, на объекте Фордо находятся центрифуги для обогащения урана IR-1 и IR-6. Центрифуга IR-6 считается наиболее перспективной иранской разработкой, необходимой для обогащения уранового сырья. В годы, предшествующие заключению ядерной сделки в 2015 году, на Фордо работало более 16 каскадов центрифуг (каскады нужны для более эффективного разделения). В 2009 году Иран заявил, что уран на Фордо обогащается всего до 5%, однако к 2011 году этот показатель был увеличен до 20%.

В рамках Совместного всеобъемлющего плана действий (СВПД) Иран обязался прекратить работу на Фордо на время действия сделки. Однако в 2019 году Хассан Рухани отказался от обязательств по этому объекту, заявив, что уран вновь закладывают в центрифуги. В 2023 году во время внезапной проверки МАГАТЭ на объекте выяснилось, что уран на нём обогащается до 60%, и даже более того, в Фордо были обнаружены следы урана, обогащённого до 83,7%, что гораздо больше, чем требуется для гражданской ядерной программы, и крайне близко к уровню, необходимому для создания оружия (90%). По мнению экспертов, если Иран в перспективе надеется создать ядерное оружие, то сделать он это сможет на объекте Фордо. По словам премьер-министра Израиля Биньямина Нетаньяху, целью операции «Восставший лев» являются ядерные объекты Ирана, и самый главный из них - Фордо.

До операции ВС США, ВВС Израиля нанесли первые удары по Фордо в результате которых завод по обогащению урана не пострадал. В ночь на 22 июня ВС США провели военную операцию получившую название «Полуночный молот». Всего на Фордо и второй ядерный объект, Натанз, группа американских бомбардировщиков B-2 сбросила 14 противобункерных авиационных бомб, GBU-57. На месте, где находится завод по

обогащению урана, образовалось два кратера, а территория, где располагались ПВО для защиты объекта, была разрушена [5].

Учитывая, что разработка вооружений в XXI веке всё больше ориентирована на достижение максимального эффекта при минимальных ресурсных затратах. Концепция «стоимость–эффективность» становится ключевой в процессе модернизации вооружённых сил [6].

В условиях ограниченного бюджета, внедрение системы управления АСП особенно актуально для Вооруженных сил, стремящихся развивать асимметричные средства сдерживания. Такие системы могут эффективно использоваться в условиях ограниченных ресурсов путем совершенствования имеющихся средств поражения.

Современная концепция ведения боевых действий смещается от огневого подавления к высокоточному поражению точечных целей. Это особенно важно в условиях, когда каждая потеря авиационной техники может иметь стратегические последствия. Планирующие боеприпасы позволяют наносить упреждающие удары без входа в зону поражения ПВО противника [7]. Наличие в арсенале модулей управления планированием АСП предоставляет Вооруженным силам возможность асимметричного ответа на угрозу, снижая затраты при сохранении боевой эффективности и снижая возможные риски нанесения ущерба своим силам и средствам штатными АСП, а также мирному населению и гражданской инфраструктуре.

В условиях активного радиоэлектронного противодействия, включая подавление спутниковых навигационных сигналов и средств управления, возрастает необходимость разработки адаптивных интеллектуальных систем управления. Цель настоящего исследования — разработка системы, обеспечивающей автономное управление модулем управления планированием АСП в случае потери GPS сигнала или сигнала управления, на основе гибридных алгоритмов интеллектуальной корректировки.

В условиях подавления сигналов GPS и внешнего управления основными задачами системы интеллектуальной корректировки становится самостоятельное завершение задания при потере связи. Модель предлагаемой системы построена на принципах адаптивности и резервирования с элементами искусственного интеллекта.

Основные модули: ИНС (Инерциальная навигационная система) — обеспечивает инерциальное сопровождение при потере GPS. ML-модуль распознавания объектов — реализуется с использованием свёрточных нейронных сетей (CNN). Модуль SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) — обеспечивает одновременную локализацию и построение карты местности. Они позволяют: одновременно строить карту окружающего пространства, определять своё положение на этой же карте в режиме реального времени. Стандартный SLAM-модуль включает: датчики восприятия окружающей среды видеокамеры, лидары, радары, ультразвуковые сенсоры. Когда МУП теряет GPS сигнал и сигнал управления из-за радиоэлектронного подавления или по другим причинам камера модуля снимает окружающую местность. SLAM-модуль анализирует изображение, распознаёт ориентиры (здания, рельеф, дороги). По изменению положения этих ориентиров в кадрах система определяет, куда и насколько откорректировать планирование САП. Одновременно строится 2D/3D-карта и уточняется своё местоположение на ней. Таким образом, САП продолжает выполнять миссию в автономном режиме, даже не имея связи с оператором. Важность SLAM заключается в том, что он позволяет автономным системам ориентироваться в неизвестной среде, не зависит от GPS или внешних источников связи, обеспечивает устойчивое поведение системы в условиях помех, неизвестной местности, туннелях [8, 9, 10].

Блок принятия решений на основе вероятностной логики позволяет обеспечить устойчивое управление системой наведения на всём пути от сброса до поражения цели. В штатном режиме по каналу управления через воздушный ретранслятор. В случае потери управления перейдя на резервный канал (наземная радиосвязь, транк). При

радиоэлектронном подавлении, включает автономный режим интеллектуального наведения (Рис. 1).

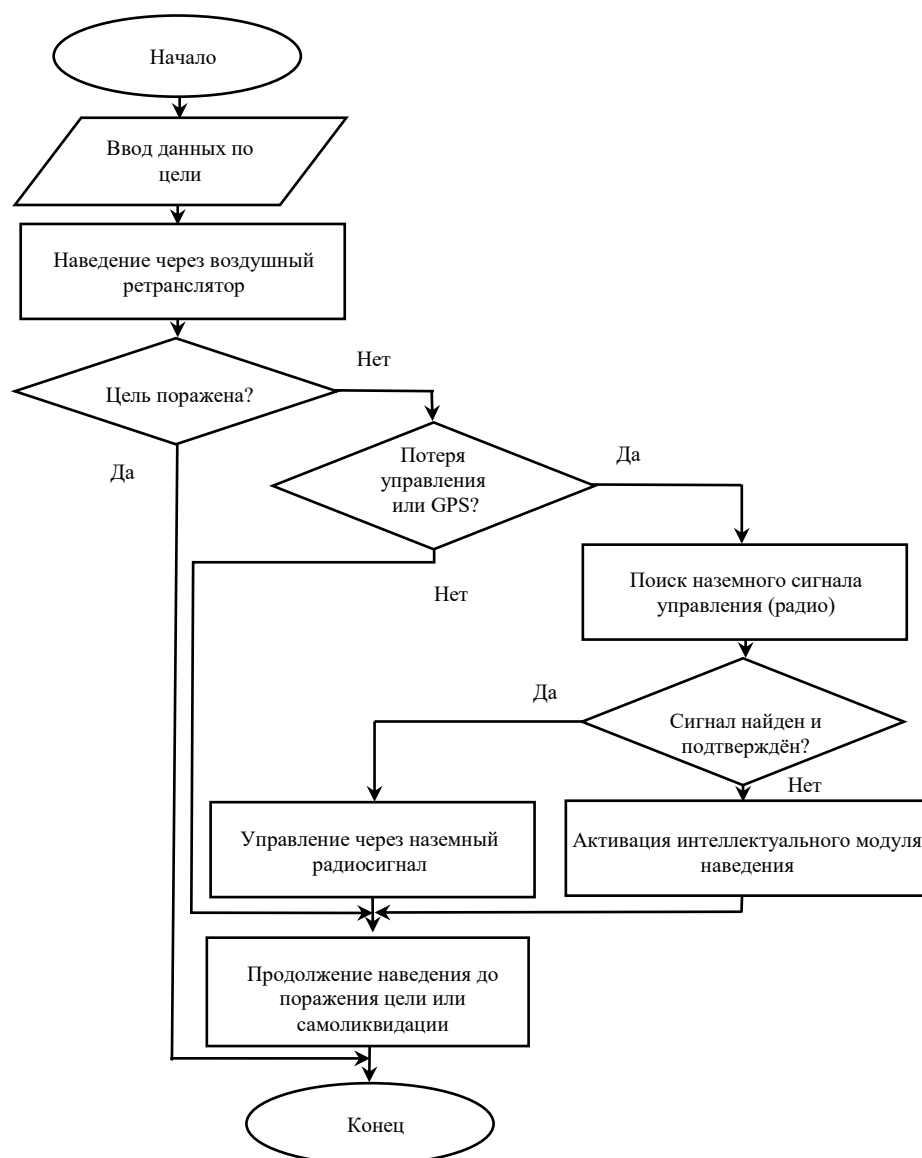


Рис. 1. Гибридный алгоритм управления АСП с интеллектуальной корректировкой

Опишем этапы управления САП с использованием гибридного алгоритма:

1 этап. Система получает команды от оператора через воздушный ретранслятор (с борта носителя осуществившего сброс авиационного средства поражения или с дрона ретранслятора находящегося в зоне проведения операции). После проверки авторизации система обрабатывает команды от наведения.

В случае потери сигнала наведения или спутников глобальной системы позиционирования GPS осуществляется поиск наземного радиосигнала управления.

2 этап. Система сканирует заранее известные частоты. Расшифровывает защищённый идентификатор сигнала управления. В случае авторизации управление передается на наземный пункт управления.

3 этап. В случае подавления или отсутствия наземного сигнала управления система приступает к интеллектуальной корректировке САП. Используется автономный модуль наведения). В частности, осуществляется автономная корректировка по видеопотоку поступающему от фронтальной камеры модуля управления планированием с заранее

промаркированной целью. Перекрестие цели фиксировано, и осуществляется коррекция на основе алгоритма совмещения (dx , dy).

4 этап. Поражение цели или аварийное завершение. На данном этапе имеется возможность запустить самоуничтожение цели в воздухе.

Проведем математические вычисления влияния интеллектуальной корректировки модуля управления планированием средств авиационного поражения в условиях радиоэлектронного подавления в зоне диаметром $L = 7000$ м для АСП весом 250 кг и радиусом сплошного поражения $R_s = 30$ м.

1. Определение числа обновлений видеопотока.

Скорость САП в момент сброса:

$$V = 250 \text{ м/с}$$

Время полёта по этому участку:

$$T_{flight} = \frac{L}{V} = \frac{7000}{250} = 28 \text{ с} \quad (1)$$

Частота визуальных обновлений:

$$f_{viz} = 7 \text{ обн/с.} \quad (2)$$

Тогда общее число обновлений (при равномерном распределении):

$$M = f_{viz} * T_{flight} = 7 * 28 = 196 \quad (3)$$

Дрейф МУП без коррекции:

$$\alpha_{МУК} = d * L = 0.03 * 7000 = 210 \text{ м} \quad (4)$$

Коэффициент коррекции одного обновления. При оценке работы фильтра Калмана каждый акт измерения снижает дисперсию ошибки по правилу:

$$l = \frac{r}{r + \alpha_{МУК}^2} \quad (5)$$

где r - дисперсия шумов визуального измерения. Для предварительной оценки возьмём:

$$r \approx (50 \text{ м})^2 = 2500, \alpha_{МУК}^2 = 210^2 = 44100 \quad (6)$$

Тогда:

$$l = \frac{2500}{2500 + 44100} = 0.053 \quad (7)$$

При M последовательных коррекциях дисперсия уменьшается геометрически:

$$\alpha_{МУП} = \alpha_{МУП} (1 - l)^{\frac{M}{2}} \quad (8)$$

Улучшение точности.

По сравнению с ИНС без коррекции:

$$\Omega_{МУП} = \alpha_{МУП} - \alpha_{МУП} = 210 - 0.99 = 209.01 \text{ м} \quad (9)$$

По сравнению с номинальным режимом (GPS):

$$\Omega_{НОМ} = \alpha_{НОМ} - \alpha_{МУП} = 5 - 0.99 = 4.01 \text{ м} \quad (10)$$

Вероятность поражения P_{por}

Используем модель нормального рассеяния в двух измерениях:

$$P_{por} = 1 - \exp\left(-\frac{R^2}{2\alpha^2}\right) \quad (11)$$

При очень частых визуальных обновлениях за время полёта в 28 с обеспечивается порядка 196 коррекций, что позволяет почти полностью компенсировать дрейф ИНС и восстановить точность как при штатном режиме.

При частых визуальных обновлениях (7 Гц) за время полёта в 28 с обеспечивается порядка 196 коррекций, что позволяет почти полностью компенсировать дрейф ИНС и восстановить точность как при штатном режиме при онлайн управлениях МУП САП. В реальных условиях вероятнее всего будут введены практические ограничения: физические возможности сенсора и условия видимости (освещённость, погодные условия, дым, пыль), что может ограничить частоту и качество обновлений, аperiodичность обнаружения ориентиров, задержки при обработке кадров и передаче данных.

Вывод: таким образом проведенные исследования показывают, что современные условия при которых осуществляется управление авиационными средствами поражения

(АСП) в условиях активного применения средств радиоэлектронного подавления (РЭП) требуют перехода от традиционных методов навигации к гибридным и интеллектуальным системам управления, способным функционировать при потере сигналов GPS и каналов связи. Разработанная структурно-функциональная модель модуля управления планированием АСП с интеллектуальной корректировкой траектории, основанная на совмещении инерциальной навигации, обработки видеопотока, SLAM и алгоритмов машинного обучения, обеспечивает высокую устойчивость управления в условиях сложной радиоэлектронной обстановки. На основе математического моделирования доказано, что использование алгоритмов интеллектуального управления позволяет снизить навигационную погрешность модуля управления с 210 м до параметров штатного режима управления. Практическая значимость работы состоит в возможности внедрения разработанной модели в современные и перспективные образцы авиационного вооружения, что особенно актуально для Вооруженных сил, стремящихся минимизировать финансовые затраты и увеличить эффективность ударных операций, при этом обеспечивая высокий уровень безопасности: своей авиации, за счет обеспечения ее применения вне зоны действия ПВО, а также гражданской инфраструктуры и некомбатантов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

- [1] Исмоков А.Х., Угай А.П. Необходимость внедрения модулей управления планированием средств авиационного поражения: уроки современных конфликтов// O‘zbekiston Respublikasi Mudofaa vazirligi Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari va aloqa harbiy instituti.
- [2] Барручо Л. Противобункерная бомба США: что о ней известно и действительно ли она может разрушить ядерные бункеры Ирана?// BBC News. URL: <https://www.bbc.com/russian/articles/c80prl53nr1o>. Дата публикации 18 июня 2025года.
- [3] Баранец В. Трамп готовится сбросить на Иран «Маму всех бомб»: Что это за 13-тонное чудовище и обрушит ли оно ядерные заводы// Комсомольская правда. URL: <https://www.kp.ru/daily/27715.5/5103264/>. Дата публикации: 20 июня 2025.
- [4] Maturana J. Операция США против Ирана в деталях: использованные бомбы, самолеты и ракеты// Электронное издательство EuroNews. URL: <https://ru.euronews.com/2025/06/22/how-big-has-been-usa-attack-om-iran-ru>. Дата публикации 22.06.2025г.
- [5] Винник Е. Что такое Фордо в Иране и почему его хотят разрушить? URL: <https://vestikavkaza.ru/articles/cto-takoe-fordo-v-irane-i-pocemu-ego-hotat-razrusit.html>. Дата публикации 24.06.2025 г.
- [6] RAND Corporation. Air-to-Ground Precision Strike Capabilities: A Comparative Analysis. – 2022
- [7] Скоморохов Р. Украина против России: артиллерия. Интернет журнал: Военное обозрение. – 2023. URL: <https://topwar.ru/208210-ukraina-protiv-rossii-artillerija.html>
- [8] Дюрант-Уайт Г., Бейли Х. Simultaneous Localization and Mapping: Part I // IEEE Robotics & Automation Magazine. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/1592791>. Дата публикации январь 2006 года.
- [9] Трун С., Бургард В., Фокс Д. Probabilistic Robotics // MIT Press. URL: <https://mitpress.mit.edu/9780262201628>. Дата публикации сентябрь 2005 года.
- [10] Кадена К., Конольт Л., Реннер В., Левандовски М., Тильмэн В. Past, Present, and Future of SLAM: Towards the Robust-Perception Age // IEEE Transactions on Robotics. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7782186>. Дата публикации август 2016 года.

MASOFADAN BOSHQARILADIGAN YER USTI HARBIY TRANSPORT VOSITALARI VIDEOOQIMLARINI JORIY VAQTD UZATISH ARHITEKTURASINI ISHLAB CHIQISH

DSc, dotsent Y.B. TASHMANOV
O'R Ichki ishlar vazirligi akademiyasi

Annotatsiya. Ushbu maqolada masofadan boshqariladigan yer usti harbiy transport vositalarida joriy vaqtda videooqimlarni uzatish jarayonida Node.js muhiti, Express.js freymvorki, WebSocket (socket.io) texnologiyasi, FFmpeg kodeki hamda Stream modulining vazifasi, ularning o'zaro integratsiyasi va real vaqtli oqim uzatishda qanday afzalliklar berishi hamda ushbu texnologiyalarni uyg'un qo'llash orqali yuqori samarali va barqaror video uzatish arxitekturasini ishlab chiqish ko'rib chiqilgan.

Kalit so'zlar: videooqimlarni uzatish, Node.js muhiti, Express.js freymvorki, WebSocket texnologiyasi, FFmpeg kodeki, video uzatish arxitekturasini.

Аннотация. В этой статье рассматривается роль среды Node.js, фреймворка Express.js, технологии WebSocket (socket.io), кода FFmpeg и модуля Stream в процессе передачи видеопотоков с дистанционно управляемых наземных военных транспортных средств, а также их взаимодействие и преимущества для передачи потокового видео в реальном времени. Также обсуждается разработка высокоэффективной и стабильной архитектуры видеотрансляции с использованием интеграции этих технологий.

Ключевые слова: потоковое видео, среда Node.js, фреймворк Express.js, технология WebSocket, кодек FFmpeg, архитектура потокового видео.

Abstract. This article discusses the role of Node.js, Express.js, WebSocket (socket.io), FFmpeg, and Stream in the process of transmitting video streams from remotely controlled ground military vehicles, as well as their interaction and advantages for transmitting real-time video streaming. It also discusses the development of a highly efficient and stable video streaming architecture using the integration of these technologies.

Keywords: video streaming, Node.js environment, Express.js framework, WebSocket technology, FFmpeg codec, video streaming architecture.

Zamonaviy harbiy mojarolar va qurolli to'qnashuvlar sharoitida texnologik ustunlik muhim strategik omilga aylanmoqda. Xususan, masofadan boshqariladigan yer usti harbiy transport vositalari jangovar harakatlar samaradorligini oshirishda, inson yo'qotishlarini kamaytirishda va xavfli hududlarda operatsiyalarni xavfsiz bajarishda muhim rol o'ynamoqda. Ushbu texnik vositalar razvedka, yuk tashish, minani aniqlash va zararsizlantirish, shuningdek, jangovar qo'llab-quvvatlash kabi ko'plab vazifalarni bajarishga qodir.

Masofaviy boshqaruv vositalari yordamida harbiy operatsiyalarni avtomatlashtirish, odam omilini xavfli hududlardan chetlatish va real vaqt rejimida ma'lumotlarni tahlil qilish imkoniyatlari yaratilmoqda. Bu borada ayniqsa joriy vaqtda videooqimlarni uzatish texnologiyasi alohida ahamiyat kasb etadi. Masofadan boshqariladigan qurilmalardan olingan video ma'lumotlarni real vaqt rejimida uzatish orqali harbiy qo'mondonlar vaziyatni aniq tahlil qila oladi, qaror qabul qilish tezligi va aniqligi oshadi.

Joriy vaqtda videooqim uzatish texnologiyalari yordamida masofadan boshqariladigan yer usti harbiy transport vositalar tomonidan yig'ilgan vizual axborotlar markaziy boshqaruv punktlariga bir necha soniya ichida yetkaziladi, bu esa jang maydonida ustunlikni ta'minlashda muhim omil hisoblanadi. Shu sababli, masofadan boshqariladigan yer usti transport vositalari va videooqimlarni real vaqtda uzatish texnologiyalarining integratsiyasi zamonaviy harbiy strategiyalarda asosiy yo'nalishlardan biri bo'lib bormoqda.

Jang maydonida masofadan boshqariladigan harbiy transport vositalari samarali ishlashi uchun real vaqt rejimida uzatiladigan videooqimlar hal qiluvchi ahamiyatga ega. Ushbu oqimlar

foydalanuvchi (ya'ni operator yoki boshqaruv markazi)ga aniq va tezkor vizual axborot yetkazib berishi kerak. Bu esa yuqori darajadagi tarmoq samaradorligi va kechikishlarga sezgir bo'lmagan server arxitekturasini talab qiladi. Ana shunday vaziyatlarda Node.js muhiti eng mos dasturiy yechimlardan biri hisoblanadi [1].

Node.js JavaScript tilida yozilgan, voqealarga asoslangan (event-driven) va bloklanmaydigan (non-blocking I/O) modelga ega server muhiti bo'lib, aynan real vaqtli dasturlar, jumladan videooqimlarni uzatish tizimlari uchun qulay platforma hisoblanadi. Node.js yordamida WebSocket protokoli asosida ikki tomonlama (duplex) aloqani yo'lga qo'yish mumkin, bu esa video ma'lumotlarni server va mijoz o'rtasida kechikishsiz uzatishga imkon beradi.

Masofadan boshqariladigan yer usti transport vositasiga o'rnatilgan kamera orqali olinayotgan video ma'lumotlar Node.js serveriga yuboriladi. Bu server esa o'z navbatida ushbu oqimni real vaqt rejimida foydalanuvchilarga (operatorlar, harbiy tahlilchilar) yetkazadi. Bu jarayonda quyidagi texnologiyalar keng qo'llaniladi:

- WebSocket (socket.io) – real vaqtli ikki tomonlama aloqa uchun;
- FFmpeg – video formatlarni kodlash va dekodlash uchun;
- Express.js – server logikasi va API yo'nalishlarini boshqarish uchun;
- Stream moduli – oqimlarni boshqarish va ularga ishlov berish uchun.

Node.js'ning asinxron ishlash modeli tufayli bir vaqtning o'zida yuzlab foydalanuvchilarga videooqimni uzatish mumkin bo'lib, bu ayniqsa harbiy sohada real vaqtli razvedka, nazorat va tahlil jarayonlarida juda katta afzallikdir.

Real vaqtli axborot almashinuvi talab etiladigan tizimlarda, ayniqsa videooqimlarni uzatish sohasida, an'anaviy HTTP protokoli cheklovlarga ega. Chunki HTTP bir tomonlama mijozning so'rovi asosida serverdan javob qaytariladi. Bunday model esa real vaqtli va uzluksiz video uzatish kabi holatlar uchun yaroqsiz. Shu sababli, ikki tomonlama (full-duplex) va doimiy ulanishni ta'minlaydigan WebSocket texnologiyasi afzal hisoblanadi.

WebSocket brauzer (yoki boshqa mijoz) va server o'rtasida doimiy, ikki tomonlama, kechikishsiz ulanishni yo'lga qo'yuvchi aloqa protokoli bo'lib, u TCP ustida ishlaydi. WebSocket aloqasi bir marta o'rnatilgach, har ikki tomon istalgan vaqtda ma'lumot yuborishi yoki qabul qilishi mumkin. Bu esa real vaqtli videooqimlarni uzatishda sezilarli ustunlik beradi.

Node.js muhiti uchun socket.io kutubxonasi WebSocket asosidagi aloqa tizimini yaratishda eng ommabop vositalardan biridir. Socket.io quyidagi imkoniyatlarni taqdim etadi:

- WebSocket aloqasini avtomatik o'rnatish va uzluksiz boshqarish;
- foydalanuvchilar (klientlar) bilan xabar almashishni soddalashtirish;
- foydalanuvchilar ulanishini kuzatish va boshqarish;
- hodisalar (events) asosida ma'lumotlar uzatish;
- avtomatik qayta ulanish funksiyasi (agar ulanish uzilib qolsa);
- HTTP fallback (WebSocket qo'llanilmasa, avtomatik boshqa usullarga o'tish).

Masofadan boshqariladigan yer usti transport vositasiga o'rnatilgan kamera tomonidan olinayotgan videooqim serverga yuboriladi. Bu oqim socket.io orqali real vaqt rejimida mijozga uzatiladi. Quyida soddalashtirilgan sxemani ko'rish mumkin [2]:

1. Kamera → Node.js server – video ma'lumot oqimi yuboriladi (FFmpeg bilan siqilgan holda).
2. Node.js server → Client (foydalanuvchi) – socket.io orqali uzluksiz videooqim uzatiladi.
3. Client (Web brauzer yoki maxsus dastur) – videooqimni dekodlash va ko'rsatish (masalan: HTML5 video player orqali).

WebSocket texnologiyasi, ayniqsa socket.io kutubxonasi orqali, joriy vaqtda videooqimlarni tez, barqaror va sinxron tarzda uzatish imkonini beradi. Bu esa harbiy texnologiyalar, masofaviy monitoring, xavfsizlik tizimlari va boshqa ko'plab real vaqtga bog'liq sohalarida ajralmas yechimga aylanmoqda. Node.js muhiti va socket.io kutubxonasi birgalikda past kechikishli, samarali va kengaytiriladigan tizimlar yaratish uchun ideal kombinatsiya hisoblanadi.

Joriy vaqtda videooqimlarni uzatishda uzluksizlik, past kechikish (latency) va ma'lumotlar oqimining samarali siqilishi muhim omillardan hisoblanadi. Masofadan boshqariladigan qurilmalarda, ayniqsa harbiy va kuzatuv tizimlarida, kamera orqali olingan video ma'lumotlarni real vaqt rejimida uzatish talab etiladi. Bu kabi vazifalarda FFmpeg vositasi keng qo'llaniladi.

FFmpeg kuchli va ochiq manbali vosita bo'lib, u video va audio ma'lumotlarni kodlash (encoding), dekodlash (decoding), translyatsiya qilish (streaming), konvertatsiya qilish va tahrirlash imkonini beradi. U ko'plab formatlarni qo'llab-quvvatlaydi va komandali qator (CLI) orqali boshqariladi [3].

FFmpeg ayniqsa real vaqt rejimida:

- video oqimni siqish (compressing);
- video formatini o'zgartirish (transcoding);
- tarmoq orqali uzatish (streaming) vazifalarida samarali ishlaydi.

Node.js server FFmpeg'ni chaqirish orqali kamera oqimini oladi, uni siqadi va socket.io yoki RTMP orqali foydalanuvchiga uzatadi.

FFmpeg kamera oqimlarini siqish, real vaqtga moslashtirish va tarmoq orqali uzatishda asosiy rol o'ynaydi. Node.js bilan integratsiya qilinib, socket.io, RTMP yoki WebRTC kabi texnologiyalar orqali foydalanuvchilarga videooqimlarni tez va samarali yetkazish imkonini beradi. Aynan shu jihatlari uni harbiy, xavfsizlik, monitoring va masofaviy boshqaruv tizimlarida ajralmas vositaga aylantirgan.

Veb-ilovalar va real vaqtli tizimlar, jumladan videooqim uzatish tizimlari, ko'p hollarda Node.js platformasida yaratiladi. Ushbu muhitda Express.js eng mashhur va yengil web-freyvmvorklardan biri bo'lib, HTTP asosidagi serverlarni yaratish, RESTful API tuzish, marshrutlash va statik fayllarni uzatish kabi funksiyalarni bajaradi.

Joriy vaqtda videooqimlarni uzatish tizimlarida Express.js ko'pincha quyidagi maqsadlarda ishlatiladi:

Express.js Node.js asosida ishlovchi veb-server bo'lib, real vaqtli videooqim xizmatini (streaming service) yurituvchi barcha modullarni birlashtiradi.

Express.js yordamida yaratilgan HTTP server socket.io (yoki boshqa WebSocket kutubxonalar) bilan bog'lanadi. WebSocket videooqimni real vaqt rejimida mijozlarga yuboradi, Express esa API va interfeyslarni boshqaradi.

Kamera oqimini FFmpeg orqali olish va uni foydalanuvchilarga tarqatishda, Express.js foydalanuvchining brauzerga interfeys va kirish nuqtalarini beradi. Shu tarzda FFmpeg → Express.js → Socket.io → Mijoz zanjiri ishlaydi.

Express.js real vaqtli videooqim uzatish tizimlarida asosiy boshqaruv va marshrutlash vositasi bo'lib xizmat qiladi. U foydalanuvchi so'rovlarini qabul qilish, API larni boshqarish, video interfeysni taqdim etish, xavfsizlikni ta'minlash va boshqa muhim funksiyalarni bajaradi. FFmpeg video oqimini yaratadi, WebSocket (socket.io) oqimni foydalanuvchiga real vaqt rejimida uzatadi, Express.js esa butun arxitekturaning "skeleti" bo'lib xizmat qiladi.

Real vaqtli video uzatish tizimlarida katta hajmdagi ma'lumotlarni uzluksiz va samarali uzatish muhim ahamiyatga ega. Node.js muhitida bunday oqimlarni boshqarish uchun maxsus Stream moduli mavjud. U video, audio, yoki boshqa katta fayllarni bo'lakma-bo'lak tarzda uzatish imkonini beradi, bu esa kechikishni kamaytiradi va xotira samaradorligini oshiradi [4].

Stream moduli Node.js ning yadro (core) qismiga kiruvchi modul bo'lib, katta hajmdagi ma'lumotlarni yuklab olish yoki uzatishda RAM ni to'ldirmasdan, oqim tarzida ishlash imkonini beradi.

Real vaqtli video uzatishda Stream quyidagicha ishlaydi:

- kamera oqimi FFmpeg orqali olinadi;
- FFmpeg oqim hosil qiladi (masalan, stdout orqali);
- Stream moduli bu oqimni Node.js serverda qabul qiladi;
- oqim socket.io yoki HTTP orqali foydalanuvchiga uzatiladi.

Stream moduli joriy vaqtda videooqimlarni uzatishda samarali va barqaror ishlovchi asosiy vositalardan biridir. U Node.js muhiti uchun tabiiy yechim bo'lib, FFmpeg, WebSocket (socket.io) va Express.js kabi texnologiyalar bilan integratsiya qilinadi. Katta hajmdagi video ma'lumotlarni real vaqt rejimida, past kechikish bilan, foydalanuvchilarga yetkazishda stream yondashuvi ajralmas hisoblanadi.

Node.js muhiti videooqimlarni uzatishda streaming modelini samarali boshqaradi. Stream API yordamida video fayllar o'zgartirilmasdan, bo'lib-bo'lib uzatiladi. Bu yondashuvning asosiy afzalligi shundaki, video faylning butun hajmi bir vaqtning o'zida yuklanmasdan, foydalanuvchi tomonidan qidirilayotgan qismni tezda olish mumkin bo'ladi. Bu, tarmoq resurslaridan samarali foydalanish imkonini beradi va video oqimlarni real vaqt rejimida uzatish imkoniyatini taqdim etadi [5].

Serverdagi video fayllarni uzatishda Node.js server sifatida ishlatilib, foydalanuvchilarga video fayllarni uzatish vazifasini bajaradi. Bu jarayonda Node.js video faylini HTTP so'rovi orqali uzatadi va foydalanuvchiga video oqimlarini yuqori tezlikda etkazib beradi. Node.js bu ishni yuqori samaradorlik bilan bajaradi, chunki u asinxron usulda ishlaydi va bir nechta ulanishlarni bir vaqtning o'zida boshqaradi.

Ko'p foydalanuvchilarni qo'llab-quvvatlashda Node.js kengaytirilgan arxitekturasini va yuqori darajadagi asinxron ish faoliyati bilan bir vaqtning o'zida bir nechta foydalanuvchilarga video oqimini uzatishni samarali boshqaradi. U serverga bir nechta so'rovlar va ulanishlarni qayta ishlash imkonini beradi, bu esa video kontentni ko'p sonli foydalanuvchilarga uzatish imkoniyatini beradi.

Node.js muhiti WebSocket yoki WebRTC kabi real-time texnologiyalarini qo'llab-quvvatlaydi. Bu esa videooqimlarni real vaqt rejimida, foydalanuvchi talabiga ko'ra uzatishga imkon beradi. Bu jarayonda video oqimi kechikishsiz, doimiy ravishda va foydalanuvchi tomondan real vaqt tizimida ko'riladi.

Video fayllarni turli formatlarga kodlash yoki dekodlash vazifasini bajarishda ham Node.js serveri yordam beradi. Misol uchun, video fayllarni ffmpeg kutubxonasi yordamida turli sifatlarda yoki formatlarda kodlash mumkin. Bu videoni uzatishdan oldin uning formatini foydalanuvchi qurilmasiga moslashtirish uchun zarur [6].

Asinxron ishlash modeli tufayli, Node.js tarmoq orqali ma'lumotlar oqimini tezda uzatadi va serverning ortiqcha yuklanishiga yo'l qo'ymaydi. Bu video oqimlarini uzatish jarayonida tarmoqning tezkor ishlashini ta'minlaydi va kechikishlarni kamaytiradi.

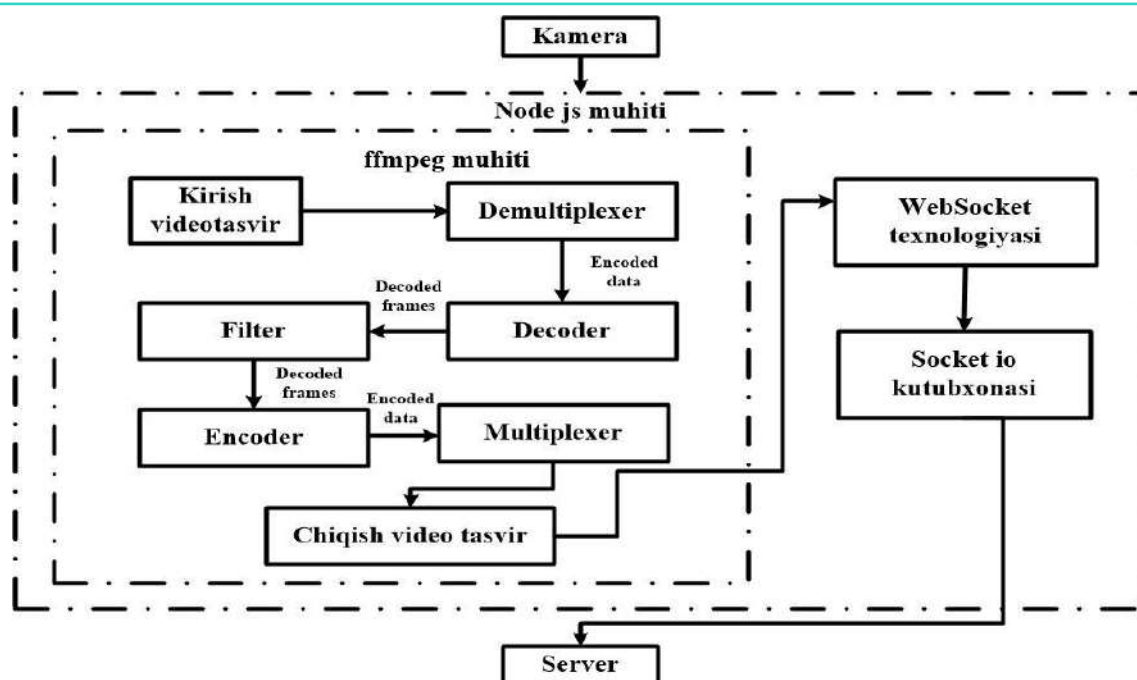
Node.js WebSocket bilan integratsiya qilish orqali video oqimlarni real vaqt muloqotlari bilan birgalikda uzatish imkonini beradi. Masalan, yer usti harbiy transportlari va qo'mondonlik postlari o'rtasida joriy vaqt muloqotini o'rnatish uchun WebSocket ishlatiladi.

Asinxron ishlash modeli, streamingni boshqarish, ko'p foydalanuvchilarni qo'llab-quvvatlash, real vaqt uzatish va tarmoqni samarali boshqarish Node.js ni videooqimlarni uzatish uchun juda qulay va kuchli platformaga aylantiradi. U ko'plab integratsiya imkoniyatlari va kengaytirilgan funksiyalar bilan video oqimlarini samarali tarzda boshqarishga yordam beradi.

Yuqoridagilarni inobatga olgan xolda joriy vaqtda videooqimlarni uzatishda ffmpeg kodekini Node.js muhitiga moslashtirish arxitekturasini ishlab chiqildi (1-rasm).

Ishlab chiqilgan videokuzatuv dasturiy majmuasida WebSocket protokoli muhim rol o'ynaydi, u RTSP protokoli bo'yicha bog'lanishni yaratish imkonini beradigan mijoz brauzerlaridan videoaxborotlarni uzatish bilan shug'ullanadi. Shunday qilib, bu protokol RTSP protokoli yordamida ulanishni yaratish uchun asos hisoblanadi va bog'lanishi uchun zarur bo'ladigan ma'lumotlarni uzatish jarayonini soddalashtiradi.

WebSocket protokoli bo'yicha server bilan aloqa o'rnatilganidan so'ng, videokuzatuvni amalga oshirish uchun foydalanuvchi videokamerani yoqishi va ularga kirishga brauzerga ruxsat berishi kerak. Foydalanuvchining kamerasiga kirish huquqini olgan brauzer JavaScript vositalari yordamida bog'langan qurilmalardan media oqimlarni shakllantiradi. Olingan videooqimlar to'g'ridan-to'g'ri mijoz brauzerlari orasida RTSP protokoli bo'yicha uzatilishi mumkin.



1-rasm. Joriy vaqtda videooqimlarni uzatishda ffmpeg kodekini Node js muhitiga moslashtirish arxitekturası

Ushbu arxitektura video ma'lumotlarni kechikishsiz, samarali va ishonchli uzatish zarurati mavjud bo'lib, bu turli texnologik yechimlarni birlashtirishni talab etadi.

Ushbu maqsadga erishishda Node.js platformasi asosida qurilgan server muhiti markaziy rol o'ynaydi. Ayniqsa, Express.js orqali HTTP xizmatlarini yaratish va marshrutlash qulay bo'lsa, WebSocket (socket.io) yordamida ikki tomonlama real vaqtli aloqani amalga oshirish imkoniyati yaratiladi. Shu bilan birga, FFmpeg vositasi orqali videooqimlarni kodlash, siqish va real vaqtga moslashtirish mumkin bo'lib, bu oqimlar Stream moduli orqali samarali boshqariladi.

Ushbu komponentlarning o'zaro integratsiyasi orqali foydalanuvchi (operator) masofadagi qurilma kamerasidan jonli videooqimni kechikishsiz qabul qiladi, holatni tahlil qiladi va zarur qarorlarni tezda qabul qiladi. Aynan shu holatlar, masofaviy boshqaruv, razvedka, xavfsizlik va harbiy sohalarida bu texnologiyalarni ajralmas vositaga aylantirgan.

Shunday qilib, joriy vaqtda videooqimlarni uzatish tizimlarida yuqorida tahlil qilingan texnologiyalar Express.js, WebSocket (socket.io), FFmpeg va Stream moduli bir-birini to'ldiruvchi asosiy elementlar bo'lib xizmat qiladi. Ularning uyg'un ishlashi real vaqtli, xavfsiz va barqaror video aloqa tizimlarini yaratish imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

- [1] Борискевич А.А. Цифровая обработка речи и изображений. – Минск, 2007. – 124с.
- [2] Брайс Р. Руководство по цифровому телевидению. ДМК. – М., 2002. – 278 с.
- [3] Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2005. – 1072 с.
- [4] Дворкович А.В., Дворкович В.П. Цифровые видеoinформационные системы (теория и практика). – М.: Техносфера, 2012.
- [5] Джакониа В.Е. Телевидение. - М.:Горячая линия – Телеком, 2007. – 618 с.
- [6] Красилников Н.Н. Цифровая обработка изображений. - М.: Вузовская книга, 2001.- 320 с.

**ELEKTRON NISHON TIZIMLARINING ANIQLIK VA TEZKORLIK
KO'RSATKICHLARINI TAHLIL QILISH VA TAKOMILLASHTIRISH****t.f.d. (DSc), dotsent J.A. TAJIEV***O'R HX va MU Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari va harbiy aloqa instituti***U.T. AXMEDOV***O'R HX va MU Qurug'likdagi qo'shinlar instituti*

Annotatsiya. Ushbu maqolada elektron nishon tizimlarining (ENT) samaradorligini belgilovchi asosiy ko'rsatkichlar – aniqlik va tezkorlik tahlil qilinadi. ENT harbiy texnologiyalar, sport otishmalari, xavfsizlik sohalari va ilmiy tadqiqotlarda keng qo'llanilib, ularning yuqori darajada aniqligi va tezkorligi tizimning umumiy samaradorligini ta'minlaydi. Maqolada ENT'ning aniqlik ko'rsatkichlariga ta'sir etuvchi sensor sezgirliigi, o'lchash xatoliklari, kalibrlash darajasi va matematik modellashtirish usullari o'rganilgan.

Kalit so'zlar: Elektron nishon tizimi, aniqlik, tezkorlik, sensor, signalni qayta ishlash, kalman filtri, sun'iy intellekt, FPGA, IoT, metrologiya.

Аннотация. В данной статье анализируются ключевые показатели, определяющие эффективность электронных мишенных систем (ЭМС) – точность и оперативность. ЭМС широко применяются в военных технологиях, спортивной стрельбе, сфере безопасности и научных исследованиях, где высокая точность и оперативность обеспечивают общую эффективность системы. В статье рассмотрены факторы, влияющие на показатели точности ЭМС, такие как чувствительность датчиков, погрешности измерений, уровень калибровки и методы математического моделирования.

Ключевые слова: Электронная мишенная система, точность, оперативность, датчик, обработка сигналов, фильтр Калмана, искусственный интеллект, FPGA, IoT, метрология.

Abstract. This article analyzes the key indicators that determine the effectiveness of electronic target systems (ETS) – accuracy and responsiveness. ETS are widely used in military technologies, sports shooting, security sectors, and scientific research, where their high accuracy and responsiveness ensure overall system efficiency. The article examines the factors influencing ETS accuracy, such as sensor sensitivity, measurement errors, calibration level, and mathematical modeling methods.

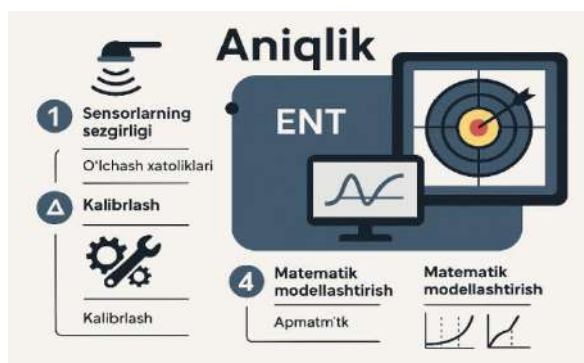
Key words: Electronic target system, accuracy, responsiveness, sensor, signal processing, Kalman filter, artificial intelligence, FPGA, IoT, metrology.

So'nggi yillarda elektron nishon tizimlariga (ENT) bo'lgan talab keskin ortmoqda. Harbiy amaliyotlarda nishonlarni aniqlash va kuzatishda, sport otishmalarida natijalarni tezkor qayd etishda, xavfsizlik tizimlarida monitoring jarayonlarini samarali tashkil qilishda ENT muhim ahamiyatga ega. ENT samaradorligini baholashda asosiy mezonlar – aniqlik va tezkorlikdir. Shu sababli ENTni takomillashtirishda ushbu ikki parametrlarning o'zaro muvozanatini ta'minlash dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi.

Aniqlik – elektron nishon tizimlarining (ENT) asosiy metrologik xususiyatlaridan biri bo'lib, u tizim tomonidan qayd etilgan natijalar bilan haqiqiy zarba nuqtasi o'rtasidagi moslik darajasini bildiradi. Aniqlik qanchalik yuqori bo'lsa, tizimning ishonchiligi va samaradorligi ham shunchalik kuchli bo'ladi. ENT aniqligiga ta'sir etuvchi omillarni tahlil qilish, ularni chuqur o'rganish va mavjud muammolarni bartaraf etish tizimni takomillashtirishda muhim bosqich hisoblanadi (1-rasm).

1. Sensorlarning sezgirliigi: ENTning aniqligi avvalo qo'llaniladigan sensorlarning sezgirlik darajasi bilan belgilanadi. Masalan, infraqizil, ultratovush yoki elektromagnit to'lqinlar asosida ishlovchi sensorlar nishon yuzasiga tushgan zarba joyini qayd etishda turlicha aniqlik ko'rsatkichlariga ega bo'ladi. Sensorning sezgirliigi qancha yuqori bo'lsa, kichik zarbalarni ham

qayd etish imkoniyati shunchalik keng bo'ladi. Past sezgirlik esa noto'g'ri o'lchashlarga olib kelishi mumkin. Shu bois, ENTda yuqori sezgirlikdagi raqamli sensorlardan foydalanish muhim ahamiyatga ega.



1-rasm. Elektron nishon tizimlari

2. O'lchash xatoliklari: ENTda o'lchash xatoliklari ko'p jihatdan tashqi muhit omillariga bog'liq. Masalan, shamol, chang, yorug'lik darajasi yoki elektromagnit shovqinlar natijani noto'g'ri qayd etishga sabab bo'lishi mumkin. Bundan tashqari, koordinatalarni aniqlashda yuzaga keladigan noaniqliklar, signallarning vaqt bo'yicha kechikishi va apparatdagi texnik nuqsonlar ham o'lchash xatoliklarini oshiradi. Xatoliklarni kamaytirish uchun tizimni tashqi shovqinlardan himoyalash, filtratsiya algoritmlarini qo'llash va yuqori sifatli komponentlardan foydalanish zarur.

3. Kalibrlash: ENTning doimiy aniqligini ta'minlash uchun uni davriy tarzda kalibrlash talab qilinadi. Kalibrlash – bu tizimning sezgirligini standart qiymatlarga moslashtirish jarayoni bo'lib, u o'lchash natijalarining ishonchligini oshiradi. Agar kalibrlash yetarli darajada amalga oshirilmasa, sensorlar vaqt o'tishi bilan sezgirligini yo'qotishi va noto'g'ri ma'lumotlarni qayd etishi mumkin. Shuning uchun ENTni muntazam ravishda tekshirib turish va kalibrlash uning aniqligini kafolatlaydi.

4. Matematik modellash: O'lchash natijalarini qayta ishlashda matematik modellash katta ahamiyatga ega. Filtrlash usullari, statistik to'g'rilash va maxsus algoritmlar yordamida xatoliklarni kamaytirish va zarba nuqtasini aniqroq hisoblash mumkin. Masalan, Kalman filtri yordamida sensorlardan keladigan signallardagi shovqinlar kamaytiriladi va real koordinatalar aniq prognoz qilinadi. Bu esa ENTning umumiy aniqlik darajasini sezilarli oshiradi.

Raqamli yuqori aniqlikdagi sensorlardan foydalanish: Analog sensorlarga nisbatan raqamli sensorlar ko'proq ishonchlik va yuqori o'lchash aniqligini ta'minlaydi. Ular tashqi muhit sharoitlariga kamroq ta'sirchan bo'lib, natijalarni qayta ishlashda qulaylik yaratadi.

Kalman filtri yordamida signalni optimallashtirish: Kalman filtri shovqinli ma'lumotlarni qayta ishlashda eng samarali algoritmlardan biridir. U ENT sensorlaridan olingan signallarni statistik jihatdan qayta ishlaydi va haqiqiy qiymatlarni aniq prognoz qilish imkonini beradi. Natijada, zarba nuqtalarining koordinatalari yuqori aniqlik bilan aniqlanadi.

Ko'p nuqtali sensor tizimlari asosida xatoliklarni kamaytirish: Birgina sensorning natijasiga asoslanish o'lchash xatoliklarini oshirishi mumkin. Shuning uchun ENTda bir nechta sensorlardan iborat ko'p nuqtali tizim qo'llaniladi. Har bir sensor mustaqil ravishda natijani qayd etadi va yakuniy natija o'rtacha qiymat yoki maxsus algoritmlar orqali hisoblab chiqiladi. Bu usul aniqlikni keskin oshiradi va xatoliklarni minimallashtiradi.

Tezkorlik – elektron nishon tizimlari samaradorligini belgilovchi eng muhim ko'rsatkichlardan biridir. U tizim zarbani aniqlash jarayonidan boshlab, natijani qayta ishlash va foydalanuvchiga yetkazib berishgacha bo'lgan vaqt oralig'ini anglatadi. Boshqacha qilib aytganda, ENT qanchalik tezkor bo'lsa, natijalar ham shunchalik real vaqt rejimida taqdim etiladi. Bu ko'rsatkich harbiy amaliyotlar, sport musobaqalari va xavfsizlik tizimlarida muhim ahamiyat kasb etadi, chunki hatto millisekund darajasidagi kechikish ham tizimning samaradorligiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin.



2-rasm Tezkorlikka ta'sir etuvchi asosiy omillar

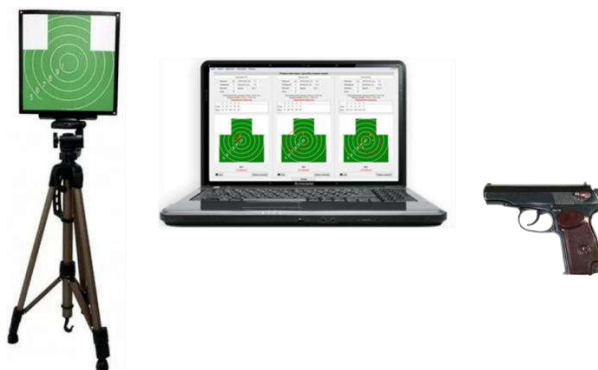
Signalni qayta ishlash tezligi: ENT sensorlari tomonidan qayd etilgan zarba signallari tezkor qayta ishlanishi lozim. Sensorlardan kelayotgan ma'lumotlar katta oqimda bo'lishi mumkin, shuning uchun ularni real vaqt rejimida tahlil qilish maxsus algoritmlar va yuqori tezlikdagi protsessorlarni talab qiladi. Agar signalni qayta ishlash jarayoni sekin bo'lsa, tizimning umumiy ishlash tezligi pasayadi va natijalar foydalanuvchiga kechikib yetkaziladi.

Aloqa kanallari: ENTda qayta ishlangan ma'lumotlarni uzatishda simli yoki simsiz aloqa kanallaridan foydalaniladi. Simli protokollar (Ethernet, USB) yuqori tezlik va ishonchlilikni ta'minlasa-da, ularning qo'llanish sohasi cheklangan bo'lishi mumkin. Simsiz texnologiyalar (Wi-Fi, Bluetooth, 5G) esa moslashuvchanlikni oshiradi, ammo ular orqali uzatishda ma'lum darajada kechikish yuzaga keladi. Shu bois, ENTda ishlatiladigan aloqa protokollarining kechikish darajasi tizim tezkorligiga bevosita ta'sir ko'rsatadi.

Protsessor va dasturiy ta'minot ENT tezkor ishlashida protsessor quvvati va dasturiy ta'minotning optimalligi muhim o'rin tutadi. Oddiy algoritmlar va past samarali dasturiy ta'minot tezkorlikni cheklab qo'yadi. Aksincha, parallel hisoblash imkoniyatiga ega protsessorlar va optimallashtirilgan dasturiy arxitektura yordamida ENT sezilarli darajada tez ishlaydi. Masalan, grafik protsessorlardan (GPU) yoki maxsus raqamli signal protsessorlaridan (DSP) foydalanish real vaqt rejimida murakkab hisob-kitoblarni bajarishga imkon yaratadi (2-rasm).

Tezkorlikni oshirish yo'llari.

FPGA va DSP texnologiyalari asosida signallarni tezkor qayta ishlash: Field Programmable Gate Array (FPGA) va Digital Signal Processor (DSP) texnologiyalari signallarni yuqori tezlikda qayta ishlash uchun eng samarali vositalardan hisoblanadi. FPGA modullari moslashuvchanlik va parallel ishlash imkoniyatini beradi, DSP esa maxsus matematik hisob-kitoblarni tezkor amalga oshiradi. Ushbu texnologiyalar ENTni real vaqt rejimida ishlashini ta'minlashda muhim rol o'ynaydi.



3-rasm. ENTda ma'lumotlar katta hajmda va uzluksiz oqimi

Parallel hisoblash va optimallashtirilgan dasturiy arxitekturadan foydalanish: ENTda ma'lumotlar katta hajmda va uzluksiz oqimda kelib tushadi. Bunday vaziyatda ularni ketma-ket qayta ishlash samarasiz bo'ladi. Shu sababli parallel hisoblash mexanizmlaridan foydalanish orqali turli jarayonlarni bir vaqtda bajarish mumkin. Bundan tashqari, algoritmlarni soddalashtirish va dasturiy arxitekturani optimallashtirish ham tezkorlikni oshirishda muhim omillardan biridir.

Past kechikishli simsiz aloqa texnologiyalarini qo'llash Zamonaviy ENT'larda simsiz texnologiyalar keng qo'llanilmoqda. Ayniqsa, 5G va Wi-Fi 6 texnologiyalari yuqori tezlik va past kechikish xususiyatlari bilan ajralib turadi. Bu texnologiyalar yordamida ENT ma'lumotlarni deyarli real vaqt rejimida uzatish imkoniyatiga ega bo'ladi. Natijada, tizim tezkorligi sezilarli darajada oshadi.

Xulosa. Elektron nishon tizimlari zamonaviy axborot-o'lchash va nazorat texnologiyalarining muhim yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Ularning asosiy vazifasi – nishonga qarata amalga oshirilgan zarbani tezkor va aniq qayd etish, natijalarni tahlil qilish va foydalanuvchiga real vaqt rejimida yetkazishdir. ENT samaradorligini belgilovchi eng asosiy ko'rsatkichlar aniqlik va tezkorlikdir.

Aniqlik jihatidan ENTning ishlashi sensorlarning sezgirligi, tashqi muhit sharoitlari, o'lchash xatoliklari va tizimning kalibrlash darajasiga bevosita bog'liq. Shuningdek, matematik modellash va ilg'or algoritmik usullardan foydalanish o'lchash natijalarini to'g'rilash va shovqinlarni kamaytirishda katta ahamiyat kasb etadi. Raqamli yuqori aniqlikdagi sensorlar, Kalman filtri va ko'p nuqtali sensor tizimlaridan foydalanish ENT aniqligini sezilarli darajada oshirish imkonini beradi.

Tezkorlik esa ENTning zarbani aniqlashdan natijani qayta ishlashgacha bo'lgan vaqtni minimal darajada ushlab turish qobiliyatidir. Bu jarayonning samaradorligi signalni qayta ishlash tezligi, aloqa kanallaridagi kechikishlar va protsessor-dasturiy ta'minotning optimalligi bilan belgilanadi. FPGA va DSP texnologiyalari, parallel hisoblash usullari va past kechikishli simsiz aloqa texnologiyalaridan foydalanish orqali ENT tezkorligini sezilarli oshirish mumkin.

ENT samaradorligini yanada yuqori bosqichga ko'tarish uchun quyidagi strategiyalar muhim ahamiyat kasb etadi:

Gibrid sensor tizimlari asosida o'lchashning aniqligi va ishonchliligini ta'minlash;

Sun'iy intellekt algoritmlari yordamida zarba nuqtalarini avtomatik aniqlash, xatoliklarni minimallashtirish va natijalarni prognoz qilish;

Bulutli hisoblash va IoT integratsiyasi orqali real vaqt rejimida monitoring va masofaviy boshqaruvni yo'lga qo'yish;

Energiya samaradorligini oshirish orqali ENTning uzoq muddatli va barqaror ishlashini ta'minlash.

Ilmiy tahlillar shuni ko'rsatadiki, ENTni takomillashtirish jarayoni ko'p omilli va kompleks yondashuvni talab qiladi. Aniqlik va tezkorlik ko'rsatkichlarini uyg'unlashtirish, ilg'or texnologiyalarni amaliyotga tatbiq etish ENTning kelajakda yanada keng sohalarida – harbiy texnologiyalar, sport musobaqalari, xavfsizlik tizimlari hamda sanoat va ilmiy tadqiqotlarda qo'llanilishini ta'minlaydi. Shu bois, ENT bo'yicha olib boriladigan ilmiy izlanishlar nafaqat nazariy, balki amaliy jihatdan ham dolzarb ahamiyatga ega bo'lib, yangi innovatsion yechimlarni ishlab chiqishga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

[1] Bahodirov A., Raxmonov I. Elektron tizimlar nazariyasi va amaliyoti. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2020.

[2] Brown R., Hwang P. Introduction to Random Signals and Applied Kalman Filtering. – Wiley, 2012.

[3] Xudoyqulov S. Axborot o'lchash tizimlari. – Toshkent: O'zMU nashriyoti, 2019.

[4] Haykin S. Communication Systems. – Wiley, 2001.

[5] Zohidov A., Karimov D. Sun'iy intellekt asoslari. – Toshkent: Innovatsiya, 2021.

**MUHIM AXBOROT INFRATUZILMASIDA TARMOQ MONITORINGINI
AVTOMATLASHTIRISHDAGI ZAMONAVIY YECHIMLAR****PhD, dotsent I.I. NISHANOV, Sh.T. MAHMUDOV***O‘R HX va MU Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari va harbiy aloqa instituti*

Annotatsiya. Ushbu maqolada muhim axborot infratuzilmasida tarmoq monitoringini avtomatlashtirishga oid zamonaviy yechimlar tahlil qilingan. Monitoring jarayonida sun'iy intellekt, mashinaviy o'rganish va big data texnologiyalaridan foydalanish samaradorligi ko'rib chiqilgan. Shuningdek, mavjud muammolar va ularni bartaraf etish bo'yicha takliflar berilgan. Natijada, axborot xavfsizligini ta'minlashda monitoringni avtomatlashtirishning ustuvor yo'nalishlari asoslab beriladi.

Kalit so'zlar: tarmoq monitoringi, muhim axborot infratuzilmasi, avtomatlashtirish, sun'iy intellekt, mashinaviy o'rganish, axborot xavfsizligi.

Аннотация. В данной статье анализируются современные решения по автоматизации сетевого мониторинга в критической информационной инфраструктуре. Рассматривается эффективность применения технологий искусственного интеллекта, машинного обучения и больших данных в процессе мониторинга. Также приводятся существующие проблемы и предлагаются пути их устранения. В результате обосновываются приоритетные направления автоматизации мониторинга для обеспечения информационной безопасности.

Ключевые слова: сетевой мониторинг, критическая информационная инфраструктура, автоматизация, искусственный интеллект, машинное обучение, информационная безопасность.

Abstract. This article analyzes modern solutions for automating network monitoring in critical information infrastructure. The effectiveness of applying artificial intelligence, machine learning, and big data technologies in the monitoring process is examined. Existing challenges and possible solutions are also discussed. As a result, the paper justifies the priority directions of monitoring automation for ensuring information security.

Key words: network monitoring, critical information infrastructure, automation, artificial intelligence, machine learning, information security.

Muhim axborot infratuzilmasi davlat uchun muhim hisoblangan axborot tizimlari va tarmoqlarini anglatadi. Bu infratuzilmalarda yuzaga keladigan har qanday nosozlik va hujumlar jiddiy oqibatlariga olib kelishi mumkin. Shu sababli, tarmoq monitoringi orqali nosozliklarni aniqlash va ularni avtomatik bartaraf etish zamonaviy axborot xavfsizligi strategiyasining ajralmas qismiga aylangan. Tarmoq monitoring tizimlari real vaqt rejimida tarmoq faoliyatini kuzatadi. An'anaviy monitoring SNMP, NetFlow kabi protokollar orqali amalga oshiriladi. Avtomatik bartaraf etish esa oldindan belgilangan qoidalar asosida yoki AI yordamida muammolarni avtomatik tarzda yechadi [1]. MAI tizimlarining ishonchliligi, uzluksiz ishlashi va xavfsizligi ularning monitoringi hamda boshqaruvi darajasiga bevosita bog'liqdir. Tarmoq monitoringini avtomatlashtirish ushbu infratuzilmalarning real vaqtli kuzatuvini, anomaliyalarni erta aniqlashni va zarur chora-tadbirlarni tezkor qo'llashni ta'minlaydi. Axborot infratuzilmasiga yo'naltirilgan kiberhujumlar sonining ortib borayotgani, shu bilan birga, tarmoqning hajmi va murakkabligining oshishi monitoring tizimlaridan yuqori darajada aniqlik, samaradorlik va avtomatlashtirishni talab etmoqda. Hozirgi kunda SNMP, NetFlow/sFlow/IPFIX, SIEM, sun'iy intellekt asosidagi avtomatik monitoring tizimlari keng qo'llanmoqda[2].

Zamonaviy axborot infratuzilmasida tarmoqlarni ishonchli, samarali va xavfsiz boshqarish dolzarb masala hisoblanadi. Simple Network Management Protocol (SNMP) – tarmoq qurilmalarini masofadan kuzatish va boshqarish imkonini beruvchi universal protokoldir. Ushbu protokol 1980-yillarda ishlab chiqilgan bo'lib, hozirgi kungacha keng qo'llaniladi. SNMP – UDP asosida

ishlovchi, soddaligi bilan ajralib turuvchi tarmoq boshqaruv protokoli [3]. U quyidagi komponentlardan iborat:

Agent – tarmoq qurilmasidagi dasturiy modul bo‘lib, qurilma holatini kuzatadi;

Manager – boshqaruv stansiyasi bo‘lib, barcha agentlardan ma’lumot yig‘adi;

MIB (Management Information Base) – har bir agent ma’lumotlarini saqlovchi ma’lumotlar bazasi.

SNMP asosida tarmoq yuklamasini baholash uchun quyidagi matematik ko‘rsatkichlardan foydalaniladi:

O‘rtacha tarmoq yuklanishi – bu tarmoq interfeysi orqali ma’lum vaqt oralig‘ida uzatilgan (yoki qabul qilingan) ma’lumot miqdorini ifodalaydi. Tizim samaradorligini baholashda asosiy metrikalardan biri sifatida o‘rtacha tarmoq yuklanishi (U):

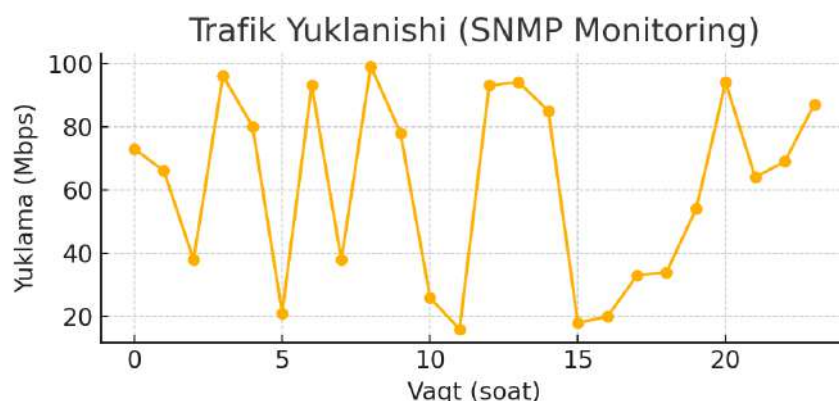
$$U = \frac{\sum_{i=1}^n b_i}{T} \quad (1)$$

b_i – har bir SNMP agentidan ma’lum vaqtda olingan baytlar soni;

n — agentlar soni yoki kuzatuv nuqtalari soni;

T – kuzatish davri (sekundlarda)

Yuklama tarmoqning bandlik darajasidir. U qancha yuqori bo‘lsa, tizimda shuncha ko‘p trafik aylanadi. Agentlardan ma’lumot yig‘ish – SNMP orqali manager agentlardan muntazam ravishda statistik ma’lumotlarni yig‘adi. Kuzatish davrida kuzatuv qanchalik uzun bo‘lsa, olingan yuklama qiymati shunchalik o‘rtacha bo‘ladi. T juda kichik bo‘lsa – bu aniq yuklamani emas, balki qisqa portlashlarni ko‘rsatadi. U qiymati orqali tarmoqda trafikning o‘zgarishini real vaqt rejimida baholash mumkin. Agar yuklama uzoq vaqt davomida me’yordan ortiq bo‘lsa, bu tarmoqda tiqilinch, DoS hujumi yoki nosozlik borligini anglatadi. Qo‘shimcha qurilmalar (router, switch) yoki tarmoqlarni kengaytirish zarurati yuzaga kelganda U tahlili asosiy rol o‘ynaydi. U orqali bir nechta tarmoqlarni taqqoslash, yoki vaqt bo‘yicha yuklanishlarni solishtirish mumkin [4]. SNMP UDP orqali ishlagani sababli ba’zida ma’lumotlar yo‘qoladi. Ma’lumot yig‘ish davri noto‘g‘ri tanlansa, noto‘g‘ri statistik xulosa chiqarilishi mumkin [5].



1-rasm. Monitoring tizimlarida soxta signallar yuklamasi

Paket yo‘qolishi – paketlar jo‘natilganidan so‘ng manzilga yetib bormasligi holati hisoblanadi. Tarmoqda ma’lumot uzatishda turli sabablar router yoki switchlarda trafik haddan tashqari ko‘p bo‘lishi, tarmoq kechikishlari va kechikish dispersiyasi, xatoliklar yoki bufer to‘lishi, nosozliklar yoki xakerlik hujumlari (masalan: DoS hujumlar) tufayli ma’lumotlar yo‘qolishi mumkin [6].

Paket yo‘qotish darajasi:

$$P_{yo'qolish} = \frac{P_{jo'natish} - P_{qabul qilish}}{P_{jo'natish}} \times 100 \quad (2)$$

$P_{jo'natish}$ - tarmoq orqali yuborilgan paketlar soni;

$P_{qabul qilish}$ - manzilga yetib borgan (qabul qilingan) paketlar soni;

$P_{yo'qolish}$ - umumiy yo'qotish darajasi (foizda).

Agar $P_{yo'qolish} > 1-2\%$ bo'lsa, bu aloqa sifati yomonlashganidan dalolat beradi, ovozli va video tarmoqlarda yo'qotish 1% dan oshsa — sifat sezilarli darajada pasayadi. Yo'qotilgan paketlar retransmissiya qilinadi, bu esa tarmoq yuklanishini yana oshiradi. TCP protokoli bu holatni avtomatik tuzatsada, UDP asosidagi xizmatlarda bu muammo qoladi. Paket yo'qotish darajasi - tarmoq barqarorligi va ishonchliligining muhim ko'rsatkichidir. SNMP asosidagi tizimlar ushbu parametrlarni avtomatik aniqlash va hisobot qilish imkonini beradi [7]. Bu esa administratorlarga nosozlikni tez aniqlab, muammoni bartaraf etishda yordam beradi.



2-rasm. Tarmoqda paket yo'qotish ko'rsatkichi (soat kesimida)

Tizim ishonchliligi - ishonchlilik nazariyasi muhandislikda tizimning uzluksiz ishlash ehtimolini baholash uchun ishlatiladi. Agar tizimda xatoliklar tasodifiy va mustaqil ravishda yuz bersa, u holda ishonchlilik eksponentsial taqsimotga bo'ysunadi va quyidagi formula bilan aniqlanadi [8]:

$$R(t) = e^{-\lambda t} \quad (3)$$

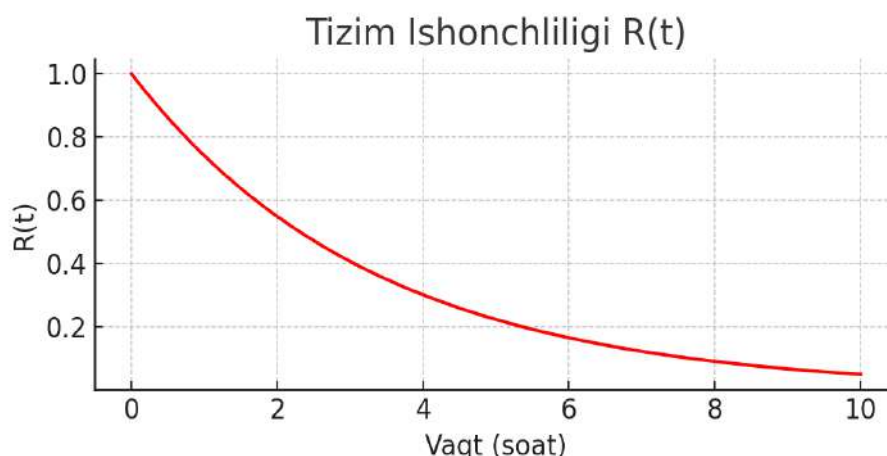
$R(t)$ - t vaqt davomida tizim ishonchlilik ehtimoli;

λ - nosozliklar chastotasi, ya'ni bir birlik vaqt ichida tizimning nosozlikka uchrash ehtimoli;

t - vaqt (soatlarda).

Tarmoq monitoring tizimlari qurilmalar (router, switch, serverlar) uchun har birining nosozlik chastotasi baholanadi. SNMP manager agentlardan ulangan holat (up/down), ishlash muddati, qayta ishga tushishlar statistikasi asosida λ ni hisoblaydi. Olingan $R(t)$ qiymati asosida texnik xizmat ko'rsatish davri belgilanishi mumkin. Profilaktik xizmatlar rejalashtirish $R(t)$ 0.8 dan pastlashga boshlaganda tizimga xizmat ko'rsatish rejalashtiriladi. Solishtirma tahlil bir nechta tizimlar yoki qurilmalar ishonchliligi taqqoslanadi. Tizim ishonchlilik modeli yuqoridagi formula SNMP monitoring tizimlari uchun real statistik ma'lumotlar asosida avtomatik tarzda baholanishi mumkin [9]. Bu usul tizim samaradorligini oshirish, ishdan chiqish xavfini kamaytirish va xizmat xarajatlarini optimallashtirishda qo'l keladi.

SNMP asosidagi tizimlar agentlar orqali ko'pgina marshrutizator, switch, server va boshqa tarmoq qurilmalarida mavjud. Bu protokolning eng muhim afzalliklaridan biri - tarmoq infratuzilmasiga maxsus sozlashsiz integratsiya qilish imkoni beradi. SNMP bir nechta versiyalar (v1, v2c, v3) orqali xavfsizlik va uzatish imkoniyatlarini bosqichma-bosqich takomillashtirgan. Ko'pchilik ishlab chiqaruvchilar uni standart protokol sifatida qo'llagan. Agentlar odatda juda yengil ishlaydi. Ular faqat kerakli ma'lumotni saqlaydi va SNMP so'roviga javob beradi [10]. Bu esa tizimning umumiy ishlash tezligiga deyarli ta'sir qilmaydi.



3-rasm. Monitoring tizimlarida soxta signallarga nisbatan tizim ishonchliligi

SNMP asosidagi tizimlar agentlar orqali ko'pgina marshrutizator, switch, server va boshqa tarmoq qurilmalarida mavjud. Bu protokolning eng muhim afzalliklaridan biri – tarmoq infratuzilmasiga maxsus sozlashlarsiz integratsiya qilish imkonini beradi. SNMP bir nechta versiyalar (v1, v2c, v3) orqali xavfsizlik va uzatish imkoniyatlarini bosqichma-bosqich takomillashtirgan. Ko'pchilik ishlab chiqaruvchilar uni standart protokol sifatida qo'llagan. Agentlar odatda juda yengil ishlaydi. Ular faqat kerakli ma'lumotni saqlaydi va SNMP so'roviga javob beradi [10]. Bu esa tizimning umumiy ishlash tezligiga deyarli ta'sir qilmaydi.

Cheklangan monitoring ko'lamini SNMP polling mexanizmi orqali ishlaydi – ya'ni har doim manager agentdan ma'lumot so'rab oladi. Bu katta tarmoqlarda tarmoq trafigining ortishiga olib keladi va monitoring samaradorligini pasaytiradi. Real vaqtli aniqlikning past darajasi SNMP agentlardan ma'lumotni davriy so'rovlar orqali oladi. So'rovlar orasidagi kechikishlar aniqlikni kamaytiradi, ya'ni real vaqt monitoringi uchun optimal emas [11]. Bu esa tarmoqda yuzaga kelgan muammolarni kech aniqlashga olib keladi. SNMP v1 va v2c versiyalarida xavfsizlik juda past – faqat community string asosida autentifikatsiya amalga oshiriladi. SNMPv3 versiyasigacha kuchli shifrlash va foydalanuvchi nazorati mavjud emas edi.

Tarmoq monitoringi va xavfsizlikni ta'minlashda NetFlow, sFlow hamda IPFIX kabi trafik tahlilchilari muhim o'rin egallaydi. Ushbu texnologiyalar tarmoqdagi ma'lumot oqimini tahlil qilish, trafik profilini yaratish, hamda anomaliyalarni aniqlash imkonini beradi. Ular yordamida administratorlar tarmoqdagi trafik yo'nalishlarini, foydalanuvchi faoliyatini va xavfsizlikka oid xatti-harakatlarni real vaqt rejimida kuzatishi mumkin. Tarmoq monitoringi va axborot xavfsizligini ta'minlash jarayonida NetFlow, sFlow hamda IPFIX kabi trafik tahlilchi protokollar orqali tarmoqdagi ma'lumotlar oqimining tarkibi, yo'nalishi, chastotasi va hajmi haqida aniq statistik ma'lumotlar olinadi. Bu esa administratorlarga trafik dinamikasini tahlil qilish, trafik profilini shakllantirish, va eng muhimi – anomaliyalarni erta aniqlash imkonini beradi [12].

Mazkur texnologiyalar real vaqt rejimida tarmoqdagi faoliyatni kuzatish, xavfsizlik siyosatini ishlab chiqish, hamda resurslar taqsimotini optimallashtirish uchun zarur bo'lgan tahliliy asosni yaratadi. Masalan, foydalanuvchining IP manzili, port raqami, protokol turi, seans vaqti va paketlar soni kabi parametrlar asosida har bir oqim alohida qayd etiladi va tahlil qilinadi. Bu esa kiberxavfsizlikka oid tahdidlarni (masalan, DDoS hujumlari, port skanerlash, ichki noto'g'ri xatti-harakatlar) aniqlashda muhim vosita hisoblanadi. Bundan tashqari tarmoqda trafik yuklamasini taqsimlash, tarmoq siyosatini samarali boshqarish, qoida asosida avtomatik javob berish tizimlarini integratsiyalash imkonini beradi. Shu tarzda, NetFlow/sFlow/IPFIX texnologiyalari bugungi kunda korporativ, davlat va provayder darajasidagi tarmoqlarda keng qo'llanilib, axborot infratuzilmasining ishonchliligi va barqarorligini ta'minlashda ajralmas komponent sifatida namoyon bo'lmoqda [13].

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

- [1] Islomov R. Kiberxavfsizlik va axborot infratuzilmasini himoyalash. – Toshkent: “Iqtisodmoliya”, 2022. – 198 b.
- [2] Tursunov B. Tarmoq texnologiyalari va boshqaruv protokollari. – Toshkent: TATU nashriyoti, 2021. – 228 b.
- [3] Normurodov S. Axborot-kommunikatsiya tizimlarida monitoring va boshqaruv. – Toshkent: Ilm ziyo, 2021. – 174 b.
- [4] Jo‘rayev Sh., Abdullayev M. Kompyuter tarmoqlari va ularning xavfsizligi. – Toshkent: Innovatsiya, 2019. – 312 b.
- [5] Молчанов А.В. Мониторинг компьютерных сетей. – Москва: БХВ-Петербург, 2020. – 288 с.
- [6] Comer, D. Internetworking with TCP/IP, Vol. 1: Principles, Protocols, and Architecture. – New York: Pearson, 2021. – 832 p.
- [7] Comer, D. Internetworking with TCP/IP, Vol. 1: Principles, Protocols, and Architecture. – New York: Pearson, 2021. – 832 p.
- [8] Баранов С.П. Протокол SNMP и мониторинг сетей. – Санкт-Петербург: Питер, 2018. – 210 с.
- [9] Kuipers, F., & Van Mieghem, P. Reliability of Network Monitoring Systems. – Amsterdam: Elsevier, 2021. – 276 p.
- [10] Жуков А.Д. Протоколы управления сетями: SNMP, RMON и другие. – Москва: ДМК Пресс, 2020. – 328 с.
- [11] Cisco Systems. SNMP Performance and Scalability White Paper. – San Jose, CA: Cisco Press, 2020. – 198 p.
- [12] Абрамов С.Н. Информационная безопасность сетей передачи данных. – Санкт-Петербург: Питер, 2020. – 416 с.
- [13] Singh, R. Cybersecurity Analytics with sFlow and NetFlow in Enterprise Networks. – New Delhi: Springer India, 2021. – 280 p.

**АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИИ РАДИОСВЯЗИ ПО ОПЫТУ
СОВРЕМЕННЫХ ВОЕННЫХ КОНФЛИКТОВ**

д.ф.т.н. (PhD) А.Б. БАЗАРОВ, д.ф.т.н. (PhD) У.Р. ДАВЛАТОВ, О.О. ЖУРАЕВ
Институт информационно-коммуникационных технологий и военной связи УВБиО РУ

Аннотация. Опыт применения в вооруженных конфликтах различных средств связи является обширной сферой научных исследований. Конфликтующие стороны применяют те средства связи, которые обеспечивают управление. На построение систем связи при обеспечении управления в вооруженных столкновениях, как показывает анализ, влияют ряд факторов.

В данной статье проведен анализ развития, применения и совершенствования систем радиосвязи в российско-украинском конфликте. Проведен обзор основных средств связи и их возможности по обеспечению разведзащищенности и помехоустойчивости. Сторонами конфликта в целях обеспечения связи осуществлен переход на цифровые средства связи, которые выявили ряд проблемных вопросов при их применении. Рассмотрены практические меры по обеспечению устойчивой связи с обеих сторон, при применении противником средств радиоэлектронной борьбы и средств поражений.

Ключевые слова: система связи, средства связи тактического управления, разведзащищенность, помехоустойчивость, средства РЭБ, цифровые радиостанции, защищенная высокоскоростная передача данных.

Annotatsiya. Qurolli to'qnashuvlarda turli xil aloqa vositalaridan foydalanish tajribasi keng ko'lamli ilmiy tadqiqot sohasidir. Nizoning qarama-qarshi tomonlar boshqaruvni ta'minlaydigan aloqa vositalaridan foydalanadilar. Tahlil shuni ko'rsatadiki, qurolli to'qnashuvlarda boshqaruvni ta'minlashda aloqa tizimlarining qurilishiga bir qator omillar ta'sir ko'rsatadi.

Ushbu maqolada Rossiya-Ukraina mojarosida radioaloqa tizimlarini rivojlantirish, ulardan foydalanish va takomillashtirish tahlil qilinadi. Asosiy aloqa vositalari va ularning razvedka himoyasi va shovqinga bardoshni ta'minlash qobiliyati haqida umumiy ma'lumot berilgan. Muloqotni ta'minlash maqsadida nizoni qarama-qarshi tomonlar raqamli aloqa vositalariga o'tdi, bu esa ulardan foydalanishda bir qator muammoli masalalarni olib keldi. Dushman elektron kurash va o't ochish qurollardan foydalanganda har ikki tomonning barqaror aloqasini ta'minlash bo'yicha amaliy chora-tadbirlar ko'rib chiqiladi.

Kalit so'zlar: aloqa tizimi, taktik boshqaruv aloqa vositalari, razvedkadan himoyasi, shovqin barqarorlik, elektron kurash vositalari, raqamli radiostansiyalar, yuqori tezlikda ma'lumotlarni xavfsiz uzatish.

Abstract. The experience of using various means of communication in armed conflicts is an extensive area of scientific research. The conflicting parties use those means of communication that provide control. As the analysis shows, a number of factors influence the construction of communication systems when providing control in armed clashes.

This article analyses the development, use and improvement of radio communication systems in the Russian-Ukrainian conflict. An overview of the main means of communication and their ability to ensure reconnaissance protection and noise immunity is provided. In order to ensure communication, the parties to the conflict have switched to digital means of communication, which revealed a number of problematic issues in their use. Practical measures to ensure stable communication on both sides are considered, when the enemy uses electronic warfare and weapons.

Key words: communication system, tactical control communication means, reconnaissance protection, noise immunity, electronic warfare means, digital radio stations, secure high-speed data transmission.

Обеспечение связи в сложной радиоэлектронной обстановке при проведении боевых операций является задачей, требующая большого опыта и наличие средств связи, которые могли бы функционировать в этих условиях. Современные средства связи позволяют передавать различного вида информации с высокой скоростью, но средства РЭБ могут вести разведку и подавление этих средств, выводя из строя не только средства, но и должностных лиц, а также штабы частей.

Современные военные конфликты выявили необходимость пересмотра порядка применения цифровых средств связи и построения на их основе сетей связи. При выполнении боевых задач большое значение придается средствам связи, которые отличаются мобильностью и безопасностью.

Таким образом, исследования в области применения цифровых средств связи на основании боевого опыта позволяют подготовить предложения по совершенствованию системы связи. Определить основные направления исследований в области передачи информации и ее защиты от средств РЭБ.

Анализ организации радиосвязи в Вооруженных силах Российской Федерации. Перед началом специальной военной операции в 2022 года Вооруженные силы Российской Федерации проводили мероприятия по модернизации на основании опыта предыдущих военных конфликтов. Так после российско-грузинского вооруженного конфликта 2008 года выявлены ряд недостатков, связанных с системой управления и связи.

Также анализ опыта ведения боевых действий на местности Северо-Кавказского региона показал необходимость обеспечения управления в звене взвод-отделение-солдат (боец-двойка-тройка) с внедрением средств радиосвязи. Отсутствие указанных радиосредств затрудняло управление при отсутствии зрительного контакта между органами и подразделениями. Особенно критическим являлось это при ведении боя в населенных пунктах. При этом применение сигнальных средств (флагов, фонарей) в самых нижних звеньях управления демаскировало командиров взводов и отделений, что явилось предпосылкой к их поражению.

Системы управления и связи не обеспечивали ведение современных боевых действий из-за низкой обеспеченности современными средствами связи и компьютерными системами.

На основе анализа недостатков выполнены разработки современных средств связи, обеспечивающие взаимодействие на тактическом уровне. Таким образом, были заявлены ряд характеристик, которые считались прогрессивными и обеспечивали требования к современным средствам связи, обеспечивалась защищенная высокоскоростная передача данных и голоса.

Для обеспечения помехоустойчивости, скрытности связи и обеспечение управления в тактическом звене управления была разработана система военной связи на базе общевойсковой комплекс связи Р-168 «Акведук».

Радиостанции комплекса «Акведук», по номенклатуре Р-168, разрабатывались для обеспечения подразделений и частей от отделения (экипажа) до мотострелковой (танковой) дивизии с дальностью связи в УКВ диапазоне до 30 км в всех движениях и до 70 км на стоянке, в КВ диапазоне до 350 км, устойчивой помехозащищенной и разведзащищенной радиосвязью.

В комплекс входят больше 30 портативных, носимых и возимых радиосредств мощностью от 0,1 до 100 Вт, носимые и возимые устройства технического маскирования информации, а также дополнительные устройств, расширяющих функциональные возможности комплекса. На рисунке 1 представлена радиостанция Р-168-0.1УЭ комплекса «Акведук».

Кроме передачи аналоговой информации, носимые и возимые средства радиосвязи позволяют осуществлять передачу данных со скоростью 100, 200 и 1200 бит/с в КВ диапазоне и от 1,2 до 16 кбит/с в УКВ диапазоне, имеют возможность дистанционного управления, позволяют вводить частоты, ключи и другие радиоданные автоматизировано.

Радиосредства обладают возможностью встроенного контроля работоспособности по включению питания и во время работы.



Рис. 1. Радиостанции P-168-0.1УЭ

Кроме передачи аналоговой информации, носимые и возимые средства радиосвязи позволяют осуществлять передачу данных со скоростью 100, 200 и 1200 бит/с в КВ диапазоне и от 1,2 до 16 кбит/с в УКВ диапазоне, имеют возможность дистанционного управления, позволяют вводить частоты, ключи и другие радиоданные автоматизировано. Радиосредства обладают возможностью встроенного контроля работоспособности по включению питания и во время работы.

Появление новых режимов работы существенно усложнила проблему разработки радиоданных для реализации всех возможностей помехозащищенной радиосвязи и выполнения условий электромагнитной совместимости на поле боя. В целях упорядочения частотного диапазона разработано специализированное программное обеспечение, назначения рабочих частот в радиосетях тактического звена управления. Носителями радиоданных являются устройства ввода (P-168-УВРД), а наличие в каждой командно-штабной машине ноутбука позволяет решать вопрос разработки радиоданных в батальонном звене управления.

Как показывает опыт для обеспечения радиосвязи в дивизии развертывается до 500 радиосетей, общее количество применяемых радиоволн возимых и носимых радиостанций в УКВ диапазоне доходит до 6000. Обеспечение надежной помехозащищенной радиосвязи требует расхода большого частотного ресурса. При этом выявляется проблема обеспечения электромагнитной совместимости.

Для решения проблемы электромагнитной совместимости для радиосвязи (солдат-отделение-взвод) выделен диапазон частот 44 - 56 МГц. На более высоких уровнях управления использовались свободные участки из всего диапазона рабочих частот комплекса «Акведук».

В позиционном районе соединения для работы в режиме псевдослучайной перестройки рабочей частоты с требуемой надежностью проблема электромагнитной совместимости решалась организацией работы 15-20 радиосетей, а остальные работали в режиме адаптивной адресной связи и сканирующего приема.

В ходе внедрения и для решения проблемы электромагнитной совместимости выявлена необходимость в расширение диапазона рабочих частот и радиосредствах с многоканальными режимами работы [3].

Дальнейшие работы по совершенствованию радиосвязи были реализованы в цифровых радиостанциях 6-го поколения «Азарт», по номенклатуре P-187-П1, предназначены для обеспечения помехо и разведзащищенной засекреченной радиосвязи в тактическом звене управления (рис. 2).



Рис. 2. Радиостанция P-187П1 «Азарт»

По заявлению производителя радиостанция обеспечивает следующие виды и режимы работы:

- диапазон рабочих частот 27-520 МГц;

- выходная мощность 4 Вт;

- передача речи как в аналоговой форме (ЧМ), так и в преобразованной в цифровую форму (TETRA, псевдослучайная перестройка рабочей частоты (ППРЧ) в симплексном режиме ведения переговоров;

- передача речи в дуплексном режиме ведения переговоров (при наличии инфраструктуры TETRA);

- передача данных со скоростью до 7,2 кбит/с;

- ППРЧ со скоростью 20000 скачков в секунду;

- определение координат с помощью космических радионавигационных систем (КРНС) ГЛОНАСС/GPS с точностью определения местоположения не хуже 25 м по широте и долготе и 40 м по высоте;

- сканирующий приём по заранее заданным частотам (ЧМ);

- дежурный приём и дежурный приём с экономайзером;

- ретрансляция с временным разделением каналов (TETRA);

- передача текстовых сообщений (TETRA);

- сигнально-кодовая связь;

- автоматизированный ввод радиоданных по проводному и беспроводному каналу.

Стандарт TETRA обеспечивает связь в стандартной сетке частот с шагом 25 кГц и дуплексным разнесом 10 МГц. Для систем стандарта TETRA могут использоваться несколько поддиапазонов частот. В системах стандарта TETRA используется метод многостанционного доступа с временным разделением каналов связи (TDMA - Time Division Multiple Access). Применяется относительная фазовая модуляция типа $\pi/4$ -DQPS.

На одной физической частоте организовано 4 независимых информационных каналов. Для преобразования речи в стандарте применяется кодек, использующий алгоритм преобразования типа CELP со скоростью 4,8 кбит/с.

Кроме того, «Азарт» обеспечивает следующие операции с радиоданными и настройками:

- автоматизированный ввод по беспроводному Bluetooth и инфракрасному каналу;

- автоматизированный ввод по проводному каналу;

- ручной ввод с передних панелей;

- автоматизированный контроль работоспособности;

- ввод по каналу связи;

- экстренное стирание.

Радиостанция обеспечивает следующий вид услуг:

- передачу речи в дуплексном режиме ведения переговоров между 2 абонентами (при наличии инфраструктуры TETRA);

- файловый обмен в режиме TETRA;

- передачу речи в симплексном режиме ведения переговоров между несколькими абонентами одновременно (циркулярная связь);

- передачу речи в симплексном режиме ведения переговоров между 2 абонентами;

- обмен навигационной информацией в режиме TETRA;

- передача текстовых сообщений в реальном масштабе времени в режиме TETRA;

- сигнально-кодовая связь в режиме TETRA.

Изделие обеспечивает встречную работу на совпадающих участках частотного диапазона с радиостанциями Р-163, Р-168, Р-169 и «Дуэт» в режиме симплексной связи на фиксированной частоте (ФЧС).

При этом официальным производителем радиостанции Р-187-П1 «Азарт» считается НПО «Ангстрем», с производством в Китае. Радиостанция создана на основе решения,

программно-определяемой системе радиосвязи Software Defined Radio (SDR), в которой компоненты, реализуются с помощью программного обеспечения на компьютере или встроенной системе, и по некоторым данным радиостанция собрана полностью на комплектующих из Тайваня.

Режим работы в аналоге на нижнем УКВ диапазоне 27-50 МГц. Существует как режим АМ, так и FM для связи со старым парком радиостанций на бронеобъектах типа Р-123, Р-173. Также обеспечивает связь на частотах VHF и UHF без шифрования

Для обеспечения полного функционирования TETRA необходимо развертывание ретрансляторов. При их отсутствии имеется режим прямой связи TETRA без ретрансляторов - DMO.

Две радиостанции «Азарт» могут работать как ретранслятор, обеспечивающий полный набор возможностей по передачи информации.

Основным преимуществом радиостанции «Азарт» является ППРЧ со скоростью 20 000 перескоков по частотам в секунду, что усложняет пеленгацию, подавление и дешифрование связи. При этом возникает проблема, для синхронизации работы ППРЧ «Азарт» использует информацию из GPS и ГЛОНАСС, если противник применяет помехи

на этих частотах, то приходится использовать ручную синхронизацию и заявленной высокой скорости перескоков не обеспечивается.

При этом радиостанции «Азарт» специально создавались на для взаимной работы в режиме ППРЧ со станциями предыдущего поколения типа «Акведук» в которых скорость ППРЧ составляет 100 перескоков в секунду.

По мере оснащение действующих частей и подразделений радиостанциями «Азарт» выявились проблемы с обеспечением радиостанциями «Азарт-БВ» и ретрансляторами, которые необходимы для развертывания сетей и обеспечения заявленного функционала, было принято решение применение спутниковых каналов связи. Дальнейшее расширение сетей и увеличение абонентов привело к перегрузке спутниковых каналов связи [1].

Также выявлено, что наземные станции спутниковой связи ВС РФ могут выявляться средствами радиоэлектронной разведки стран НАТО.

При этом такие формально существенные преимущества «Азарта», как большой частотный диапазон, реализация SDR и возможность реализации MESH-топологии (распределенной радиосети, в которой каждая станция может становиться ретранслятором сети), оказались реализованы с теми или иными техническими изъянами.

На начальном этапе проведения специальной военной операции (СВО) выявлено массовое использование гражданских аналоговых радиостанций китайской фирмы «Baofeng», что привело к потере управления из-за прослушивания средствами радиоразведке ВСУ (рис. 3).

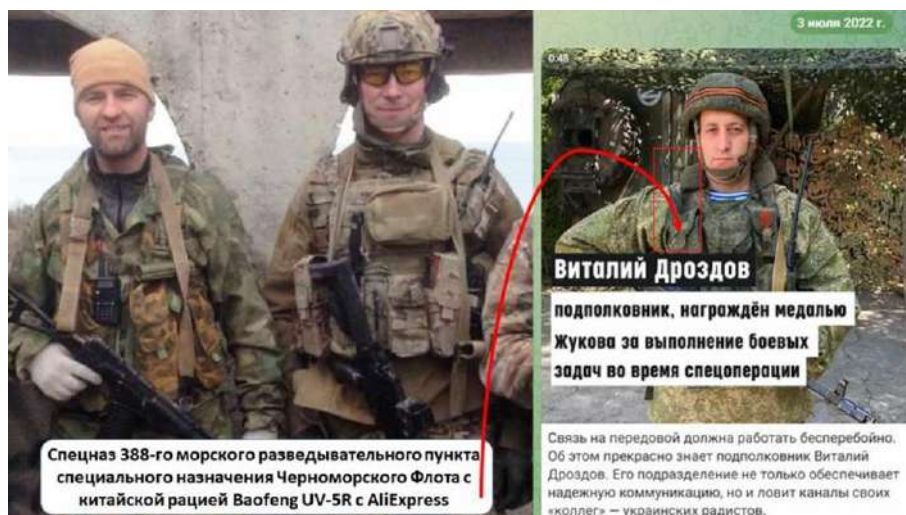


Рис. 3. Действующие образцы радиостанций

При этом в дальнейшем для обеспечения связи в ходе проведения СВО стали применяться различные решения китайских и европейских производителей цифровых радиостанций стандартов DMR, TETRA и APCO [2].

Для обеспечения разведзащищенности в войсках РФ были приобретены цифровые комплекс радиосвязи Р48У «Волновая сеть» и 2Р48 «Гранит» (рис. 4), которые обеспечивают обмен речевой информацией на частотах 864-865 МГц; 866-868 МГц; 868,7-869,2 МГц. Данные частоты на территории Российской Федерации являются безлицензионными.

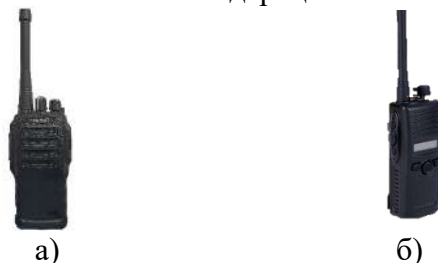


Рис. 4. Радиостанции Р48У «Волновая сеть»(а) и 2Р48 «Гранит» (б)

Радиостанции являются ретрансляторами, что существенно снижает затраты, увеличивает зоны покрытия и упрощает построение сети относительно других цифровых комплексов (DMR, TETRA, APCO P25, GSM-R). Организация радиосети, осуществляется распределением логических каналов, объединяемых в сети: на одной частоте реализовано 255 сетей по 200 каналов (групп) в каждой - всего 51200 независимых логических каналов в одном частотном диапазоне 0,5 МГц, при этом количество радиостанций в радиосети не ограничено.

Особенностью данных радиостанций является малая мощность передатчиков (эффективная излучаемая мощность не более 25 мВт), что позволяет обеспечить разведзащищенность и длительную автономную работу от аккумуляторных батарей. Также имеется возможность обеспечить безопасность системы применением системы шифрования.

При этом предусмотрена возможность интеграция с другими стандартами и протоколами радиосвязи такими как SIP, LTE, DMR, APCO P25, TETRA и аналоговые радиосредства.

Для обеспечения расширения зоны охвата радиосвязи как положительный опыт можно отметить применение БПЛА с ретрансляторами связи.

С самого начала СВО волонтеры занимались цифровизацией связи в войсках по мере возможности, сообразно с растущими ресурсами, предоставляемыми гражданским обществом. Опыт эксплуатации цифровых станций в корпусах Народной милиции ЛНР и ДНР выявил, необходимость обеспечения войск ретрансляторами и базовыми станциями, портативные радиостанции запасными аккумуляторами, установки типовых базовых радиостанций в бронетехнику для работы с танковыми переговорными устройствами, обеспечения кабелями программирования станций.

Таким образом выявлены следующие недостатки в организации радиосвязи:

- применение аналоговых средств радиосвязи, что позволяло украинским средствам радиоразведки выявлять и прослушивать переговоры, тем самым принимать меры по противодействию или уничтожению;

- отсутствие прямой защищенной связи между бронеобъектами и командиром подразделения, что затрудняло обеспечении скрытности управления;

- не произведена оценка возможностей средств РЭБ противника и влияние их на систему радиосвязи;

- развертывание средств радиосвязи осуществлялась без учета возможностей по расширению и увеличению сети;

отсутствие планирования снабжения средствами связи и запасными частями в период ведения боевых действий;

критическая зависимость от комплектующих при производстве радиооборудования;

наличие большого парка оборудования радиосвязи, которое не всегда сопрягается друг с другом, что вызывает трудности при организации взаимодействия.

Анализ организации радиосвязи Вооруженных сил Украины

До начала полномасштабных военных действий военно-политическое руководство Украины при оказании помощи США привело ряд мероприятий по повышению уровня боеготовности, совершенствованию системы управления войсками, повышению качества информационного обеспечения формирований в условиях непрерывно изменяющейся обстановки.

Вооруженные силы Украины смогли извлечь опыт организации связи в ходе проведения антитеррористической операции в 2014-2018 годах и общевойсковой Операции объединенных сил в 2018-2022 годах и провели модернизацию средств радиосвязи.

Повышению уровня боевой готовности сил обороны Украины способствовало оснащение ВСУ спутниковыми системами связи, средствами РЭБ и техническими средствами ЗАС [4].

Для снижения численного и технологического преимущества противника на суше, в воздухе, на море, информационном пространстве и киберпространстве предполагалось поддержание способностей ВСУ и других составляющих сил обороны по стратегической мобильности, ведению асимметричных, сетцентрических, многосферных и косвенных действий.

Управление ВСУ осуществлялось преимущественно с использованием стационарной государственной сети электросвязи общего пользования, опорной стационарной (гарнизонной) сети связи наращенной полевой системой связи ВСУ, а также с использованием сетей связи операторов мобильных систем связи, в которых для передачи команд и распоряжений активно задействовались различные закрытые мессенджеры и Телеграм-каналы.

Широкое применение «фотоловушек» с картами мобильной связи, позволяющих в масштабе реального времени отслеживать перемещение подразделений Вооруженных Сил Российской Федерации, создание ложных радиосетей различного уровня в интересах дезинформации Вооруженных Сил Российской Федерации.

Приказом НГШ ВСУ №76 от 06.03.2017 «Об обеспечении совместимости средств радиосвязи в Вооруженных Силах Украины» утверждена Конфигурация подключения в бронированных объектах ВВТ радиостанций «Aselsan» VRC-9661, «Harris» - RF7800V, «Harris» - RF7800H-MP (MPR-9600), «Лыбидь» К-2РБ (Motorola DM4600 в специальном исполнении) и аппаратуры внутренней связи и коммутации «Aselsan» с поддержкой IP.

Радиостанция «Aselsan» VRC-9661 (рис. 4) является SDR радиостанцией, предназначена для обеспечения тактической связи в диапазоне частот: 30-512 МГц (VHF/UHF). Поддерживает шифрование и ППРЧ для противодействия электронным атакам. Загрузку программного обеспечения позволяет обновлять и расширять функционал. Обеспечивает следующие режимы работы: телефонная связь и передача данных, поддержка режимов CNR (Channel/Common Network Radio), A-CNR (Advanced CNR), WBNR (Wideband Network Radio).



Рис. 4. Радиостанция «Aselsan» VRC-9661

Радиостанции «Harris» - RF7800V и «Harris» - RF7800H-MP представлены на рисунке 5.



Рис. 5. Радиостанции «Harris» - RF7800V и «Harris» - RF7800H-MP

Радиостанция «Harris» - RF7800V обеспечивает радиосвязь в диапазоне частот: 30-108 МГц, с полосой пропускания: 25 кГц. Мощность передатчика до 5 Вт. Радиостанция обеспечивает настройку 25 сетей, из них 13 выбираются переключателем. В устройстве имеется внутренний приемник GPS для приема внешнего GPS-сигнала. Радиостанция обеспечивает программирование радиоданных для организации связи. Обеспечивает шифрование: 128 и 256 бит L3 (собственное шифрование Harris) и AES, а также модификацию пользовательского алгоритма (Customer Algorithm Modification (CAM)).

Радиостанция «Harris» - RF7800H-MP обеспечивает радиосвязь в диапазоне частот: 1.5 - 59.999 МГц, с полосой пропускания: 10 кГц, в КВ диапазоне: до 24 кГц, в УКВ диапазоне: 25 кГц. Мощность передатчика до 20 Вт в КВ диапазоне и до 10 Вт в УКВ диапазоне. Количество сетей: 75. Шифрование: Citadel, CAM (модификация алгоритма пользователя), AES. Длина ключа шифрования: для Citadel: 128 бит, для AES: 128 или 256 бит.

Радиостанция Motorola DM4600 представлена на рис. 6. Радиостанция обеспечивает радиосвязь в диапазонах частот:

- 136-174 МГц с мощностью передатчика 1-25 Вт;
- 350-400 МГц с мощностью передатчика 1-25 Вт;
- 403-470 МГц (UHF1) с мощностью передатчика 1-25 Вт;
- 450-527 МГц (UHF2) с мощностью передатчика 1-40 Вт;
- 806-870 МГц с мощностью передатчика 10-35 Вт.

Обеспечивает передачу с полосой пропускания 12,5 кГц/25 кГц в зависимости от диапазона.

Радиостанция «Лыбидь» К-2РБ (Motorola DM4600) в специальном исполнении предназначена для установления на бронеобъекты, тем самым решался вопрос обеспечения прямой цифровой связи между командиром и экипажем при выполнении боевых задач. Кроме того, для обеспечения внутренней связи экипажа дополнительно разработано танковое переговорное устройство, сопряженное с данной радиостанцией.



Рис. 6. Радиостанция Motorola DM4600

Согласно вышеуказанного приказа в линейном танке, БМП, БТР, самоходной артиллерийской установке, боевой машине инженерных войск Сухопутных войск Вооруженных Сил Украины устанавливается 2 радиостанции УКВ диапазона «Aselsan» VRC-9661 и «Лыбидь К-2РБ».

Для обеспечения внутренней связи с установленными радиосредствами «Aselsan» применялась аппаратура внутренней связи и коммутации «Aselsan».

В командирском танке командира роты (БМП, БТР) дополнительно оборудовалось место для подключения радиостанции КВ диапазона Harris RF-7800H или MPR-9600.

По опыту боевого применения система связи командного пункта тактической группировки (КП ТГр) включает несколько каналов связи, которые построены в соответствии с особенностями работоспособности и эффективности применения средств связи в данном районе (зоне) проведения операции и основывается на методике PACE PLAN.

Данный план предусматривает следующие каналы связи:

Primary - основной канал связи, развертываемый с применением радиостанций TNW (HARRIS);

Alternative - запасной канал связи, развертываемый с применением радиостанций MOTOROLA (аналоговый через ретранслятор);

Contingency - критический канал связи, развертываемый с применением спутниковой связи через антенну направленного действия;

Emergency - экстренный канал связи, развертываемый с применением спутниковой связи через антенну всенаправленного действия.

Такими образом осуществляется многоуровневое резервирование каналов связи и обеспечивается устойчивая связь в период проведения боевых действий. Как положительный опыт можно отметить применение системы спутниковой связи Starlink, которая обеспечивала разведзащищенность от российских средств радиоразведки. При этом надо отметить, что это является коммерческой системой и напрямую зависит от оплаты за ее использование.

В ходе конфликта было выявлено также ряд недостатков, таких как:

наличие организованной системы обеспечения средствами радиосвязи, так современными цифровыми средствами связи обеспечивались подразделения специальных сил, остальные подразделения имели аналоговые средства радиосвязи, что в свою очередь создавало проблемы с взаимодействием, а также позволяло выявлять средствами радиоразведки вооруженных сил России;

использование различного радиооборудования на различных уровнях управления и при соответствующем анализе можно было выявить критические важные штабы или должностных лиц.

Закключение. Таким образом сторонами Российско-Украинского конфликта в целях обеспечения связи осуществлен переход на цифровые средства связи, при этом применялись радиостанции военного стандарта, также радиостанции профессионального назначения.

Как показал анализ основных средств радиосвязи и их характеристики основное требование, выдвигаемое к ним, является обеспечение разведзащищенности и помехоустойчивости. Кроме того, на первый план выдвигается экономическая составляющая при обеспечении средствами связи, а также своевременное снабжение запасными частями.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

[1] Информационно-аналитический обзор «Вооруженный конфликт на Украине в 2022 году. Рекомендации органам военного управления, войскам (силам) по опыту ведения военных (боевых) действий в специальной военной операции. Часть II».

[2] Информационно-аналитический обзор «Вооруженный конфликт на Украине (2022 - 2023). Частичная мобилизация в Российской Федерации. Опыт применения частных военных компаний и характер информационного противоборства сторон конфликта в ходе специальной военной операции на Украине. Часть IV».

[3] «Гордость российской связи» - радиостанция P-187-П1 «Азарт» <https://building-tech.org/gordost-rossyyskoy-svyazy-radyostantsyya-r-187-p1-azart>.

[4] Некрасов А.А.//Оснащенность техникой связи подразделений Вооруженных сил Украины// Альманах Пермского военного института войск национальной гвардии. Пермь – 2018 г.

TELEKOMMUNIKATSIYA TIZIMLARIDA ISHONCHLILIKNI OSHIRISH USULLARI

t.f.n., dotsent Sh.Yu. DJABBAROV

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti

Sh.Sh. YULDASHEVA

Toshkent amaliy fanlar universiteti

Annotatsiya. Ushbu maqolada telekommunikatsiya tizimlarida ishonchlilikni pasayish sabablari va oshirish usullari bayon etilgan. Qurilmalarni ishonchliligini parametrlar orqali baholash, o'rtacha tiklanish vaqti, qurilmaning o'rtacha ishlash vaqti, tayyorgarlik koeffitsienti, ishdan chiqish intensivligi va tiklanish intensivligi formulalari keltirilgan. Ma'lumot uzatish kanallarida har bir qurilmalar uchun tayyorgarlik koeffitsientlarini va ishdan chiqish intensivliklarini hisoblash uchun misol keltirilgan.

Kalit so'zlar: tayyorgarlik koeffitsienti, AchX, FChX, diskret kanal, ekspluatatsiya, profilaktika, diskret xabar, shovqin, so'nish.

Hozirgi kunda amaliyotda konferensaloqa, elektron pochta, axborotlarni qidirish va hokazo shunga o'xshash kabi xizmatlar keng qo'llanilmoqda. Keng polosali raqamli kanalni amalga oshirishni talab etuvchi yangi turdagi xizmatlarga bo'lgan talablar hosil bo'lmoqda.

Telekommunikatsiya tizimlarida ishonchlilikni pasayish sabablarini quyidagicha izohlash mumkin:

- diskret kanalning AchX, FChX va boshqa parametrlariga qo'yilgan talab bajarilmaganligi;
- diskret kanalda qisqa vaqtli va impulsli shovqinlar mavjudligi;
- uzatish darajasi moslashmaganligi;
- chastotalarning surilishi va boshqalar.

Quyidagilarga asosan aloqa tarmoqlari va tizimlariga nisbatan bo'lgan talab doimiy ravishda ortib boradi:

- foydalanuvchilar sonining ortishi;
- foydalanuvchilarni qiziqtirgan xizmat turlarining sonini ortishi;
- xizmat ko'rsatish sifatiga bo'lgan talabning ortishi (qabul qilinadigan axborotlarning ishonchliligini, yetkazilish vaqti va maxfiyligiga bo'lgan talab asosiy hisoblanadi).

Ishonchlilikni oshirish usullarini shartli ravishda 3 guruhga bo'lish mumkin:

I guruh – ekspluatatsiya va profilaktika aloqa kanallarining sifat ko'rsatkichlarini oshirishga yo'naltirilgan. Bu usul foyda bermasa hech bo'lmaganda, diskret xabarlarini uzatishda hosil bo'ladigan xatolar sonini kamaytirish, shovqin va so'nishlarni kamaytirish mumkin.

II guruh – diskret xabarlarini uzatishda birlik elementlar shovqinbardoshlilikini oshirishga yo'naltirilgan choralar:

- amplituda o'zgarishi signal/shovqin o'sishi natijasida uning nisbatini ham o'sishi;
- foydali signal spektr chastotasi yoki uzunligi;
- signallarni qabul qilishda rivojlangan va shovqinbardosh modulyatsiya usullarini ishlatish.

III guruh – diskret xabarlarini uzatishda ishonchlilikni oshirish uchun qabul qilingan xabarlarda xatoliklarni aniqlash va xatoliklarni to'g'irlash kiradi. Bu usullarni teskari aloqasiz va teskari aloqali tizim tashkil qiladi.

Zamonaviy telekommunikatsiya tizimlari ularga xalaqitlar, shovqinlar ta'sir qilganda ham, o'zlarining sifatli ishlash qobiliyatlarini yo'qotmasliklari lozim. Shuning uchun axborotlarni kodlashda shovqinbardosh kodlar ishlatiladi.

Qurilmalarni ishonchliligi deb – qurilmalarni oldiga qo'yilgan vazifalarini belgilangan vaqt oralig'ida bajarishga aytiladi. Belgilangan vazifalarni bajarilmasligi, yoki ishchi parametrlarini berilgan qiymatidan chiqib ketishiga qurilmalarning nosozligi deyiladi.

Qurilmalarni ishonchliligi quyidagi parametrlar orqali baholanadi:

O'rtacha tiklanish vaqti. O'rtacha tiklanish vaqti statistik tekshirish yo'li bilan aniqlanadi. Tekshirish davrida qurilmada N marotaba nosozlik sodir bo'lgan bo'lsa, u holda:

$$T_T = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N T_{nosoz_i} \quad (1)$$

Bu yerda T_{nosoz_i} – i-nosozlik vaqti.

Qurilmaning o'rtacha ishlash vaqti. Qurilmaning o'rtacha ishlash vaqti bu ikki nosozlik orasidagi ishlash vaqtiga aytiladi. Tekshirish davrida qurilmada N marotaba nosozlik sodir bo'lgan bo'lsa, u holda:

$$T_{ish} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N T_{ish_i} \quad (2)$$

Bu yerda T_{ish} – i-nosozlikdan oldingi qurilmaning o'rtacha ishlash vaqti.

Tayyorgarlik koeffitsienti. Tayyorgarlik koeffitsienti bu berilgan vaqt oralig'ida qurilmalar holatini ko'rsatuvchi ehtimollikdir.

$$K_T = \frac{T_{ish}}{T_{ish} + T_{nosoz}} \quad (3)$$

Ishdan chiqish intensivligi. Ishdan chiqish intensivligi bu qurilmaning o'rtacha ishlash vaqtiga teskari proporsional qiymatdir:

$$\lambda = \frac{1}{T_{ish}} \quad (4)$$

Tiklanish intensivligi. Tiklanish intensivligi bu qurilmaning o'rtacha nosozlik vaqtiga teskari proporsional qiymatdir:

$$\mu = \frac{1}{T_{nosoz}} \quad (5)$$

Qurilmani ishdan chiqmasdan ishlash ehtimolligi. Qurilmani ishdan chiqmasdan ishlash ehtimolligi bu berilgan vaqt oralig'ida qurilmada nosozlik sodir bo'lmaydi:

$$P(t) = e^{-\lambda t} \quad (6)$$

Teskari aloqali ma'lumotlar uzatish tizimlarining ishonchliligi. Qanday murakkab tizim yoki qurilma bo'lmasin, birinchi navbatda bu tizim yoki qurilmalar tarkibidagi elementlar maksimal ishonchlilikka ega bo'lishi kerak.

Qurilmalarning ishonchliligini hisoblash elementlarning ishdan chiqish intensivligi yig'indisini topish yo'li bilan amalga oshiriladi. Asosan qurilmadagi birgina elementni ishdan chiqishi butun qurilmani ishdan chiqishga olib keladi. Shu sababli qurilmalarni ishonchliligini hisoblashda hamma elementlar ketma-ket ulangan deb taxmin qilinadi va ularning ishdan chiqish intensivligining yig'indisi topiladi:

$$\lambda_{umumiy} = \frac{1}{T_{umumiy}} = \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n \quad (7)$$

Tayyorgarlik koeffitsienti quyidagicha topiladi:

$$K_{Tumumiy} = K_{T1} * K_{T2} * \dots * K_{TN} \quad (8)$$

O'rtacha tiklanish vaqti quyidagi formula orqali topiladi:

$$T_{Tumumiy} = T_{ish.umumiy} \frac{1 - K_{Tumumiy}}{K_{Tumumiy}} \quad (9)$$

Qurilmalarni ishonchliligini oshirishning asosiy yo'llaridan biri bu qurilmalarni zahiralashdir. Elementlar yoki qurilmalar zaxiralanganda asosiy elementga yoki qurilmaga parallel ravishda zaxira element yoki qurilma ulanadi. U holda tiklanish intensivlari qo'shiladi:

$$\mu_{umumiy} = \frac{1}{T_{umumiy}} = \mu_1 + \mu_2 + \dots + \mu_n \quad (10)$$

Tayyorgarlik koefitsienti quyidagicha aniqlanadi:

$$1 - K_{Tumumiy} = (1 - K_{T1}) * (1 - K_{T2}) * \dots * (1 - K_{TN}) \quad (11)$$

Ishlash vaqti quyidagi formula orqali topiladi:

$$T_{umumiy} = T_{T.umumiy} \frac{K_{Tumumiy}}{1 - K_{Tumumiy}} \quad (12)$$

Ma'lumotlarni uzatish kanalida har bir qurilmalar uchun tayyorgarlik koefitsientlarini va ishdan chiqish intensivliklarini topish uchun misol keltiramiz.

Misol. Ma'lumotlarni uzatish kanali quyidagi ishonchlilik qiymatlariga ega: Ma'lumotlarni uzatuvchi qurilma - $T_{LMUQ} = 500$ soat; $T_{T.MUQ} = 0,5$ soat;

Aloqa kanali - $T_{LAK} = 20$ soat; $T_{T.AK} = 12$ daqiqa.

Har bir qurilmalar uchun tayyorgarlik koefitsientlarini va ishdan chiqish intensivliklari:

$\lambda_{MUQ} = 1/500 = 0,002$ 1/soat; $\lambda_{AK} = 1/20 = 0,050$ 1/soat;

$K_{TMUQ} = 500/(500+0,5) = 0,999$; $K_{TAK} = 20*60/(20*60+12) = 0,990$.

Ma'lumotlarni uzatish kanali uchun umumiy ishonchlilik parametrlarini topish kerak. Ma'lumotlarni uzatish kanali elementlari ketma-ket ulanganligi sababli, birinchi navbatda ishdan chiqish intensivligining yig'indisi topiladi:

$$\begin{aligned} \lambda_{MUK} &= \frac{1}{T_{MUK}} = \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n = \\ &= 0,002 + 0,050 + 0,002 = 0,054 \quad 1/soat \end{aligned}$$

Ma'lumotlar uzatish kanalining ishlash vaqti quyidagiga teng bo'ladi:

$$T_{I.MUK} = \frac{1}{\lambda_{MUK}} = \frac{1}{0,054} = 18,5 \quad soat$$

Ma'lumotlar uzatish kanalining tayyorgarlik koefitsienti quyidagicha aniqlanadi:

$$K_{TMUK} = 0,999 * 0,990 * 0,999 = 0,988$$

Ma'lumotlar uzatish kanalining tiklanish vaqti quyidagiga teng:

$$T_{T.MUK} = T_{I.MUK} \frac{1 - K_{T.MUK}}{K_{T.MUK}} = 18,5 * \frac{1 - 0,988}{0,988} = 0,222 \quad soat$$

Umumiy holatda ishdan chiqqan ma'lumotlar uzatish kanalining qayta tiklanish vaqti 0.222 soatga teng ekan.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

[1] Гуменюк В.М. Надежность и диагностика электротехнических систем: Учеб. Пособие для вузов. — Владивосток: Изд-во Дальневост. Гос. Техн. Ун-та, 2010. — 218 с.

[2] R.H. Djuraev, Sh.Yu. Djabbarov, J.B. Baltayev. «Raqamli tizimlarning texnik diagnostikasi». (Darslik). -T.: «Aloqachi», 2020, - 232 b.

[3] Джураев Р.Х., Джаббаров Ш.Ю. Контроль и диагностика цифровых устройств систем передачи данных. (Монография). -T.: «Алоқачи», 2020, - 168 с.

[4] Давронбеков Д.А. Методы оценки надежности цифровых элементов радиотехнических систем. — Т.: ТАТУ, 2017. — 168 с.

**BOSHQARUV VA MOBIL ALOQA MAJMUALARI AVTOMATLASHTIRILGAN
ELEKTR TA'MINOTI TIZIMINI TEXNIK HOLATINI MONITORING QILISH
USULLARI****h.f.f.d. (PhD), dotsent D.B. JAKSIMOV***Alfraganus University nodavlat oliy ta'lim tashkiloti*

Annotatsiya. Boshqaruv tizimining asosiy texnik komponenti bo'lgan mobil aloqa majmualarining avtonom elektr ta'minoti texnik holatini monitoring qilish usullari tahlil qilingan. Mobil aloqa majmualarining bugungi holati va istiqboldagi rivojlanishini hisobga olgan holda avtonom elektr ta'minoti tizimlariga qo'yiladigan talablar o'rganib chiqilgan. Avtonom elektr ta'minoti tizimining texnik holatini monitoring qilishning avtomatlashtirilgan tizimlarini joriy etish va takomillashtirish bo'yicha asosiy va birinchi navbatdagi vazifalar belgilab berilgan. Istiqbolli intellektual avtomatlashtirilgan nazorat tizimlarining texnologik asoslari tahlil qilingan, ulardan foydalanish orqali hududiy taqsimlangan dala aloqa majmualarini nazorat qilish samaradorligini bir necha marta oshirish imkoniyati mavjudligi asoslab berilgan.

Kalit so'zlar: nazorat tizimi, texnik holat, dala aloqa majmualari, elektrotexnik uskunalar, elektr ta'minoti tizimi.

Аннотация. Проведен анализ функционирования существующей системы мониторинга технического состояния системы электроснабжения мобильных комплексных аппаратных связи. Представлены требования, предъявляемые к системам автономного электроснабжения полевых систем связи, с учетом их перспективного развития. Определены основные направления развития и первоочередные задачи по совершенствованию автоматизированных систем контроля технического состояния автономной системы электроснабжения. Проанализирован технологический базис перспективных интеллектуальных автоматизированных систем контроля, использование которого позволит многократно повысить эффективность контроля автономных полевых комплексов связи.

Ключевые слова: система контроля; техническое состояние; полевые комплексы связи, системообразующее, электротехническое оборудование; система электроснабжения.

Abstract. An analysis of the functioning of the existing system for monitoring the technical condition of the autonomous power supply system of the mobile control and communication system components was carried out. Requirements for autonomous power supply systems of mobile communication systems are presented, taking into account their development. The main directions of development and priority tasks to improve automated systems for monitoring the technical condition of the autonomous power supply system have been identified. The technological basis of advanced intelligent automated control systems is shown, the use of which will significantly increase the effectiveness of monitoring communication objects.

Key words: monitoring system, technical condition, system-forming electrical equipment, power supply system.

Har qanday krizis sharoitda boshqaruv tizimini isloh qilishning zamonaviy bosqichda mobil aloqa uzellari, dala boshqaruv va aloqa majmuaviy vositalari bilan birgalikda avtonom elektr ta'minoti texnik uskunalarining yangi namunalari ham tatbiq qilinmoqda. Avtonom elektr ta'minoti tizimi (AETT) aloqa uzeli elementlarini belgilangan sifatdagi uzluksiz va barqaror elektr energiyasi bilan zarur miqdorda ta'minlash uchun mo'ljallangan texnik vositalar majmuyasini tashkil etadi.

Aksriyat xorijiy davlatlar boshqaruv tizimida zamonaviy AETT dala boshqaruv va aloqa tizimlari komplekslari tarkibida elektr energiya manbalari (chiziqli kuchlanishi 400 V, chastotasi 50 Gts bo'lgan uch fazali o'zgaruvchan tokning mobil elektr stansiyalari (MES), o'zgaruvchan va doimiy tokning avtonom va o'rnatiladigan elektr agregatlari (EA) qo'llanilib kelinmoqda. Avtonom

elektr ta'minoti texnologiyasini takomillashtirishning asosiy yo'nalishlari sifatida quyidagilarni ko'rsatib o'tish mumkin:

elektr ta'minotining noan'anaviy usullarini izlash bilan bir vaqtda elektr energiyasini ishlab chiqarishning an'anaviy usullarini takomillashtirishga yo'naltirish;

elektr energiyasining birlamchi manbalarining ekspluatatsion-texnik tavsiflarini oshirish;

AETT elektr texnika vositalariga texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlash tizimini takomillashtirish;

shaxsiy tarkibning elektr xavfsizligini ta'minlash;

bilimlar bazasidan foydalangan holda elektr texnika vositalarining texnik holatini intellektual hisobga olish, nazorat qilish va diagnostika qilish tizimlarini yaratish.

Biroq, aloqa uzellarining joylashuv joylaridagi relief murakkabliklari, axborot almashinuvi tezkorligi, zamonaviy harbiy taktik sharoitlarning o'zgaruvchan xarakterga egaligi kabi talablarni hisobga olgan holda, AETT elementlari texnik holatini masofadan markazlashtirilgan nazorat tizimini yaratish bo'yicha istiqbolli muhandislik-texnik yechimlarning yo'qligini alohida qayd etish zarur [1].

Shunday qilib, avtonom elektr energiya manbalari va uskunalarning tizim sifatida to'liq jihozlanmaganligi, ishlash jarayoni ishonchli darajada barqaror emasligi usbu tizimning texnik holatini talab etilgan ishonchlilik bilan to'liq va tezkor nazorat qilish imkonini bermaydi. Ushbu maqolaning maqsadi O'zbekiston Respublikasi Qurolli Kuchlarining taktik boshqaruv bo'g'ini dala aloqa uzellari avtonom elektr ta'minoti tizimi va qurilmalarining ekspluyatatsiya va ishlash jarayonini nazorat tizimini tahlil qilish va uni takomillashtirish bo'yicha takliflar kiritishdan iborat.

AETTning texnik holatini nazorat qilish tizimi tahlili

O'zbekiston Respublikasi Qurolli Kuchlari boshqaruv bo'g'inlarida aloqa va axborotlashtirish tizimini isloh qilish barobarida amalga oshirilayotgan vazifalar boshqaruv va aloqa majmualariga yangi talablarni qo'yimoqda.

Ushbu talablarning o'ziga xosligi Quruqlikdagi qo'shinlarni birlashtirmalari, qismlari va bo'linmalarining operativ-taktik vazifasi, ularning jangovar harakatlardagi roli va vazifalari, turli xil qo'shinlar va maxsus bo'linmalarni qo'llash hamda asosiy vazifani hal qilish maqsadida yagona reja bo'yicha va umumqo'shin komandirining yagona rahbarligi ostida amalga oshirilishi bilan tavsiflanadi.

Bunday sharoitda yuqori harakatchanlik, yashovchanlik va barqaror energiya manbayi texnik ko'rsatkichlariga ega bo'lgan dala aloqa va boshqaruv obyektlarini yaratish dolzarbligi nafaqat boshqaruv tizimini takomillashtirish, shu bilan bir qatorda turli xil qo'shinlar qism va bo'linmalarining imkoniyatlarini maksimal darajada amalga oshirish uchun zarur bo'lgan o'ziga xos funksiyalarni bajarish zarurati bilan ham bog'liqdir.

Bunda qo'yilgan jangovar vazifalarni bajarishda dala aloqa va boshqaruv obyektlari uchun avtonom elektr energiyasi vositalarini qo'llashning o'ziga xos xususiyatlarini e'tirof etish zarur, bular:

dala aloqa va boshqaruv obyektlarini uzluksiz elektr ta'minotini tashkil etish;

barqaror elektr ta'minotini ta'minlash;

dala aloqa tizimi elementi doirasida elektr energiya manyovrini amalga oshirish;

dala aloqa tizimini yoyish, kengaytirish va qayta tashkil qilish bo'yicha ehtiyojlarini ta'minlash uchun elektrotexnika qurilmalarining mobilligi bo'yicha talablarni bajarish.

Boshqaruv tizimining texnik asosi aloqa va axborotlashtirish tizimi bo'lib, ushbu tizimi o'z vazifalarini faqat yetarli darajadagi elektr energiyasi bilan ta'minlangan holda va uning asosini tashkil etuvchi texnik aloqa vositalari yetarli miqdorda bo'lgan holatda amalga oshirishi mumkin. Bunga, bir tomondan, tezkor-taktik vaziyatning ushbu sharoitida texnik aloqa vositalarining ishlashi uchun zarur bo'lgan elektr energiyasini ishlab chiqarish, uzatish va taqsimlashni ta'minlaydigan tashkiliy-texnik chora-tadbirlar majmuyini amalga oshirish orqali erishilsa boshqa tomondan, belgilangan sifat va zarur miqdordagi aloqa vositalarini elektr energiyasi bilan ta'minlash, aloqa bo'linmalarini elektr texnikasi vositalari (ETV) bilan yetarli darajada butlash, shuningdek, elektr

texnika vositalarini foydalanishga tayyor holda ushlab turish va ularning texnik xizmatini uzluksiz nazorat qilish orqali amalga oshirish mumkin[2].

Shunday qilib, elektr ta'minot tizimi (ETT) qurilmalari konfiguratsiyasining texnik jihatdan murakkabligi, uning ko'p pog'onali tuzilishi, tizim elementlarining joylashuv joylarda bir qancha uzoqlikdagi masofalarga o'rnatilishi (avtonon dala boshqaruv va aloqa majmualaridan) avtomatlashtirilgan elektr ta'minotining tizimi elementlarining texnik holatini to'liq markazlashtirilgan holda nazorat qilishni ta'minlash zarurligini belgilaydi.

Dala aloqa obyektlari elektrotexnika vositalarining texnik holatini nazorat qilish tizimi quyidagi vazifalarni bajarish uchun mo'ljallangan:

dala boshqaruv va aloqa tizimlari elementlarining elektrotexnik vositalarining texnik holatini xolisona nazorat qilish;

boshqaruv punkti aloqa uzeli mansabdor shaxslarga barcha elektrotexnik vositalar haqidagi o'lchov ma'lumotlarini real vaqt rejimida va ularning haqiqiy holati to'g'risida xabar berish;

muayyan taktik vaziyat uchun elektr ta'minot vositalarining texnik holatlarni bashorat qilish;

avtomatlashtirilgan elektr ta'minotining tizimi elementlarining tayyorgarlik darajasini ta'minlash bo'yicha qaror qabul qilishni intellektual qo'llab-quvvatlash.

Dala aloqa, axborotlashtirish va boshqaruv tizimi elektrotexnika vositalarining texnik holatini nazorat qilish tizimi elektr ta'minoti masalalarini bevosita hal qilishga yo'naltirilgan bo'lib, ularga quyidagilar kiradi:

aloqa vositalari uzellari va komplekslari avtomatlashtirilgan elektr ta'minotining tizimi elementlarining tarkibi, topologiyasi va joylashtirish sxemalarini aniqlash;

umumiy holatini monitoring qilish va texnik holatini hamda ish rejimlarini nazorat qilish,

avariyaviy vaziyatlarini prognoz qilish va ularning oldini olish, zaxiradan foydalanishni tashkil etish;

elektrotexnika vositalari nosoz holatga kelganda elektr ta'minotining avtomatlashtirilgan tizimining avariya jarayonlariga qarshi turish tadbirlarini belgilash va amalga oshirish;

ETVning avariylarsiz ishlashini, ularning yoyilish va yig'ilishi davrlari ham shu jumladan, shuningdek, elektr energiyasi manbalarining tejamlil ishlashi uchun shart-sharoitlar yaratish;

elektr energiyasi manbalarining maqbul ish rejimlarini nazorat qilish va saqlab turish, zaxiraning shayligini ta'minlash.

Avtomatlashtirilgan elektr ta'minoti tizimining istiqbolli avtomatlashtirilgan nazorat tizimi (ANT) texnologik asosi sifatida zamonaviy nazorat-o'lchov va axborot-telekommunikatsiya texnologiyalarining uyg'unligidir, bu yo'nalishlardagi funksional imkoniyatlarni kengaytirish orqali dala boshqaruv va aloqa tizimlari elementlarining avtomatlashtirilgan elektr ta'minoti tizimi texnik holatini nazorat qilish samaradorligini oshirish imkonini beradi [3-5]:

dala aloqa obyektlarining elektr ta'minot vositalari texnik holatini doimiy ravishda tezkor avtomatik nazorat qilish;

avariyalar soninig ko'payishi oqibatida krizis vaziyatlarning yuzaga kelishining oldini olish maqsadida zamonaviy axborot texnologiyalaridan foydalangan holda avtomatlashtirilgan elektr ta'minoti tizimining texnik holati to'g'risidagi axborotni to'plash, saqlash va tahlil qilish.

Hozirgi vaqtda texnik holatni tezkor va chuqur nazorat qilish, shuningdek, avtomatlashtirilgan elektr ta'minoti tizimi elementlarini boshqarishni markazlashtirish ushbu tizimni intellektualashtirish uchun yetarli emas va bu tizimning kerakli ishonchlilik darajasini ta'minlashga qodir emas. Nazoratning ishonchliligi va tezkorligini oshirish maqsadida quyidagi imkoniyatlarni ta'minlaydigan alohida apparat ko'rinishidagi avtomatlashtirilgan elektr ta'minoti tizimining istiqboldagi boshqaruv punktini (ETAT-IBP) ishlab chiqish va qo'llanilishga tatbiq qilish maqsadga muvofiqdir:

aniq vaqt davriylik oralig'ida xizmat aloqa kanallari bo'yicha n ta elektr stansiyalarining texnik holatlari to'g'risidagi ma'lumotlarni avtomatik yig'ish va qayta ishlash;

avtomatlashtirilgan elektr ta'minoti tizimining joriy holati to'g'risidagi ma'lumotlarni avtomatik tahlil qilish, avtomatik ravishda elektr ta'minoti avtomatlashtirilgan tizimining texnik

holatini prognoz qilish va tizimning navbatchi dispetcheriga ehtimoliy bo'ladigan avariya holatlarini 10 soniyagacha bo'lgan vaqt oralig'ida blokirovka qilish bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqish;

xizmat aloqasi kanallari orqali dala aloqa obyektlari avtomatlashtirilgan elektr ta'minoti tizimining n ta elektr stansiyalarini avtomatik va mexanik rejimida masofadan boshqarish;

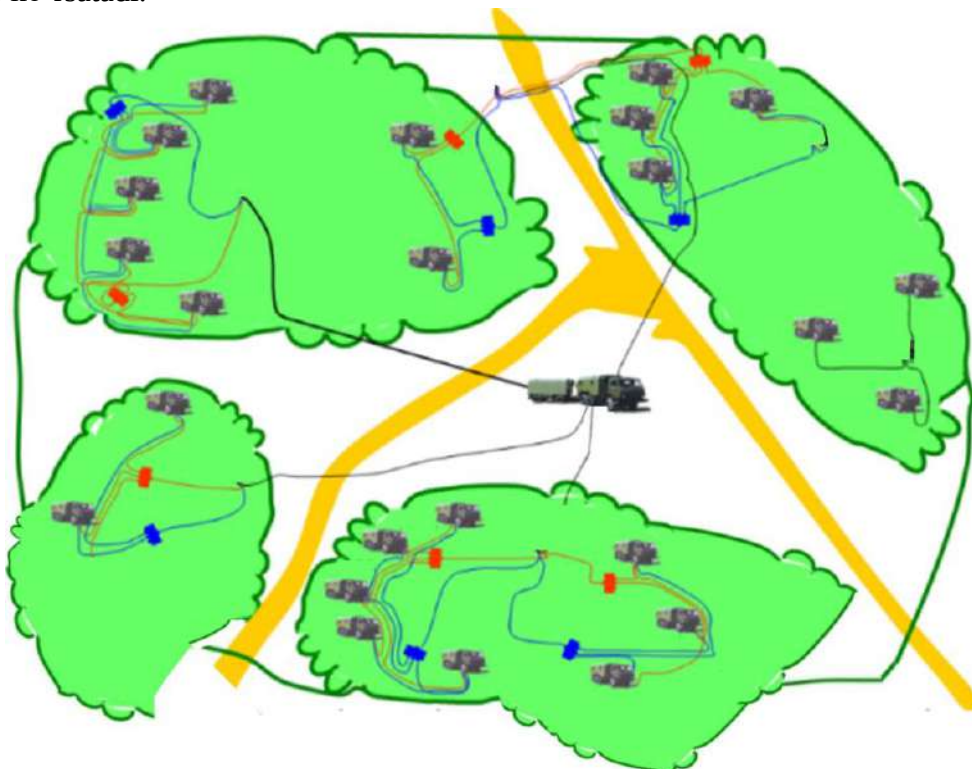
avtomatlashtirilgan elektr ta'minoti tizimining elektr energiyasi bilan ta'minlash tadbirlarini rejalashtirish va amalga oshirishda dala aloqa obyektlari boshqaruvining axborot va hisob-kitob vazifalarini hal etish.

Boshqaruv va aloqa tizimlari elementlarining markazlashtirilgan ETT tarkibida ETAT-BPni qo'llashning namunaviy varianti 1-rasmda keltirilgan.

ETAT-BPning asosiy vazifasi operativ-taktik, operativ, (ehtiyoj mavjud bo'lsa tezkor-strategik va strategik bo'g'inlarda ham) boshqaruv bo'g'inlarining avtomatlashtirilgan elektr ta'minoti tizimining dala aloqa uzellarini markazlashtirilgan holda avtomatlashtirilgan boshqaruvini ta'minlashdan iborat.

Avtomatlashtirilgan elektr ta'minoti tizimining boshqaruv tuzilmasi boshqaruv darajalari bo'yicha ierarxik tamoyil bo'yicha qurilishi kerak, ularning har birida butun tizim manfaatlari yo'lida muayyan masalalar hal etiladi. Boshqaruvni markazlashtirishda boshqaruv tizimining eng yuqori samaradorligini ta'minlash uchun avtomatlashtirilgan elektr ta'minoti tizimi boshqaruv tizimini qurish tuzilmasiga mos kelishi kerak [6]. Aloqa uzluksizligini ta'minlash bo'yicha chora-tadbirlarni amalga oshirish uchun avtomatlashtirilgan elektr ta'minoti tizimi fayoliyati uchun ishlaydigan ETAT-BP aloqa uzeli boshqaruv punktiga avtomatlashtirilgan elektr ta'minoti tizimining joriy texnik holati to'g'risida ma'lumotlarni tizimli ravishda yetkazib turishi zarur.

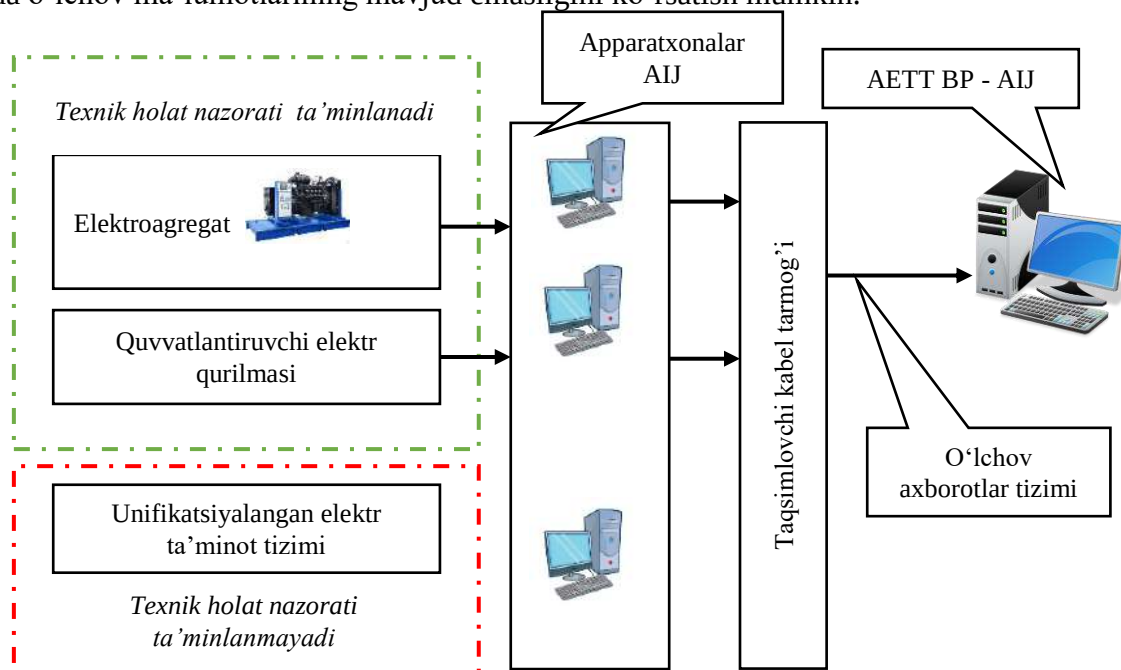
Taklif qilinayotgan apparat tizimi avtomatlashtirilgan elektr ta'minoti tizimining faqat elektromexanik qismini nazorat qilishni va boshqarishni ta'minlaydi (2-rasm). Ushbu tizimni to'liq tatbiq qilishda, tizimni tashkil etuvchi elektrotexnik uskunalarning (apparat aloqasining asosiy unifikatsiyalangan elektr ta'minoti tizimi) mavjud nazorat tizimi va ishlab chiqilayotgan ETAT-BP nazorat tizimi yaxlit qamrab olinishi zarur, aks holda boshqarish va umuman aloqaning dala tizimlari elementlarining avtomatlashtirilgan elektr ta'minoti tizimining ishonchlilik darajasiga salbiy ta'sir ko'rsatadi.



1-rasm. Dala aloqa va boshqaruv tizimining elektrotexnik ta'minoti (variant)

Bundan tashqari, ETAT-BP yaratishda mikroelektron texnika asosida raqamli texnologiyalarni joriy etishning o'ziga xos xususiyatlari mavjud: mahalliy ishlab chiqarishdagi sezilarli umumiy muammolar, zamonaviy o'lchash va diagnostika vositalarini, shu jumladan apparat darajasida ishlab chiqishdagi muammolar bilan bir qatorda, mahalliy ishlab chiquvchi korxonalar tomonidan harbiy maqsadlardagi mobil obyektlarga o'rnatiladigan vositalarning belgilangan standart talablariga doim ham javob bermasligi, xorijiy ishlab chiqarilgan nazorat vositalaridan foydalanishga ehtiyojning doimiy mavjudligi.[7-8].

Bugungi kunda dala aloqa va boshqaruv tizimi elektr ta'minotidagi mavjud nazorat usulining asosiy kamchiligi sifatida avtomatlashtirilgan (avtomatik) nazoratining mavjud emasligini va buning natijasida boshqaruv qarorlarini qabul qilish uchun (navbatchi smenalarning mansabdor shaxslari tomonidan) tizim hosil qiluvchi elektrotexnik qurilmalar elementlarining texnik holati haqida o'lchov ma'lumotlarining mavjud emasligini ko'rsatish mumkin.



2-rasm. Dala aloqa obyektining tizim hosil qiluvchi elektrotexnik jihozlari

Nazorat tizimining tuzilmasini shakllantirish uchun sun'iy intellektni qo'llashga asoslangan quyidagi axborot modullarini ishlab chiqish zarur:

elektrotexnik qurilmalarning texnik holati to'g'risidagi axborotni to'plash, saqlash;

elektrotexnik qurilmalari parametrlarining degradatsion o'zgarishlari dinamikasini tahlil qilish, ularning qoldiq resursini, ishdan chiqishlar yuzaga kelishini prognoz qilish;

elektrotexnik qurilmalarning parametrlarini o'lchashni bajarish tartibi va usullari bo'yicha bilimlar (qoidalar) bazasi, holatlar kutubxonasi va avariya qarshi avtomatlashtirilgan boshqarish algoritmlarini yangilash.

Elektrotexnika uskunalaridan foydalanishning eng muhim muammosi uning ishonchliligidir. Ushbu uskunalarning murakkablashuvi va avtomatlashtirilgan elektr ta'minoti tizimida elektrotexnik vositalarning ishlashini markazlashtirilgan holda boshqarishning yo'qligi natijasida tizim hosil qiluvchi uskunalarning texnik holatini nazorat qilish faqatgina aloqa uzeli apparatxonalari ekipajlari tomonidan amalga oshirilmoqda.

Hozirgi vaqtda mavjud ETT funksional tarkibi va tizim elementlarining xususiyatlari bilan bir-biridan deyarli farq qilmaydi. Xilma xil turdagi zamonaviy va eski turdagi ETVlari ushbu tizimni unifikatsiyalash va dala aloqa uzelleri mutaxassislarini yangi texnologiyalarga moslashtirish va ETT nazorat qilishga o'qitishda bir qancha qiyinchiliklar tug'dirmoqda. Biroq, so'nggi yillarda mobil boshqaruv va aloqa obyektlarining bir xil turdagi ETTga o'tkazish tendensiyasi kuzatilmoqda. Zamonaviy avtomatlashtirilgan elektr ta'minoti tizimida elektr ta'minoti tizimi

avtonom (to'xtash joyida va obyekt harakatlanganda) ravishda elektr energiyasi bilan ta'minlovchi funksional bloklar to'plamidan iborat bo'lib, apparatxonalar va majmuaviy qurilmalarni o'zgaruvchan tokning tashqi elektr manbalaridan va 380 V chiziqli kuchlanishli uch fazali o'zgaruvchan tokning sanoat tarmog'idan ta'minlanishini va normal ishlashini ta'minlay oliadi.

Elektr ta'minoti tizimining funksional imkoniyatlari tahlili shuni ko'rsatadiki, ushbu tizim mikroprotessorli texnologiya keng tatbiq qilingan texnik jihatdan murakkab qurilma hisoblanadi. Elektr ta'minoti tizimini bunday tarzda amalga oshirish ekipajning ishini sezilarli darajada soddalashtiradi va engillashtiradi, yuqori darajadagi avtomatlashuvga, texnik jihozlanishga va uning asosida qo'shimcha uskunalariga minimal moddiy xarajatlar bilan texnik holatini nazorat qilish tizimini shakllantirish uchun mustahkam asos bo'ladi.

Boshqaruvning barcha bo'g'inlari dala aloqa uzellarining elektr ta'minotini tashkil etish amaliyoti aloqa tizimining barqaror ishlashini ta'minlash uchun elektrotexnika vositalarining texnik holatini nazorat qilish tizimini qo'llashni belgilovchi asosiy boshlang'ich qoidalarini (tamoyillarni) shakllantirishga imkon beradi. ETT texnik holatini nazorat qilish tizimining asosiy xususiyatlari quyidagilardan iborat: dala aloqa tizimi elementlarini yoyishgacha bo'lgan davrda ETT muddatdan oldin shaylik darajasi; markazlashganligi; uzluksizligi; ortiqchaligi; tezkorligi; ishonchliligi.

Avtomatlashtirilgan elektr ta'minoti tizimining rivojlanish va takomillashtirish yo'nalishlari

Avtomatlashtirilgan elektr ta'minoti tizimi obyektlari hamda boshqaruv va aloqa dala tizimlari komplekslarining rivojlanish va takomillashtirishning konseptual yo'nalishlari sifatida quyidagilarni ko'rsatish mumkin:

boshqaruv va aloqa tizimlari komplekslari va obyektlarini ETTni yuqori kuchlanishli elektromexanik manbalardan foydalangan holda tok turi, kuchlanish nominallari bo'yicha unifikatsiyalash;

ETT manbalarini tubdan modernizatsiya qilish, ularning tarkibida mamlakatimizda ishlab chiqarilgan dvigatelli kuch qurilmalarini qo'llash va sun'iy intellekt elementlariga ega avtomatlashtirilgan avariya qarshi boshqarishning apparat-dasturiy komplekslari bilan jihozlashni ta'minlash;

ETTning elektrotexnik uskunalarini boshqarish jarayonlarini avtomatlashtirish, avtomatlashtirilgan elektr ta'minoti tizimini avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimi bilan unifikatsiyasining yuqori darajasini ta'minlaydigan intellektual blok-funksional tizim hosil qiluvchi elektrotexnik uskunalarini ishlab chiqish.

Konseptual yo'nalishlarni bosqichma-bosqich amalga oshirish imkonini beradigan rivojlantirish va takomillashtirishning birinchi navbatdagi vazifalari quyidagilardan iborat:

ishonchliligi, tejamkorligi, jang maydonida harakatchanligi, yashovchanligi va boshqariluvchanligi bo'yicha ekspluatatsion-texnik tavsiflarini zamonaviy talablar darajasiga yetkazish maqsadida qo'shinlar va qurol-yarog'larni boshqarishning dala tizimi elementlari uchun elektr texnikasi vositalarining mavjud namunalarini modernizatsiya qilish, intellektuallashtirish va yangi namunalarini ishlab chiqish;

avtomatlashtirilgan elektr ta'minoti tizimining elektrotexnika vositalariga texnik xizmat ko'rsatish, harbiy ta'mirlash va qayta tiklash vositalarini ishlab chiqish.

zamonaviy intellektual axborot texnologiyalari asosida qo'shinlar va qurol-yarog'larni boshqarish, dala aloqa tizimi elementlarining elektr ta'minoti jarayonlarini boshqarish va nazorat qilishning texnik vositalarini ishlab chiqish;

Markazlashtirilgan elektr ta'minoti elektrostansiyalarni ishlab chiqarish va (yoki) modernizatsiya qilishda mavjud quyidagi yangi talablarni hisobga olish zarur:

elektr energiyasi manbalarini avtomatik adaptiv (yuklama vaqtida) boshqarish;

funksional-texnologik tizimlarni avariya qarshi avtomatlashtirilgan boshqarish;

elektr stansiyasining funksional-texnologik tizimlarni texnik holatini masofadan intellektual nazorat qilish;

tashqi EHMdan masofadan intellektual boshqarish;

avtomatlashtirilgan elektr ta'minoti tizimi vazifalarini masofadan boshqarish rejimida (lokal markazdan) hal etish;

avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimi bilan axborot-texnik aloqa [9].

O'rnatiladigan elektroagregatlarni mavjud talablarga qo'shimcha ravishda ishlab chiqish va (yoki) modernizatsiya qilish quyidagilarni ta'minlashi kerak:

avtomatik adaptiv (yuklama oshganda) boshqarish;

funksional-texnologik tizimlarni avariya qarshi avtomatlashtirilgan boshqarish;

sun'iy intellekt texnologiyalari, usullariga asoslangan elektroagregatlarning funksional-texnologik tizimlarni to'liq masofadan nazorat qilishni hisobga olgan holda tashqi EHM orqali masofadan boshqarish;

ETTning tizim hosil qiluvchi bloklari va obyektning bazaviy axborot boshqaruv tizimi bilan axborot-texnik jihatdan bog'lanish [10].

ETT obyektlarining tizim hosil qiluvchi uskunalari ishlab chiqish va (yoki) modernizatsiya qilish birinchi navbatda ETT obyektlari va harbiy texnika komplekslarini tok turi, kuchlanish nominallari, konstruktiv bajarilishi bo'yicha bir xil ko'rinishda ta'minlashi orqali texnik ko'rsatkichlarini oshirish zarur. Buning uchun mavjud talablarga qo'shimcha ravishda tizim hosil qiluvchi uskuna quyidagilarni ta'minlashi kerak:

kirish va chiqish parametrlarini intellektual avtomatik nazorat qilish;

ETTning elektr ta'minoti kanallarini avtomatik va mexanik boshqarish;

tarkibiy qismlarni almashtirishni avtomatik diagnostika qilish;

obyektning avtomatik yong'inni o'chirish tizimi bilan axborot-texnik jihatdan ulanish;

obyektning elektr energiyasi iste'molchilarini elektromagnit impulsdan va kirib kelayotgan radiatsiyadan himoya qilish;

quvvatli kabel liniyasi bo'yicha axborot-texnik jihatdan ulanish,

markazlashtirilgan elektr ta'minoti elektr tarmog'idan yuklama ostida bo'lgan;

nutq informatori va parametrlarning avtomatik qayd etish va ovozli xabarlantirish uskunalarini bilan jihozlash.

Avtomatlashtirilgan elektr ta'minoti tizimining texnik holatini aniqlash uchun avtomatik nazorat tizimini tatbiq qilish quyidagi imkoniyatlarni amalga oshirish imkonini beradi: qarorlar qabul qilish tezkorligini oshirish, navbatchi smenalarning mansabdor shaxslari tomonidan noto'g'ri qarorlar qabul qilish ehtimolini kamaytirish, shuningdek, avtomatlashtirilgan elektr ta'minoti tizimi elementlarining texnik holatini prognoz qilish vazifasini ham bajaradi.

Aloqa va boshqaruv tizimlari elementlarining avtomatlashtirilgan elektr ta'minoti tizimi texnik holatini nazorat qilishning istiqbolli intellektual tizimlarining texnologik bazasi

Magistral-modulli intellektual o'lchash tizimlarining xorijiy turlari hamda bunday tizimlarning harbiy maqsadlar uchun mo'ljallangan majmualarda qo'llanilishi o'rganib chiqilganda VXI standarti boshqalarga nisbatan eng ko'p tarqalgan va maqbul standart sifatida e'tirof etildi.

Bunday holat, birinchi navbatda, o'lchash texnikalarining mahalliy ishlab chiqaruvchilari tomonidan ushbu standartning keng qo'llab-quvvatlanishi va buning natijasida, yaratilayotgan o'lchash tizimlarini sertifikatlash va attestatsiyadan o'tkazishda muammolarning yo'qligi bilan belgilanadi.

Bundan tashqari, VXI standarti uskunalarini ishlab chiqaruvchilari o'lchash modullarini ularning funksional qatorini kengaytirish yo'nalishida, ham vazifasi, ham yechiladigan o'lchash vazifalarining aniqlik darajasi (ekspluatatsion o'lchashlardan pretsizion aniqlikkacha), unumdorligi va qiymati bo'yicha doimiy ravishda takomillashtirish bo'yicha ishlanmalarni olib bormoqdalar. VXI standarti magistral-modulli avtomatlashtirilgan tizimlarni qurishni tartibga soladi va asosan nazorat-diagnostika va radio'lchash uskunalarini yaratish uchun harbiy-sanoat majmuasida qo'llashga mo'ljallangan. Standart bunday vazifalar sinfi uchun maxsus ishlab chiqilganligi sababli, u ko'pchilik harbiy sanoat standartlarini, shuningdek, elektromagnit moslik va xalaqitlardan himoya qilish standartlarini qoniqtiradi.

VXI ning bir qator tur o'lcamlari mavjud, ammo amalda faqat C turi o'lchami qo'llaniladi (plastinaning o'lchami 233×340 mm). Bir xil sharoitlarda PXI/PXI express va VXI modullarining samarali maydonini taqqoslash (balandligi 5U bo'lgan to'ldirilgan kreyt) shuni ko'rsatadiki, PXI/PXIexpress modulining samarali maydoni VXI modullarining shunga o'xshash ko'rsatkichidan ikki baravardan ko'proq kichik. Dunyoda faqat VXI tizim shinasi bazasida VXI plug&play texnologiyasini qo'llab-quvvatlovchi bir necha ming turdagi uskuna va qurilmalar ishlab chiqilgan. Bundan tashqari, VXI texnik vositalari asosida avtomatlashtirilgan tizimlarni yaratish va yaratish masalalarini tartibga soluvchi amaldagi me'yoriy-texnik hujjatlarning to'liq to'plami ishlab chiqish zarurati mavjud. VXI texnik vositalari asosida istiqbolli texnik ta'minot vositalarining bazaviy elementlarini amalga oshirishning maqsadga muvofiqligi quyidagi asosiy omillar bilan belgilanadi:

VXI standarti ochiq xalqaro va hamma foydalanishi mumkin bo'lgan standart bo'lib, u turli ishlab chiqaruvchilarning uskunalarini yuqori darajada bir xil shaklga keltirish va kompleks qiymatini pasaytirishni ta'minlaydi;

VXI standartini Qurolli Kuchlaria turli maqsadlarga mo'ljallangan nazorat-o'lchov va boshqaruv apparatlarini qurish uchun qo'llash maqsadga muvofiq;

VME magistrallarining uzoq muddatli barqarorligi va yangi versiyalarga muvofiqligi VXI tizimlari iste'molchilarida 20 yil va undan ortiq vaqt davomida harbiy ilovalar uchun ularni qayta-qayta yangilash imkoniyati bilan qo'llab-quvvatlashni ta'minlaydi.

VXI-1 4.0 versiyasi oldingi avlod uskunalarini bilan har tomonlama mos keladi;

VXI standartiga asoslangan nazorat-o'lchov uskunalarini yangi turdagi qurollarning paydo bo'lishiga tez moslashtirish imkoniyati mavjud;

VXI standartidagi nazorat-o'lchov uskunalarini maxsus chora-tadbirlarsiz murakkab ekspluatatsion sharoitlarida qo'llash mumkin. Bugungi kunda NATO mamlakatlari armiyalarining turli maqsadlarga mo'ljallangan nazorat-o'lchov va sinov uskunalarining 90% dan ortig'i VXI standarti asosida amalga oshirilgan.

Shunday qilib, VXI standartini hozirgi vaqtda va uzoq istiqbolda qo'llash maqsadga muvofiqdir. Biroq, hududiy taqsimlangan o'lchash tizimlarini yaratishda alohida elementlar va segmentlarni birlashtirish, shuningdek, unga alohida datchiklar, sensorlar va boshqalarni integratsiya qilish uchun LXI texnologiyasini qo'llash zarur.

Boshqaruv va aloqa tizimlari elementlarining avtomatlashtirilgan elektr ta'minoti avtomatik nazorat tizimini amalga oshirishda Ethernet va Precision Time Protocol (IEEE 1588) standartlari asosida qurilgan VXI lokal tarmog'idagi texnik vositalardan foydalangan holda tashkil etish maqsadga muvofiqdir. Kanal resursi sarfini kamaytirish, shuningdek, dala aloqa uzeldagi aloqa kabeli sarfini qisqartirish maqsadida, PLC texnologiyasini qo'llagan holda mavjud quvvat taqsimlash kabel tarmog'i bo'yicha aloqa obyekti va ETAT-BP o'rtasida o'lchov ma'lumotlarini uzatish masalasini ko'rib chiqish ham dolzarb vazifalardan biri.

Elektr ta'minoti liniyalari orqali ma'lumotlarni uzatish texnologiyalari (Power Line Communication, PLC) faol rivojlanmoqda va butun dunyoda tobora ko'proq talabga ega bo'lmoqda. Ulardan jarayonlarni avtomatlashtirishda, monitoring tizimlarini tashkil etishda foydalaniladi. Bugungi kunda PLC amaliyotda keng qo'llanilmoqda. Ushbu texnologiya mavjud elektr tarmog'idan foydalanganligi sababli, texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishda elektr simlari bo'yicha avtomatlashtirish bloklarini bog'lash uchun ishlatilishi mumkin. Elektr tarmog'idan foydalangan holda ma'lumotlarni uzatish sohasidagi tadqiqotlar uzoq vaqtdan beri olib borilmoqda. Oldingi davrda PLC dan foydalanish ma'lumotlarni uzatishning past tezligi va xalaqitlardan yetarli darajada himoyalanganligini bilan cheklagan. Mikroelektronikaning rivojlanishi va yanada samarali protsessorlarning (chiplarning) yaratilishi signalni qayta ishlash uchun murakkab modulyatsiya usullaridan foydalanish imkonini berdi, bu esa PLCni amalga oshirishda sezilarli darajada oldinga siljishga zamin yaratdi. Bunday tarmoq oson masshtablanadi, bu esa uning deyarli har qanday topologiyasini minimal xarajatlar bilan tashkil etish imkonini beradi. 1-jadvalda PLC-texnologiyalarning asosiy tasnifi keltirilgan.

1-jadval.

PLC-texnologiyalarning ma'lumotlarni uzatish tezligi bo'yicha tasnifi

Parametrlar	Past tezlik	O'rtacha tezlik	Yuqori tezlik
Ma'lumotlarni uzatish tezligi	0-10 Kbit/s	10 Kbit/c...1Mbit/s	>1 Mbit/s
Modulyatsiya	BPSK, FSK, SFSK, QAM	PSK+OFDM	PSK+OFDM
Standartlar	IEC 61334, ANSI/EIA 709.1, //2, UPB	PRIME, G3, P1901.2	G.hn, IEEE 1901
Chastota diapazoni	500 kHz gacha	500 kGs gacha	MHz o'lchov birliklari
Mo'ljallanishi	Boshqaruv va nazorat	Boshqaruv va nazorat; Ovozli ma'lumotlar	Elektr tarmoqlari bo'yicha keng polosali ma'lumotlar uzatish;

Xulosa qilib aytganda, hozirgi vaqtda taktik boshqaruv bo'g'ini aloqa tizimining fayoliyati intellektual texnologiyalarni qo'llashga asoslangan, nazorat qilinadigan obyektlarning parametrlarini o'lchash tartibi va usullarini bajarish bo'yicha bilimlar (qoidalar) bazalarini, holatlar kutubxonasini va umuman avariya holatiga qarshi boshqaruv va nazorat qilish algoritmlarini yangilashga asoslangan bo'lishi bugungi davr talabi. Bu esa o'z navbatida dala boshqaruv va aloqa tizimlarining avtomatlashtirilgan elektr ta'minot tizimi elementlarini nazorat qilishning intellektual holda avtomatlashtirilgan tizimini yaratishga zamin yaratadi. Biroq, avtomatlashtirilgan elektr ta'minot tizimi faoliyatining murakkabligi va o'ziga xosligi nazorat tizimining fayoliyatiga ma'lum cheklovlar qo'yadi, bu esa mavjud va istiqbolli intellektual texnologiyalarni qo'llagan holda tizimni yanada rivojlantirish va takomillashtirishni talab qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

- [1] Katzel J. Managing Alarms. Control Engineering. 2007. Vol. 54 (2), P. 50-54.
- [2] Ершов С.В., Шефер С.Ю., Анализ современного состояние автономных систем электроснабжения. Известия ТулГУ. Технические науки, 2019.
- [3] Смушкин В.А., Автоматизированная система контроля и учета электроэнергии. //Ж. Экономика и социум. Красноярск. 5(48), 2018.С.1650-1655.
- [4] Величко Л.П., Качура Л.П., Метлицкий Ю.Н., Чернышев В.О., Автоматизированная система учета и контроля электроэнергии// Компьютерные технологии в инженерной и управленческой деятельности. ТРТУ, Технический выпуск, 2017. С. 150-155.
- [5] Охтилев М.Ю., Соколов Б.В., Юсупов Р.М. Интеллектуальные технологии мониторинга состояния и управления структурной динамикой сложных технических объектов. М.: Наука, 2006. 410 с.
- [6] Бурьянов О.Н., Веселовский А.П., Винограденко А.М. Оперативный контроль технического состояния подвижных электротехнических объектов / Современные проблемы создания и эксплуатации ВВСТ: материалы докладов III Всероссийской научно-практической конференции – Санкт-Петербург, 2016. – С. 178-184.
- [7] Винограденко А.М., Кузнецов С.В. Модель единой централизованной автоматизированной системы управления техническим состоянием ВВСТ // Научные технологии в космических исследованиях Земли. 2018. Т. 10. № 4. С. 48-54.
- [8] Абрамкин Р.В., Анисимов А.А., Бартош В.В., Винограденко А.М., Слепов С.Н. Вариант построения электростанции с адаптивным управлением по нагрузке / Проблемы технического обеспечения войск в современных условиях: материалы докладов Межвузовской научно-практической конференции – Санкт-Петербург, 2019. – С. 9-15.
- [9] Винограденко А.М., Будко Н.П. Адаптивный контроль технического состояния сложных технических объектов на основе интеллектуальных технологий // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2020. Т. 14. № 1. С. 25-36.
- [10] Zelensky E.G., Fedorenko V.V., Vinogradenko A.M., Kononov Y.G., Samoylenko V.V. Development of a distributed multi-agent system monitoring and control networks of 0.4–35 kV. 2017 IEEE II International Conference on Control in Technical Systems (CTTS) – St. Petersburg.

TASHKILOTLARDA MA'LUMOTLAR AYIRBOSHLASHNI XAVFSIZ, TO'G'RI TASHKIL ETISHDA ACTIVE DIRECTORY DOMEN XIZMATLARINING ROLI**B.N. UMARALIYEV***O'R HX va MU Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari va harbiy aloqa instituti*

Annotatsiya. *Ko'pchilikka ma'lumki, zamonaviy AT rivojlanayotgan davrda o'z mavqeiga ega tashkilotlar domen nazoratchilarini o'z ichiga olgan serverlar uchun barcha mavjud xavfsizlik choralari qo'llashga intiladilar. Bu choralardan biri Windows Server 2019 operatsion tizimi konfiguratsiyasida Active Directory Domen Xizmatlaridir. Active Directory obyektlar haqida ma'lumot beradi, ularni tashkil etish, ularga kirishni boshqarish, shuningdek, tashkilot bo'linmalarining geografik joylashuvidan qat'i nazar, xavfsizlik qoidalarini o'rnatish imkonini beradi. Active Directory katalog xizmatini joriy etish tashkilot AT-resurslarini yagona axborot maydoniga birlashtirish imkonini beradi.*

Kalit so'zlar: *AT (Axborot Texnologiyasi), Active Directory Domen Controller (ADDC), Active Directory Domen Services (ADDS), Demon, Kataloglar xizmati, o'rmon, Windows Server 2019, autentifikatsiya, avtorizatsiya, replikatsiya.*

Аннотация. *Общеизвестно, что в эпоху развития современных ИТ организации, имеющие определенный статус, стремятся применять все доступные меры безопасности для серверов, включая контроллеры домена. Одной из таких мер являются службы Active Directory Domain Services в конфигурации операционной системы Windows Server 2019. Active Directory предоставляет информацию об объектах, позволяет организовать их, управлять доступом к ним, а также устанавливать правила безопасности независимо от географического расположения подразделений организации. Внедрение службы каталогов Active Directory позволяет объединить ИТ-ресурсы организации в единое информационное пространство.*

Ключевые слова: *ИТ (Информационные технологии), Active Directory Domain Controller (ADDC), Active Directory Domain Services (ADDS), домен, служба каталогов, лес, Windows Server 2019, аутентификация, авторизация, репликация.*

Abstract. *It is widely known that in the era of modern IT development, organizations with a significant status strive to apply all available security measures for servers that include domain controllers. One of these measures is Active Directory Domain Services in the Windows Server 2019 operating system configuration. Active Directory provides information about objects, allows you to organize them, manage access to them, as well as establish security rules regardless of the geographical location of the organization's subdivisions. Implementing the Active Directory directory service allows the integration of IT resources into a single information space.*

Keywords: *IT (Information Technology), Active Directory Domain Controller (ADDC), Active Directory Domain Services (ADDS), Domain, Directory Service, Forest, Windows Server 2019, authentication, authorization, replication.*

Active Directory (AD) - Windows Server oilasiga mansub operatsion tizimlar uchun Microsoft korporatsiyasining katalog xizmatlaridir. AD yordamida turli tarmoq obyektlarini (serverlar, printerlar va boshqa xizmatlar) yagona tizimga birlashtirish, zarur ma'lumotlarni qulay tarzda qidirish va ulardan foydalanishni yo'lga qo'yish mumkin.

ADDS har qanday ko'lamdagi va faoliyat yo'nalishidagi tashkilotlarning AT infratuzilmasi uchun mustahkam poydevor bo'lishi mumkin.

Active Directory server, domen kontrolleri, domenning o'zi, domenlar daraxti va domenlar o'rmonidan tashkil topgan.



1-rasm. Microsoft Active Directory logotipi

Quyidagi jadvalda Active Directory terminologiyasi keltirilgan.

1-jadval.

Active Directory terminologiyasi

Server	Domenda muayyan vazifalarni bajaruvchi kompyuter
Domen kontrolleri	Katalogni saqlovchi va foydalanuvchilarning katalogga bo'lgan so'rovlariga xizmat ko'rsatuvchi server. Ma'lumotlarni saqlashdan tashqari, domen kontrolleri FSMO (Flexible Single Master Operations) rollaridan birini bajarishi ham mumkin
Domen	Active Directory tashkilotining eng kichik tarkibiy birligi (foydalanuvchilar, kompyuterlar, printerlar va boshqa umumiy resurslardan iborat bo'lishi mumkin)
Domenlar daraxti	Yagona ildizga (asosiy domenga) ega bo'lgan domenlarning ierarxik tizimi
Domenlar o'rmoni	Ishonchli munosabatlarning turli shakllarida bo'lgan ko'plab domen daraxtlari to'plami

Domen - bu korxona tarmoq infratuzilmasidagi asosiy ma'muriy birlik bo'lib, u foydalanuvchilar, kompyuterlar, printerlar, umumiy resurslar va boshqa barcha tarmoq obyektlarini o'z ichiga oladi. Bunday domenlar majmuasi o'rmon (lesa) deb ataladi[2].

Active Directory xizmatlari (faol katalog xizmatlari) domenning barcha obyektlarini o'z ichiga olgan taqsimlangan ma'lumotlar bazasini ifodalaydi. Active Directory domen muhiti korxona miqyosida foydalanuvchilar va dasturlarni autentifikatsiya va avtorizatsiya qilishning yagona nuqtasi hisoblanadi. Tashkilotning AT infratuzilmasini qurish aynan Active Directory domenini tashkil etish va uning xizmatlarini joriy etishdan boshlanadi[2].

Active Directory ma'lumotlar bazasi domen nazoratchilarida - maxsus ajratilgan serverlarda saqlanadi. Active Directory xizmatlari Microsoft Windows Server operatsion tizimlarining roli hisoblanadi. Active Directory xizmatlari keng miqyosda kengaytirish imkoniyatlariga ega. Active Directory o'rmonida 2 milliarddan ortiq obyektni yaratish mumkin, bu esa yuz minglab kompyuter va foydalanuvchilarga ega kompaniyalarda katalog xizmatini joriy etish imkonini beradi. Domenlarning ierarxik tuzilmasi IT infratuzilmasini kompaniyalarning barcha filial va mintaqaviy bo'linmalariga moslashuvchan tarzda kengaytirish imkonini beradi. Kompaniyaning har bir filiali yoki bo'linmasi uchun o'z siyosatlarini, foydalanuvchilari va guruhlarini bilan alohida domen yaratilishi mumkin. Har bir quyi domen uchun ma'muriy vakolatlar mahalliy tizim ma'murlariga topshirilishi mumkin. Shunga qaramay, quyi domenlar baribir yuqori domenlariga bo'ysunadi [3].



2-rasm. Microsoft Active Directory resurslari

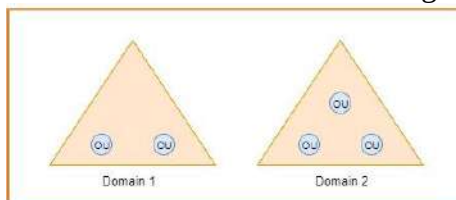
Bundan tashqari, Active Directory xizmatlari domen o'rmonlari o'rtasida ishonchli munosabatlarni o'rnatish imkonini beradi. Har bir kompaniya o'z domen o'rmoniga ega bo'lib, ularning har biri o'z resurslariga ega. Ammo ba'zan boshqa kompaniya xodimlariga o'z korporativ resurslaridan foydalanish imkoniyatini berish kerak bo'ladi - masalan, qo'shma loyiha doirasida

umumiy hujjatlar va dasturlar bilan ishlash uchun. Buning uchun tashkilotlar o'rmonlari o'rtasida ishonchli munosabatlarni o'rnatish mumkin, bu esa bir tashkilot xodimlariga boshqa tashkilot domenida ruxsat olish imkonini beradi.

Active Directory omborining tuzilishi va arxitekturasini:

Domenlar va o'rmonlar

O'rmonlar, domenlar va tashkiliy birliklar (OU – Organization Units) Active Directory mantiqiy tuzilmasining asosiy elementlarini tashkil etadi. O'rmon yagona katalogni belgilaydi va xavfsizlik chegarasini ifodalaydi. O'rmonlar domenlarni o'z ichiga oladi.



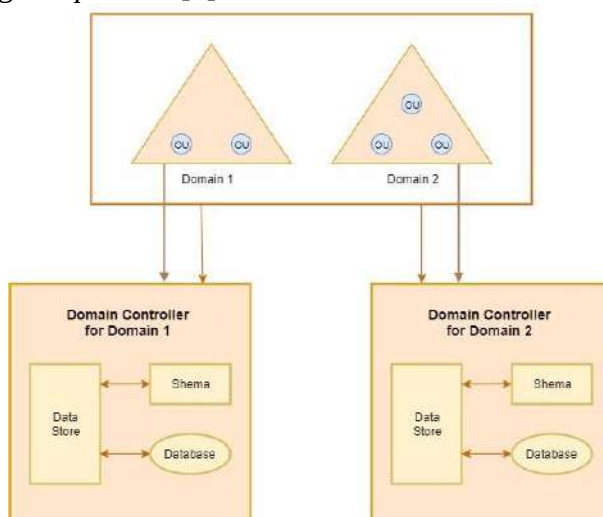
3-rasm. Microsoft Active Directory o'rmonlari

DNS

DNS Active Directory foydalanishi mumkin bo'lgan ierarxik arxitekturada nomlarni hal qilishni ta'minlaydi.

Ma'lumotlar ombori (Data Store)

Ma'lumotlar ombori - bu har bir domen kontrollerida ma'lumotlarni saqlash va olishni boshqaradigan katalogning bir qismidir [4].



3-rasm. Microsoft Active Directory arxitekturasini

Active Directory xizmatlarining ishonchliligini ta'minlash uchun har bir domenda kamida ikkita domen nazoratchilarini o'rnatish zarur. Domen nazoratchilarining o'rtasida barcha o'zgarishlar avtomatik ravishda replikasiya qilinadi. Agar domen nazoratchilaridan biri ishdan chiqsa ham, tarmoqning ishlashi buzilmaydi, chunki qolgan nazoratchilar ishlashda davom etadi. Ishonchlilikni yanada oshirish uchun DNS serverlarini Active Directory domen nazoratchilariga joylashtirish mumkin. Bu har bir domenda domenning asosiy zonasiga xizmat ko'rsatadigan bir nechta DNS serverlarini yaratish imkonini beradi. Agar DNS serverlaridan biri ishdan chiqsa ham, qolganlari ishlashda davom etadi[5].

Biroq, ularning barchasi Active Directory xizmatlarini joriy etish va uning ishonchliligini ta'minlashning texnik jihatlaridir. Kompaniyaning ishchi guruhlardan foydalangan holda teng huquqli tarmoqdan voz kechish orqali qo'lga kiritadigan afzalliklari:

1. Yagona autentifikatsiya nuqtasi

Ishchi guruhdagi har bir kompyuter yoki serverga tarmoqdan foydalanishni talab qiladigan foydalanuvchilarning to'liq ro'yxatini qo'lda kiritish kerak bo'ladi. Agar xodimlardan biri o'z parolini o'zgartirmoqchi bo'lsa, uni barcha kompyuter va serverlarda yangilash lozim bo'ladi. Tarmoq 10 ta kompyuterdan iborat bo'lsa yaxshi, ammo ular ko'proq bo'lsa-chi? Active Directory domenidan foydalanilganda, foydalanuvchilarning barcha hisoblari yagona ma'lumotlar bazasida saqlanadi va barcha kompyuterlar avtorizatsiya uchun unga murojaat qiladi. Domenning barcha foydalanuvchilari tegishli guruhlarga, masalan, "Buxgalteriya", "Moliya bo'limi" kabi guruhlarga kiritiladi. Muayyan guruhlar uchun ruxsatlarni bir marta belgilash kifoya, shunda barcha foydalanuvchilar tegishli hujjatlar va ilovalarga kirish huquqiga ega bo'ladilar. Agar kompaniyaga yangi xodim kelsa, u uchun tegishli guruhga kiritiladigan hisob yaratiladi - xodim shunday qilib unga ruxsat berilishi kerak bo'lgan tarmoqning barcha resurslariga kirish huquqini oladi. Agar xodim ishdan bo'shab ketsa, uning hisobini bloklashning o'zi kifoya - u darhol barcha resurslarga (kompyuterlar, hujjatlar, ilovalar) kirishdan mahrum bo'ladi.

2. Siyosatlarini boshqarishning yagona nuqtasi

Ishchi guruhda barcha kompyuterlar teng huquqlidir. Kompyuterlarning hech biri boshqasini boshqara olmaydi, yagona siyosat va xavfsizlik qoidalariga rioya etilishini nazorat qilish imkonsizdir. Yagona Active Directory katalogidan foydalanilganda, barcha foydalanuvchilar va kompyuterlar tashkiliy bo'linmalar bo'yicha ierarxik tarzda taqsimlanadi va ularning har biriga yagona guruh siyosati qo'llaniladi. Siyosatlar kompyuterlar guruhi va foydalanuvchilar uchun yagona sozlamalar va xavfsizlik parametrlarini belgilash imkonini beradi. Domenga yangi kompyuter yoki foydalanuvchi qo'shilganda, u avtomatik ravishda qabul qilingan korporativ standartlarga mos keladigan sozlamalarni oladi. Siyosatlar yordamida foydalanuvchilarga markazlashgan holda tarmoq printerlarini tayinlash, zarur ilovalarni o'rnatish, brauzer xavfsizligi parametrlarini belgilash va Microsoft Office ilovalarini sozlash mumkin.

3. Axborot xavfsizligining yuqori darajasi

Active Directory xizmatlaridan foydalanish tarmoqning xavfsizlik darajasini sezilarli darajada oshiradi. Birinchidan, bu yagona va himoyalangan hisoblar omboriga ega bo'lishdir. Domen muhitida domen foydalanuvchilarining barcha parollari ajratilgan server-domen nazoratchilarida saqlanadi va ular odatda tashqi kirishlardan himoyalangandir. Ikkinchidan, autentifikatsiya uchun domen muhitida Kerberos protokoli ishlatiladi, bu esa ishchi guruhlarda qo'llaniladigan NTLMga qaraganda ancha xavfsizroqdir.

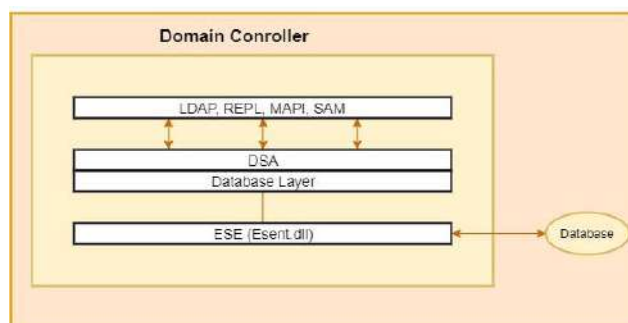
4. Korporativ ilovalar va uskunalar bilan integratsiya

Active Directory xizmatlarining katta afzalligi boshqa tizimlar, masalan, pochta serverlari (Exchange Server), proksi-serverlar tomonidan qo'llab-quvvatlanadigan LDAP (Lightweight Directory Access Protocol-kataloglarga kirish uchun yengil protokol) standartiga moslashganligidir.

Bu faqat Microsoft mahsulotlarigagina tegishli emas. Bunday integratsiyaning afzalligi shundaki, foydalanuvchi turli ilovalarga kirish uchun ko'plab login va parollarni eslab qolishi shart emas. Barcha ilovalarda foydalanuvchi bir xil hisob ma'lumotlaridan foydalanadi - uning autentifikatsiyasi yagona Active Directory katalogida amalga oshiriladi. Windows Server Active Directory bilan integratsiyalash uchun ko'plab tarmoq uskunalari tomonidan qo'llab-quvvatlanadigan RADIUS (Remote Authentication Dial-In User Service) protokolini taqdim etadi. Shu tufayli, masalan, tashqaridan VPN orqali ulanishda domen foydalanuvchilarining autentifikatsiyasini ta'minlash, kompaniyada Wi-Fi ulanish nuqtalaridan foydalanish imkoniyati paydo bo'ladi.

5. Ilovalar konfiguratsiyasining yagona ombori

Ba'zi ilovalar, masalan Exchange Server, o'z konfiguratsiyasini Active Directory'da saqlaydi. Active Directory kataloglar xizmatini o'rnatish bu ilovalarning ishlashi uchun majburiy shartdir. Kataloglar xizmatida ilovalar konfiguratsiyasini saqlash moslashuvchanlik va ishonchlilik nuqtai nazaridan foydalidir. Misol uchun, Exchange serverining to'liq ishdan chiqishi holatida ham, uning butun konfiguratsiyasi o'zgarishsiz qoladi. Korporativ pochtaning ishlashini tiklash uchun Exchange Serverni tiklash rejimida qayta o'rnatishning o'zi kifoya qiladi [6].



4-rasm. Ma'lumotlar bazasi arxitekturası

Bulardan tashqari Active Directory kataloglar xizmatini afzalliklari orasida quyidagilarni sanab o'tish mumkin:

- Katalog ma'lumotlarini saqlash va ularga tarmoq foydalanuvchilari hamda administratorlarining kirishini ta'minlash. Active Directory xizmati foydalanuvchilarning hisob yozuvlari haqidagi ma'lumotlarni (masalan, ismlar, parollar, telefon raqamlari va boshqalar) saqlaydi va shu tarmoqning tekshiruvdan o'tgan boshqa foydalanuvchilariga ushbu ma'lumotlarga kirish imkonini beradi.

- Mavjud domenga qo'shimcha domen kontrollerlarini qo'shish orqali tarmoq xizmatlarining mavjudligi va ishonchiligi darajasini oshirish.

- Har bir tugunga domen kontrollerini joylashtirish orqali tarmoq o'tkazuvchanlik qobiliyatini oshirish. Bunday sozlash serverga domenga kirish jarayonlarini tugunlarning o'zida qayta ishlash imkonini beradi, shu bilan tugunlar orasidagi tarmoq yuklanishini kamaytiradi.

AT samaradorligini oshirish:

- Windows operatsion tizimini boshqarish samaradorligini 30% gacha oshirish
- Foydalanuvchi hisoblari va parollar sonini kamaytirish
- Serverlarni boshqarishni markazlashtirish

Xavfsizlik darajasini oshirish:

- Windows xavfsizlik tizimi sozlamalarini avtomatlashtirish
- Foydalanuvchilarning mustahkam hisob va parollardan foydalanishini ta'minlash
- Tarmoq resurslariga kirishni boshqarishni soddalashtirish

Yakuniy foydalanuvchilar unumdorligini oshirish:

- Shaxslar, dasturlar va resurslarni tezkor qidirish
- Hamkorlikda ishlash uchun keng imkoniyatlarni taqdim etish
- Turli xil dasturlar va resurslarga kirish uchun yagona tizimga kirish[6].

Xulosa qilib aytganda, Active Directory xizmatlari korxona AT infratuzilmasining yuragi ekanligiga yana bir bor e'tibor qaratishni istaymiz. Agar u ishdan chiqsa, butun tarmoq, barcha serverlar va foydalanuvchilarning faoliyati to'xtab qoladi. Hech kim kompyuteriga kira olmaydi, o'z hujjatlari va dasturlariga ruxsat ololmaydi. Shu sababli, kataloglar xizmati barcha mumkin bo'lgan nozik jihatlarni, masalan, kompaniya filiallari yoki ofislari o'rtasidagi kanallarning o'tkazuvchanlik qobiliyatini hisobga olgan holda puxta loyihalanishi va joriy etilishi lozim (foydalanuvchilarning tizimga kirish tezligi hamda domen nazoratchilar o'rtasidagi ma'lumotlar almashinuvi bevosita bunga bog'liq).

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

- [1] <http://technet.microsoft.com/ru-ru/windowsserver/>
- [2] <http://system-administrators.info/?p=1919>
- [3] Настройка AD Windows server 2019 (Дэн Холме, Нельсон Рест, Даниэль Рест)
- [4] <https://www.globalit.ru/services/computer-service/server-setup-and-install.html>
- [5] <https://www.globalit.ru/solutions/system-integration/>
- [6] <https://www.globalit.ru/services/computer-service/server-setup-and-install.html>

RADIOLOKATSION TIZIMINING TUZILISH ASOSLARI

A.M. KULDASHEV, Z.Yo. AXMEDOV

O'R HX va MU Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari va harbiy aloqa instituti

Annotatsiya. Ushbu maqolada radiotexnik qo'shinlar radiolokatsion tizimlarining asosiy sinflarini umumiy tuzilish qonuniyatlari, talab etiladigan taktik-texnik xarakteristikalari erishiladigan texnik vositalar va usullari, radiolokatsion tizimlarning rivojlanish tendensiyalari yoritilgan.

Kalit so'zlar: radiolokatsion texnika, radiolokatsion stansiya, radioelektron vositalar, radiolokatsion tizim, havo hujumidan mudofaa tizimi, zenit artilleriya tizimlari, zenit raketa tizimlari, zenit raketa majmualari, radiotexnika bo'linmalari, zenit raketa bo'linmalari, qo'mondonlik punkti.

Аннотация. В данной статье описаны общие закономерности построения основных классов РЛС РТВ, способы и технические средств достижения требуемых ТТХ, тенденции развития РЛС.

Ключевые слова: радиолокационная техника, радиолокационная станция, радиоэлектронные средство, радиолокационная система, система противовоздушной обороны, зенитно-артиллерийские системы, зенитно-ракетные системы, зенитно-ракетные комплексы, радиотехнические подразделения, зенитно-ракетные подразделения, командный пункт.

Zamonaviy sharoitlarda havo sarhadlari qurolli qarshi kurash olamiga aylanmoqda, shu maqsadda yetuk davlatlar doimiy ravishda havo hujumi vositalarini doimiy ravishda takomillashtirib bormoqda. Mamlakat ob'yektlarini, aholini, qo'shinlarni havodan beriluvchi zarbalardan himoya qilish, havo hujumi vositalaridan mudofaa qilish vazifalarini muvaffaqiyatli bajarishni havo dushmanini doimiy ravishda razvedka qilmasdan imkoni yo'q. Razvedka vazifalarni bajarish, asosan Radiotexnik qo'shinlariga (RTQ) yuklatilgan.

Ma'lumki, dunyoda bo'lib o'tayotgan harbiy mojarolar asosan havo hujumi vositalari yordamida amalga oshirilib kelinmoqda. Rossiya-Ukraina davlatlari orasida bo'layotgan harbiy majoralarning tahlili shuni ko'rsatdiki, qanotli raketalar va uchuvchisiz uchish apparatlari keng ko'lamda qo'llanilmoqda. Rossiya davlati tomonidan yaratilgan zamonaviy qanotli raketalar hozirda o'zlarini mobil harakatlari va jangovar imkoniyatlarini jang maydonlarida samarali jihatdan ko'rsatmoqda. Ukraina davlatining havo hujumidan mudofaa bo'linmalari uchun raketalar va uchuvchisiz uchish apparatlariga qarshi kurashish dolzarb hisoblanmoqda. Zamonaviy qurolli mojarolar tahlili shuni ko'rsatmoqdaki, Havo hujumidan mudofaa qo'shinlarining o'rni keskin oshib bormoqda. Ayniqsa qo'shin va ob'ektlarni dushmanning havodan zarba berish vositalari xaqida erta ogohlantirish vazifasini bajaruvchi radiolokatsion vositalarning o'rni beqiyos.

Uchish apparatlarini ko'rish g'oyasi samolyotlardan himoyalani sh zarurati boshlangandan so'ng 1930 – yillarning boshida paydo bo'ldi, radiolokatsiyaning tarixi esa P. K. Osherkovning 1934-yilda havo ob'ektlarini ko'rish g'oyasini bildirgandan so'ng boshlandi.

Radiolokatsion texnika radiolokatsion stansiya (RLS) namunasining murakkab tizimini o'zida ifodalaydi. Ushbu tizim belgilangan fizikaviy qonunlarga bo'ysungan holda, bir necha o'n yillar davomida rivojlanmoqda. RTQ radioelektron texnikalarning tizimlarini murakkabligi quyidagilar:

Radioelektron vositalarning elementlar bazasi, texnik yechimi, turi va sinflarini ko'pligi;

Xududlarga taqsimlanishi va har-xil klimatik sharoitda ishlatilishi;

Ko'p darajali ma'lumotlar almashuviga zaruriyat mavjudligi, ya'ni RTQ RE texnikalarini har xil ma'lumot iste'molchilari bilan bog'lash;

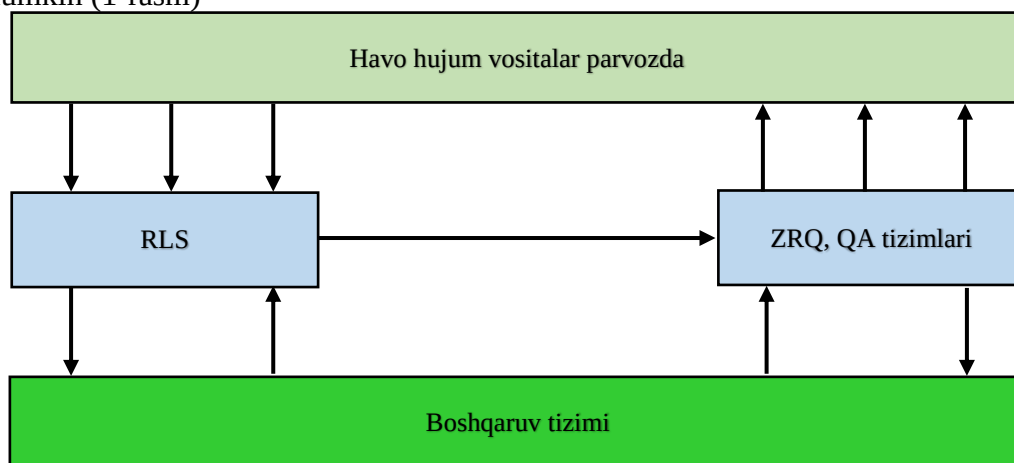
RE texnikalarni ishlatishga va jangovar shayligini saqlashga resurslarni (shaxsiy tarkib, elektr energiya, yoqilg'i, moddiy va moliyaviy vositalar) ko'p miqdorda sarflanishi;

RE texnikalarning turlarini doimiy ravishda yangilanib turilishi, RE texnikalarning parkini qismlar (elementlar) bo'yicha takomillashtirilishi, har xil avlod va turdagi RE texnikalarning birgalikda samarali ishlashini ta'minlashni zarurligi.

Radiolokatsion tizim bu- radiolokatsion ma'lumotlarni yig'ish, qayta ishlash va uzatish bo'yicha elementlari o'rtasida funksional bog'liqligi bo'lgan, havo vaziyatini baholash va HHK qo'shinlarining (Zenit raketa qo'shinlari-ZRQ va qiruvchi aviatsiya-QA) jangovar harakatini ta'minlash uchun mo'ljallangan xududda yoyilgan RTQ gruppirovkasi.

Tizimning asosiy belgilari: strukturasi, elementlarni mavjudligi, elementlarni hosil qiluvchilar o'rtasida bog'liqlik, kirish va chiqishni mavjudligi, bo'shliqda o'zini boshqara olishi belgilangan vazifasiga asosan havoni belgilangan qismini qamrab olish.

Tizimning turi ko'pligi va murakkab ishlashi ularni o'rganish va loyihalashga izchil yondashuvni talab etadi. Katta tizimlar o'zgacha qiziqish uyg'otadi [1]. HHM tizimini katta tizimga kiritish mumkin (1-rasm)



1- rasm. HHM tizimi

Katta tizimni funksional belgilariga qarab quyidagi tarkibiy qismlarga ajratish mumkin: bajaruvchi, ma'lumot beruvchi va boshqaruvchi. (1-rasm).

Bajaruvchi qismi (ZRQ va QA tizimining) tizimning belgilangan vazifasiga asosan ishlatiladigan resurslari yoki ayrim imkoniyatlariga ega.

Ma'lumot beruvchi qismi (radiolokatsion tizimining) tashqi muhitning (havo hujumi vositalari) holati bo'yicha va ular bilan o'zaro harakatlar natijasi to'g'risida barcha ma'lumotlarni boshqaruv tizimi va bevosita bajaruvchi tizimga yetkazadi.

Boshqaruvchi qismi ma'lumot beruvchi va bajaruvchi qismlardan kelgan ma'lumotlarni qayta ishlaydi va olingan ma'lumotlarga asosan ma'lumot beruvchi va bajaruvchi qismlarning resurs va imkoniyatlarini taqsimlaydi.

O'z navbatida ma'lumot beruvchi qism (radiolokatsion tizim) ham katta tizim sifatida ko'rib chiqilishi mumkin:

aniq belgilangan vazifasiga ega havo vaziyatini razvedka qilish va baholash va tizimning jangovar harakatlarini yanada yuqori tartibda ta'minlab berishi - HHM tizimini (ZRQ va QA);

murakkab strukturaga ega - tarkibiga turli vazifalarga mo'ljallangan bir nechta radiolokatsion texnikalar kiradi;

murakkab ishlash jarayoni bilan xarakterlanadi (halaqitlar fonida nishonlarni ko'rish, ularning joriy koordinatalarini aniqlash, QA va ZRQ boshqaruv tizimlari o'rtasida ma'lumot almashish – 1-rasm);

ierarxik strukturaga ega, ya'ni HHM tizimining tizim osti tizimi xisoblanadi va o'zi ham tizim osti tizimlardan tashkil topgan:

radioelektron texnika – radiolokatsiya vositalari (RLV), avtomatlashtirilgan vosita komplekslari (AVK);

radioelektron qurilmalar (uzatish, qabul qilish, halaqitlardan himoyalash, antenna-volnovod va boshqalar);

funksional tarmoqlar – generatorlar, kuchaytirgichlar, filtrlar va boshqalar;

sxema elementlari (mikrosxemalar, tranzistorlar, rezistorlar, kondensatorlar, diodlar va boshqalar). [2]

Bundan tashqari, radiolokatsion tizim uning hosil qiluvchi elementlarida mavjud bo'lmagan xususiyatlarga ega: alohida radiolokatsiya vositalari (RLV), avtomatlashtirilgan vosita komplekslari (AVK).

RE texnikalarning ayrim elementlari bajara olmaydigan vazifalarni radiolokatsion tizim bajara oladi:

Radiolokatsion tizim uzoqlik bo'yicha deyarli cheklovlarga ega emas, chunki uning elementlari katta xududda yoyilgan bo'lishi mumkin;

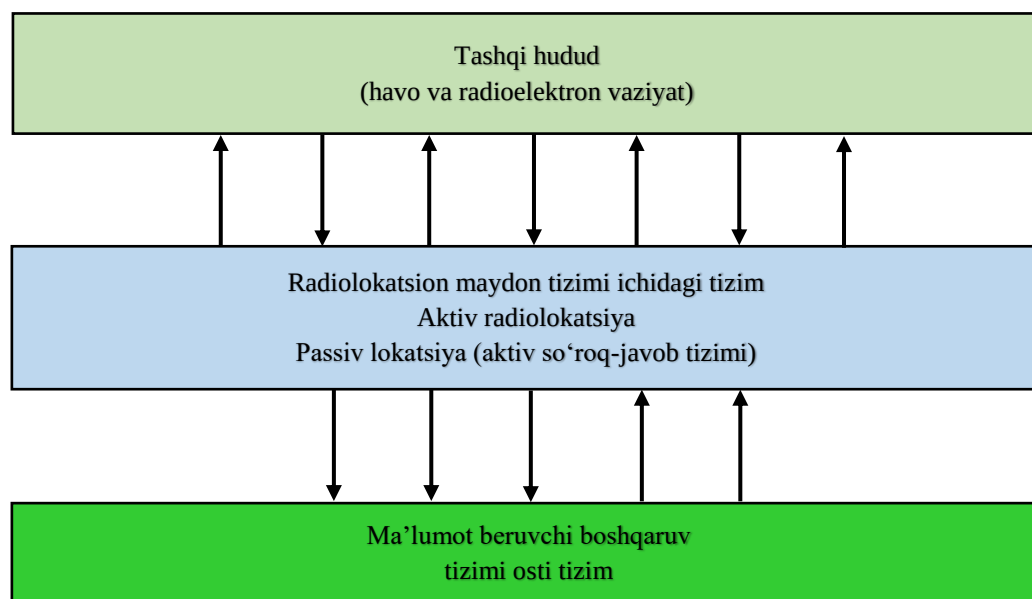
Radiolokatsion tizim havo vaziyatini o'zgarishiga moslashib olishi mumkin;

RL texnikalarning ayrim elementlariga nisbatan radiolokatsion tizim deyarli ko'p hajmdagi ma'lumotlarni qabul qilishni ta'minlab beradi;

Radiolokatsion tizimi elementlari o'rtasida ma'lumotlar bilan almashish imkoniyati uning halaqitbardoshli va ishonchliroqligini ta'minlab beradi.

Radiolokatsion tizim o'z navbatida radiolokatsion maydon tizim ichidagi tizim ma'lumot beruvchi-boshqaruv tizim ichidagi tizimidan tashkil topgan (2-rasm).

Ma'lumot beruvchi-boshqaruv tizim ichidagi tizim iste'molchilarga RL ma'lumotlarni yig'ish, qayta ishlash va uzatish funksiyasini bajaradi. Avtomatlashtirilgan vosita komplekslari bilan jixozlanadigan, u HHM birlashma razvedka-axborot markazlari (RAM) va qo'mondonlik punktlarining (QP) o'zaro bog'liq tarmoq ko'rinishida bajarilgan [2].



2- rasm. Radiolokatsion tizimning struktura sxemasi

Ma'lumot beruvchi-boshqaruv tizim osti tizimi nishon koordinatalarining alohida xisobotini trassalar bilan birlashtirishni (ikkilamchi qayta ishlash), turli manbalardan kelgan RL ma'lumotlarni umumlashtirishni (uchinchi qayta ishlash), RL ma'lumotlar oqimi va radiolokatsion maydon (RLM) tizim osti tizimini ishini boshqarishni ta'minlaydi.

Radiolokatsion maydon (RLM) tizim osti tizimi aniq bo'lgan radiolokatsiya turlarini qo'llagan holda tashqi muhit (havo va radioelektron (halaqitli) vaziyat) bilan hamkorlikda harakat qiladi: aktiv exo-lokatsiyani, radionurtaratish manbalari passiv lokatsiyasini va aktiv javobli aktiv lokatsiyani (aktiv so'rov-javobli tizimlari-o'zining qiruvchilarini lokatsiyasini uzoqligini oshirish uchun).

Radiolokatsion maydon (RLM) tizim osti tizimining elementlari odatdagidek, sathni ketma-ket ko'rish rejimida ishlaydi va birlamchi RL ma'lumotlarni nishon belgilari va koordinatalarini diskret xisobot ko'rinishida o'zining ko'rish zonasi chegarasida ularni vaqtga bog'lab oladi.

Belgilangan sinfdagi sifatli ko'rsatgichlarga ega nishonlar to'g'risida RL ma'lumotlarni olishni ta'minlab beruvchi havo sathining qismi konkret pozitsiyada yoyilgan RLSning ko'rish zonasi xisoblanadi. RTQ gruppировkasi tarkibiga kiruvchi RLSlarning ko'rish zonasining jamlanmasi Ω_i aktiv radiolokatsiyaning RLMni Ω_{RLM} hosil qiladi:

$$\Omega_{RLM} \geq \{\Omega_1 \cup \Omega_2 \cup \Omega_3 \cup \dots\}, \quad (1)$$

Ω_u – u -nchi ko'rish zonasi ($u = 1, 2, 3, \dots$)

Ushbu formula RLSning ko'rish zonalarini oddiy birlashtirishga mos keladi. Bunda RLS gruppировkasining ma'lumot yoki signal berish hamkorligi natijasida o'ng qismiga nisbatan chap qismi vaqti bilan katta bo'lishi mumkin. Staxning ayrim hududlari bir vaqtning o'zida RLSning bir nechta ko'rish zonalariga tegishli bo'lishi mumkin. Ushbu xududlarda $S = 2; 3, \dots$ karraga ega ko'p karrali RL maydon hosil bo'ladi.

RLM Ω RLM qoida bo'yicha, murakkab konfiguratsiyaga ega, dengiz sathidan nishonlarni belgilangan uchish balandligi uchun kesimlar jamlanmasi bilan xarakterlanadi, past balandliklarda esa - xududning egiluvchan relefidan. RLM to'g'risida qisqacha tasavvur uning parametrlarini beradi: belgilangan balandlikda maydonning chegarasini, to'liq RL maydon chegarasining yuqori N_{maks} va pastki N_{min} balandliklari.

Havo hujumi vositalarining (HHV) uchish-taktik xarakteristikalarini inobatga olib, butun RLM chegaralariga quyidagi talablar qo'yiladi: balandlik bo'yicha

$N_{min} \leq 50$ m, $N_{max} \approx (30 \dots 40)$ km va undan yuqori.

Ikkinchi shartni bajarish uchun yuqori quvvat va potensialga ega RLSlar ishlatiladi, ko'rish balandligini N_{min} pasaytirish uchun RTQ guruxlarini miqdorini oshirish yoki RLSlarni (antennalarini) yuqori balandliklarga ko'tarish, uchish apparatlarini, shuningdek kosmik apparatlarini ishlatish talab etiladi.

Radiolokatsion tizim tarixan shakllanib kelgan va kelajakda asosan yerda joylashadigan tizim sifatida qoladi.

Har xil prinsiplarda ishlovchi, turli maqsadlarda ishlatiladigan radiolokatsiya vositalari bilan hosil bo'ladigan RL maydon, o'zining strukturasi bo'yicha murakkab, ko'p funksiyali va har qanday sharoitda qo'shinlarni ta'minlash uchun havo vaziyati bo'yicha RL ma'lumotlarni barqaror ta'minlab beradi.

“Ideal” radiolokatsion tizimning asosiy funksiyasi – havo ob'ektlarining trassalarini (kimga tegishliligi, sinfi va boshqalar) vaqtning real masshtabida maksimal darajada to'liq, xatosiz tasvirlash va prognoz qilishdir. Shuningdek radiolokatsion tizimning asosiy ko'rsatgichlari bo'lib quyidagilar xizmat qilishi mumkin:

Havo vaziyatini to'liq tasvirlanishi (μ);

Tasvirning haqqoniyligi (α);

Trassalarning to'liq tasvirlanishi (σ_{xy}).

Berilgan sifatli ko'rsatgichlar yordamida radiolokatsion tizimning samaradorligi baholanadi. HHVni zarbasini qaytarish mobaynida radiolokatsion tizimning ishlash jarayonini EHM modellashtirib, tasvirdagi trassalarning M sonini, yolg'on trassalarning sonini M_{yt} va nishonlarning koordinatalarini aniqlovchi o'rtacha kvadratik xatolarini σ_{xy} matematik kutilishini hisoblash mumkin [3].

Ko'rsatgichlari

$$\mu = \frac{M}{M_0}; \quad \alpha = \frac{M_{\text{ET}}}{M_0}; \quad \delta = \sqrt{\frac{1}{M} \sum_{i=0}^M \delta_{xyi}^2}, \quad (2)$$

bunda M_0 – modellashtiriluvchi trassalar soni, zarbaning belgilangan modeli uchun trassalarni aniq va haqqoniy tasvirlash bilan xarakterlanadi. HHV zarbalarining modellarini va RTQ gruppировkalarini variantlarini o'zgartirib, radiolokatsion tizimning kutilayotgan samarasini

baholash, avtomatlashgan vosita komplekslari va radiolokatsiya vositalarining TTXga talablar, tuzilishini mos variantini asoslab berish mumkin.

$\{\mu, \alpha, \sigma_{xy}\}$ larni ko'p marotaba o'lchash natijasida sifat kriteriyalari yaqqol ma'lum. Uning tuzilishiga qo'yilgan talablar oddiy asoslanadi: $\mu \geq 0,9$; $\alpha \leq 0,1$;

$\sigma_{xy} \approx 10^2 \dots 10^3$ m. Vaziyatning aniq variantlarida modellash tirish yoki sinov natijalarini tahlil qilish uchun u qo'llaniladi. Ammo uning yordamida radiolokatsion tizimni takomillashtirish bo'yicha taklif ishlab chiqish murakkab, agarda vaziyatning asossiz sharoiti uchun samaradorligini ishonchli baholashda ishonch bo'lmasa, ko'rsatgichlari qoniqarsiz bo'lsa.

Nishonlarni ko'pligi va kenglik bo'yicha sifat ko'rsatgichlarini umumiy lashtirish uslublarini har doim ham asoslab bo'lmaydi. Radiolokatsion tizimning holatini baholash va uni boshqarishni tashkillashtirish mobaynida o'zlashtirish uchun ko'p marotaboli o'lchash kriteriyalari noqulay. Shuning uchun yangi radiolokatsion vositalarni ishlab chiqishda, qurollanishga qabul qilishda va ishlatishni tashkil etishda ularni samaradorligini baholashda muammolar kelib chiqadi.

Har qanday texnik, jumladan radiolokatsion tizimlarning samaradorligi, ularning mo'ljallanishi, shuningdek mo'ljallanishi bo'yicha ishlatish natijalari va ishlatish va yaratishga ketgan xarajatlar bo'yicha belgilanadi. Radiolokatsion tizimni qo'llash samaradorligini muhokama qilganda, uning bahosini miqdoriy ko'rsatgichlari yoki kriteriyalari zarur. Optimal vazifalarni yechish mobaynida, samaradorlik ko'rsatgichi (kriteriyasi) bir qancha omillarga bog'liq bo'lganda, u maqsadli funksiya deb aytiladi.

Amaliyotda samaradorlikni baholashni turli kriteriyalarini qo'llanilishi kuzatilmoqda:

$$Ye = \frac{W-C}{W_0} \quad (3)$$

Bunda W – vositalarni mo'ljallanishi bo'yicha ishlatish natijalari;

C – uni yaratish va ishlatishga ketgan xarajatlar;

W_0 – qo'yilgan vazifalar to'liq bajarilganda, vositalarni qo'llash natijalari,

$$E = W - C \quad \text{va} \quad E = \frac{W}{C} \quad (4)$$

Umuman olganda, texnik vositalarning qo'llash samaradorligini baholash kriteriyalarini boshqa shakllari ham mavjud.

Harbiy texnika va qurollarning namunalarini ko'rsatgich sifatida W qo'llashda samaradorligini baholash mobaynida ko'pincha bartaraf etilgan yoki yetkazilgan ziyonning matematik kutilishi qo'llaniladi. Ma'lumki, HHM vositalari uchun ikkinchi variant ma'qulroq. Ko'rsatgichning miqdoriy ahamiyatini W asosiy aniqlash uslubi tegishli jangovar harakatlarni EHMDa statistik modellash tirish xisoblanadi. S ko'rsatgichi iqtisodiy xisob-kitob bilan baholanadi.

Yirik tizimning samaradorligini baholash kriteriyalarini tanlash murakkab va mas'uliyatli vazifani o'z ichiga oladi. Tizimli tahlilni holatini qo'llagan tarzda radiolokatsion tizimni qo'llash samaradorligini kriteriyasini tanlash HHM tizimining jangovar harakatlarini tahlil qilish asosida amalga oshiriladi. Uning o'zxi tizim osti tizim xisoblanadi. Bunda radiolokatsion tizimni qo'llash samaradorligi HHM tizimining umumiy samaradorligiga qo'shgan hissasi bilan aniqlanadi.

Radiolokatsion tizimning o'ziga xos xususiyati shundan iboratki, u ancha ilgari yaralgan, ishlayapti va rivojlantirishni talab etadi, shuning uchun unga tizimli yondashish prinsipini qo'llash uning rivojlanishiga eng oqilona yo'llarni asoslashni talab qiladi:

RETni namunalarini yangilash;

RTQ bo'linmalarining (gruppirovkalarining) strukturasini takomillashtirish;

Tizim ichidagi tizim orasidagi (boshqa HHM vositalari bilan) aloqani takomillashtirish.

Ko'rsatilgan uchta rivojlantirish yo'nalishlari bir-biri bilan chambarchas bog'liq. Kengaytirilgan va sifatli yangi rivojlangan turli birikmalar bo'lishi mumkin. Ayniqsa radiolokatsion tizimda RET jo'shqinlik bilan rivojlanishi lozim: har 3-4 yilda radiolokatsiya vositalari (RLV), avtomatlashtirilgan vosita komplekslari (AVK) namunalarini bilan butlanishi va buning natijasida HHVning jadal rivojlanishiga mos kelish uchun, 10-15 yil ichida o'zining ko'rinishini jiddiy o'zgartirishi lozim. Bundan kelib chiqadiki, RETni doimiy yo'naltirilgan takomillashtirilishi –

RTQning yirik radiolokatsion tizimlarini takomillashtirishni ob'ektiv zaruriy sharti va jarayonning asosiy maqsadidir.

Ushbu jarayonning muhim tomoni RETning mavjud va yangi namunalarini birlashtirish xisoblanadi. RETning yangi namunalarini ishlab chiqish, sinovdan o'tkazish va seriyali ishlab chiqishga 5-10 yil ketsa, RETning namunasini qabul qilingan yashovchanligi 20 yilgacha davrni tashkil qilsa, unda RTQda eski va yangi namunadagi RETni birlashtirib ishlatish muqarrar.

Shunday ekan, yirik radiolokatsion tizimlarning rivojlanish strategiyasi va ularni ishlatish uchun harbiy muxandislarni tayyorlash katta vaqt oralig'ini (20 yil va undan ko'p) hisobga olishi va quyidagi vazifalarni ychishi lozim:

RETni sinflanishini, mo'ljallanishini, ko'rinishini, har bir sinfni TTXsini, sinflarning son jihatdan tarkibini va turli sinfdagi RETlarni hamkor ishlashini asoslash;

turli sinfdagi RETlar uchun asosiy texnik vazifalarni tanlash va variantlarni tahlil qilish;

“samaradorlik-narxi” kriteriyasi bo'yicha RETning aniq namunalarini ishlab chiqarishni va joriy qilishni maqsadga muvofiqligini harbiy – iqtisodiy tahlili[4].

Xulosa:

Radiolokatsion tizimlarni jadal rivojlanishini ta'minlovchi, RET sifatli yangi qurish yo'llarini aniqlash. Radiolokatsiya vositalarini (RLV), avtomatlashtirilgan vosita komplekslarini (AVK) takomillashtirishni texnik imkoniyatlari amaliy jihatdan cheksiz bo'lishi mumkin. Ammo harbiy va iqtisodiy muvofiqlik tahlili jiddiy ravishda tanlovni real erkinligini chegaralab qo'yadi, ayniqsa amaldagi radiolokatsion tizimning “inersiyaga xosligini” xisobga olib.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

[1] Теоретические основы радиолокации / под ред. Я.Д. Ширмана. –М.: Сов. радио, 1970. – 560 с.

[2] Основы построения РЛС РТВ / под ред. Б.Ф. Бондаренко. – Киев: КВИРТУ, 1987. – 368 с.

[3] Финкелштейн, М.И. Основы радиолокации: учеб. для вузов / М. И. Финкелштейн. – М.: Сов. радио, 1973. – 496 с.

[4] Многофункциональные радиолокационные системы: учеб. Пособие для вузов / П.И. Дудник, А.Р. Ильчук, Б.Г. Татарский; под ред. Б.Г. Татарского – М.: Дрофа, 2007. – с.: ил. – (высшее образование. Радиотехнические системы).

[5] Пространственное-временная обработка сигналов / И.Я. Кремер, А.И. Кремер, В.М. Петров и др.; под ред. И.Я. Кремера – Мю: Радио и связь, 1984. – 224 с.

[6] Обнаружение движущихся объектов / П.А.Бакут, Ю.В. Жулина, Н.А. Иванчук; под ред. П.А. Бакута – М.: Сов.радио, 1980. – 288 с.

[7] Воронин А.А., Свистунов Д.Ю. Метод выбора точек стояния станций контроля воздушного пространства с использованием цифровых карт местности //Системы обработки информации. – Х.: НАНУ, ПАНМ, ХВУ. – 2002. – Вип. 6 (22). – 174 с.

[8] Камалтынов Г.Г., Колодий О.П., Свистунов Д.Ю. Автоматизированное выявление участков рельефа местности, пригодных для размещения позиций радиолокационных средств РТВ // Сборник – Х.: ХВУ. – 2002. – Вип. 1 (39). – 95 с.

К РАЗРАБОТКЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА ОПЕРАТОРА НАВЕДЕНИЯ ТРЕНАЖЕРА ПЕЧОРА – 2М

М.М. СУЛТОНОВ

Институт информационно- коммуникационных технологий и военной связи УВБиО РУ

Аннотация. В данной статье рассматривается модель, на основе которой планируется спроектировать учебно-тренировочное автоматизированного рабочего места наведения АРМ Н предназначенного для подготовки операторов по поиску, обнаружению и сопровождению воздушной цели. Приведен состав и предназначение элементов создаваемой модели. Сформулированы основные навыки, получаемые операторами наведения АРМ Н в процессе практического обучения в составе боевого расчета ЗРК Печора – 2М по отражению ударов средств воздушного нападения (СВН) в различных условиях воздушной и помеховой обстановки.

Ключевые слова: автоматизированное рабочее место наведения АРМ Н, зенитный ракетный комплекс ЗРК, тренажёр, средств воздушного нападения СВН, оператор, командный пункт КП.

Аннотация. Ушбу мақолада ҳаво нишонини қидириш, аниқлаш ва кузатиш бўйича операторларни тайёрлашга мўлжалланган ўқув - тренировка автоматлаштирилган иш жойи АРМ Нни лойиҳалаш учун ишлаб чиқилиши режалаштирилаётган модель кўриб чиқилади. Ишлаб чиқилаётган моделни таркиби ва қисмларини мўлжалланиши келтирилган. Йўналтирувчи операторларни амалий шугуллантириши жараёнида ҳар хил ҳаво вазиятида ва радиоэлектрон шовқинлар шароитида ҳаво ҳужумини қайтаришида Печора – 2 м ЗРК жанговар ҳисобини ишини асосий кўникмалари шаклланади.

Калит сўзлар: йўналтирув автоматлашган иш жойи АРМ Н, зенит ракета мажмуа ЗРМ, тренажёр, ҳаво ҳужум воситалари ХХВ, оператор, қумондонлик пункти ҚП.

В настоящее время активно развивается совершенствование модели обучения военнослужащих различных родов войск Вооруженных Сил Республики Узбекистан, в том числе с применением ИКТ.

При этом в последние годы наблюдается тенденция экономии материальных затрат в ходе подготовки квалифицированных специалистов той или иной сферы, в частности, при подготовке операторов боевых расчетов зенитных ракетных комплексов, которые непосредственно выполняют боевую задачу по уничтожению воздушных целей.

В процессе несения боевого дежурства по охране и обороне воздушного пространства страны с вышестоящего КП выдается сигнал «Готовность № 1», который означает перевод дежурных сил и средств

в боевое положение и готовность к открытию огня по воздушному судну-нарушителю. Выполнение поставленной боевой задачи при этом в огромной степени зависит от выучки (практической подготовки) боевого расчета в том числе оператора наведение АРМ-Н.

Автоматизированное рабочее место оператора наведения тренажёра кабины управления Печора 2М является программно-аппаратным комплексом, предназначенным для выполнения следующих функций:

- поиск и обнаружения цели;
- ручное или автоматические сопровождение цели;
- наблюдение за сопровождением цели по угловым координатам в секторе дополнительного поиска;
- наблюдение за пуском зенитных управляемых ракет;
- захват ракеты;
- наблюдение точкой встречи ракет с цели;
- запись и воспроизведение процесса боевой работы;

- автоматическое проведение контроль функционирования АРМ Н при включении источника питания.

Оно размещается в кабины управления УНК – 2М и предназначено для индикации информации воздушной цели и захватом ракеты, а также для осуществления ручного и автоматического сопровождения цели. Одной из основных задач оператора является управление наблюдение за целью и сопровождение, захвата ракеты при сканировании воздушного пространства в целях обнаружения и осуществления качественного сопровождения СВН противника.

При отражении массированных ударов средств воздушного нападения (СВН) первоочередной задачей зрдн является уничтожение целей на малых и предельно малых высотах.

На вооружении зрдн находятся:

Радиолокационная станция наведения ракет (СНР), в составе:

- кабина управления УНК-2М;
- антенный пост (АП) УНВ-2М.

Самоходная ракетная батарея (СМ-РБ) в составе:

- до 4 самоходных пусковых установок (СПУ) 5П73-2М с двумя направляющими для ЗУР;

- до 4 транспортно - заряжающих машин (ТЗМ) ПР-14-2М (ПР-14-2М-01).

Дополнительно ЗРД могут придаваться средства боевого обеспечения:

- средства разведки и целеуказания (ЦУ);
- комплекс радиотехнической защиты (КРТЗ).

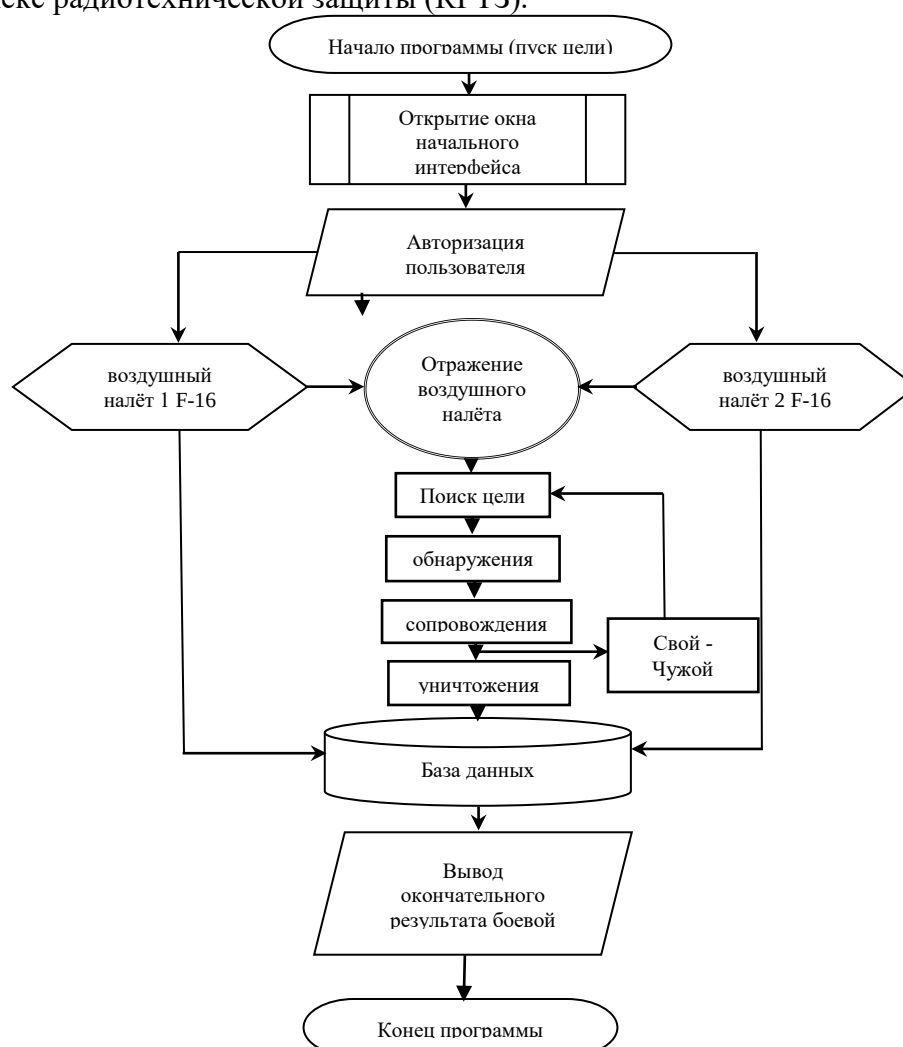


Рис.1 Алгоритм работы программы автоматизированного рабочего места АРМ Н тренажера

Меню управления моделями цели, ракет и установками значений координат при тренировке методом электронного выстрела ЭВ имеет вид, представленный на рисунке 2. [1,2,3]

ЭВ	Совм	НУ Ц	Пуск Ц	Стоп Ц	Возврат Ц	Пуск Р1	Пуск Р2	Возврат Р1	Возврат Р2		
Стриж ОТКЛ	Им	et= 016°53	bt= 276°44	Dt= 20000	Vt= 0	p= 3000	θt= 000°00	A_кн10= 60	A_кн11= 60		
		br1= 029°56	gr1= 000°00	Dr1= 102	br2= 029°56	gr2= 000°00	Dr2= 102				

Рис. 2. Меню управления моделями цели, ракет и установками значений координат при тренировке боевого расчета методом электронного выстрела
(вызов клавишами: Управ ЭВ → НУ Ц → Enter)

Состав тренажёра автоматизированного рабочего места АРМ Н показан в табл. 1.

Табл. 1

Состав тренажёра автоматизированного рабочего места АРМ Н

п/п	Наименование	Количество
1	Корпус АРМ Н	1
2	Контрольный блок	1
3	монитор	2
4	Панель управления АРМ Н	1
5	Джойстик – У	1
6	Джойстик - Д	1

При конструировании автоматизированного рабочего места АРМ Н оператора наведения (табл.1) к числу основных условий, способствующих наиболее полной реализации профессионализма оператора, предусмотрен следующее:

- достаточное рабочее пространство, позволяющее осуществлять различные движения и перемещения при эксплуатации и техническом обслуживании оборудования;
- надежные физические, зрительные и слуховые связи оператора с оборудованием, а также другими лицами боевого расчета;
- достаточный уровень освещения.

При организации рабочего места необходимо принимать во внимание конфигурацию и способ размещения монитора и панелей управления.

Рабочее место необходимо спроектировать таким образом, чтобы обеспечить наиболее полную реализацию всех способностей и профессионального мастерства оператора АРМ наведения. [4,5]

Достоинствами использования тренажера АРМ наведения являются значительная экономия моторесурса боевой техники, отсутствие больших материальных затрат, требуемых при проведении имитационных тренировок непосредственно на УНК, а также полная имитация внезапного появления всех типов СВН противника (бомбардировщик, истребитель, штурмовик, вертолет, беспилотный летательный аппарат, крылатая ракета и т.д.) в зоне обнаружения радиолокационных систем, возможность создания налета любой сложности (одиночная, групповая или маневрирующая цель, летящая под прикрытием естественных или искусственных помех и т.п.),

в условиях радиолокационного подавления, полетов СВН на малых и предельно малых высотах, маневров по курсу и в большом диапазоне высот и скоростей. Тренажер обеспечивает обучение и индивидуальную тренировку операторов АРМ наведения, выполнение ими всех операций боевой работы во всех режимах обзора воздушного

пространства, обнаружения воздушных целей, вследствие чего обучение на тренажере максимально приближено к боевой обстановке. [6,7]

Тренажер обеспечивает широкие возможности моделирования массированных ударов средств воздушного нападения с воспроизведением оперативно-тактических и летных характеристик, способов боевого применения различных самолетов, вертолетов, беспилотных летательных аппаратов, баллистических, крылатых и противолокационных ракет.

Таким образом, представленная модель разработана в соответствии с требованием обеспечения возможности имитации основных ситуаций, возникающих в условиях реальной эксплуатации АРМ наведения. Выполнение указанного требования позволит разработать программное обеспечение, охватывающее наиболее широкий спектр профессиональных вопросов обучения и поддержания навыков оператора АРМ наведения на высоком профессиональном уровне. Разработанная модель и созданное на её основе программное обеспечение послужат прототипом в ходе дальнейшей работы по созданию других тренажеров АРМ. Использование современных программно-аппаратных средств позволяет значительно повысить качество учебного процесса. Созданное АРМ обеспечивает имитацию основных этапов боевой работы расчёта: поиск, обнаружение, сопровождение и наведение на воздушные цели в условиях различных тактических сценариев. Разработанное решение способствует формированию у обучаемых устойчивых профессиональных навыков без привлечения дорогостоящей боевой техники и ракетных пусков, что снижает материальные затраты, риск выхода из строя боевой техники и повышает интенсивность подготовки боевого расчёта. Кроме того внедрение автоматизированного рабочего места расширяет возможности адаптации учебного процесса под уровень подготовки конкретного оператора и позволяет интегрировать тренажёр в комплексную систему обучения подразделений ПВО.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

- [1] Нурметов. Б.С. Разработка симуляционного тренажёра по боевой работе машины командования и управления зенитного ракетного дивизиона FD – 2000. // Диссертационная работа. – Т., 2021 – С. 78-102.
- [2] Лямзин Д.В. Использование ИКТ в учебном процессе // Материал из Letopisi.Ru — «Время вернуться домой».
- [3] Бабич И.Н. Новые образовательные технологии в век информации / Материалы XIV Международной конференции «Применение новых технологий в образовании». – Троицк: Фонд новых технологий в образовании «Байтик». – 2003. – С. 68-70.
- [4] Ахметшина Г.Х. Использование ИКТ в учебно-воспитательном процессе.
- [5] Исмоков А.Х., Муродов Д.С. Внедрение тренажеров-симуляторов для повышения квалификации и знаний специалистов подразделений радиоэлектронной разведки и борьбы: “Қуролли кучлар тизимида инновацион технологиялар ва уларни амалиётга жорий этиш истикболлари” мавзусидаги Республика илмий-услугий конференцияси мақолалар тўплами, (ХДФУ) // 2020. – Б. 334-337.
- [6] Рыбаков А.А. Роль тренажера в подготовке операторов // Современные способы по подготовке специалистов – 2015.
- [7] Кашин В. М., Белов В. В., Власов Н. Н., Водиченков Д. А. Принципы построения учебно-тренировочных средств и опыт создания тренажера оперативно-тактического ракетного комплекса // Вестник РГРТУ. – 2016. – № 57. – С. 94–104.

QONUNCHILIK VA AXBOROT XAVFSIZLIGI O‘ZARO BOG‘LIQLIGINI MATEMATIK MODELLASHTIRISH

DSc, professor B.Z. TO‘RAYEV,

O‘R HX va MU Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari va harbiy aloqa instituti

B.N. MIRZAODILOV, N.M. JABBOROV

Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti

Annotatsiya. Maqolada normativ-huquqiy talablarning axborot xavfsizligi choralarini amalga oshirish samaradorligiga ta’siri tahlil qilingan. O‘zbekiston Respublikasining «Shaxsiy ma’lumotlar to‘g‘risida»gi Qonuni (№ ZRU-547, 2019 yil; № ZRU-880, 2023 yil) asosida butun sonli dasturlash modeli taklif etilgan. Model cheklangan resurslar sharoitida xavfsizlik darajasini optimallashtirish va qonun talablariga muvofiqlikni baholash imkonini beradi. Misollar va tahlillar orqali modelning amaliyotdagi qo‘llanish imkoniyatlari ko‘rsatilgan.

Kalit so‘zlar: axborot xavfsizligi, shaxsiy ma’lumotlar, qonunchilik, optimallashtirish, butun sonli dasturlash.

Аннотация: В статье рассмотрено влияние нормативно-правовых требований на эффективность реализации мер информационной безопасности. На основе законодательства Республики Узбекистан, в частности Закона «О персональных данных» (№ ЗРУ-547 от 2019 года; № ЗРУ-880 от 2023 года), предложена модель целочисленного программирования. Модель позволяет оценивать степень соответствия системы законодательным требованиям и оптимизировать уровень защиты с учётом ограниченных ресурсов. На примерах показана практическая применимость подхода.

Ключевые слова: информационная безопасность, персональные данные, законодательство, оптимизация, целочисленное программирование.

Abstract. The paper analyzes the impact of legal requirements on the effectiveness of information security measures. Based on the legislation of the Republic of Uzbekistan, particularly the Law “On Personal Data” (Law No. ZRU-547 of 2019; Law No. ZRU-880 of 2023), an integer programming model is proposed. The model allows evaluating the degree of compliance of an information security system with legislative requirements while optimizing the level of protection under limited resources. Examples and analysis demonstrate the practical applicability of the proposed approach.

Keywords: information security, personal data, legislation, optimization, integer programming.

Axborot xavfsizligi tizimlari texnik yechimlar va huquqiy majburiyatlar kesishgan nuqtada joylashgan. Shaxsiy ma’lumotlarni himoya qilish sohasidagi qonunchilik normalarini buzish foydalanuvchilar ishonchining pasayishiga, ma’muriy va moliyaviy jazolarga olib kelishi mumkin. Taklif etilgan model ushbu jarayonni formallashtirish va cheklangan budjet sharoitida eng maqbul choralarni tanlash imkonini beradi.

O‘zbekiston Respublikasining «Shaxsiy ma’lumotlar to‘g‘risida»gi Qonuni № ZRU-547 shaxsiy ma’lumotlarni qayta ishlash va himoya qilish tartibini belgilaydi. 2023 yilda qabul qilingan № ZRU-880 qonuni vakolatli organlar funksiyalarini aniqlab, boshqaruvni markazlashtirishga qaratilgan.

Shaxsiy ma’lumotlarni qayta ishlashning asosiy printsiplari:

1. Qonuniylik va shaffoflik. Shaxsiy ma’lumotlarni qayta ishlashga faqat huquqiy asos mavjud bo‘lganda ruxsat beriladi — ma’lumotlar sub’ekting roziligi, shartnomani bajarish, normativ yoki huquqiy majburiyatlarni bajarish. Bunday holda, mavzu o‘z ma’lumotlarining maqsadlari, hajmi va saqlash muddati to‘g‘risida tegishli ravishda xabardor qilinishi kerak.

2. Maqsadni cheklash. Shaxsiy ma'lumotlarni to'plash va keyinchalik qayta ishlashga faqat aniq, oldindan belgilangan va qonuniy maqsadlar doirasida ruxsat beriladi. Shaxsiy ma'lumotlardan qo'shimcha rozilik olmasdan mos kelmaydigan maqsadlarda qayta foydalanish taqiqlanadi.

3. Ovozni minimallashtirish. Operatorlar faqat belgilangan maqsadlarga erishish uchun zarur bo'lgan shaxsiy ma'lumotlarni to'plashlari shart. Ma'lumotlarning ortiqcha to'planishi ma'lumotlar sub'ektining huquqlarini buzish sifatida qaraladi.

4. Maxfiylik va xavfsizlikni ta'minlash. Operatorlar shaxsiy ma'lumotlarga ruxsatsiz kirish, o'zgartirish, yo'q qilish, yo'qotish yoki oshkor qilishning oldini olish uchun texnik va tashkiliy himoya choralari qo'llashlari shart. Shifrlash, kirishni boshqarish, xavfsizlik auditi va zaxira nusxalarini o'z ichiga oladi.

5. Aniqlik va dolzarblik. Shaxsiy ma'lumotlar aniq va dolzarb bo'lishi kerak, mavzu ularni tuzatish va yangilash huquqiga ega. Ushbu shartni bajarmaslik huquqiy oqibatlariga olib kelishi mumkin.

6. Saqlash muddati. Ma'lumotlarni saqlash qayta ishlash maqsadlariga erishish uchun zarur bo'lgan muddat bilan cheklangan. Ushbu muddat tugagandan so'ng, agar qonunda boshqacha tartib nazarda tutilmagan bo'lsa, ma'lumotlar o'chirilishi yoki shaxssizlashtirilishi kerak.

7. Operatorlarni Davlat reyestrda ro'yxatdan o'tkazish. Shaxsiy ma'lumotlar bilan ishlaydigan barcha tashkilotlar davlat ro'yxatidan o'tishlari va o'z faoliyatini davlat talablariga muvofiq olib borishlari shart.

2023 yil 28-noyabrdagi tahrir (ZRU-880): institutsional o'zgarishlar Ma'muriy islohotlar doirasida ZRU-880-sonli qonun qabul qilindi, u amaldagi qonunchilikka, shu jumladan ZRU-547-sonli Qonunning 34-moddasiga o'zgartirishlar kiritdi. Xususan, 34-modda matnidan "davlat qo'mitalari" eslatmasini chiqarib tashlangan.

Bu o'zgarish:

axborot xavfsizligi sohasida boshqaruvni soddalashtirish va markazlashtirish istagini aks ettiradi;

turli davlat tuzilmalari o'rtasidagi vakolatlarining takrorlanishini yo'q qiladi;

vakolatli organning (masalan, o'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi shaxsiy ma'lumotlarni himoya qilish agentligi) vakolatlariga e'tibor qaratadi.

Ushbu tuzatish terminologiyadagi noaniqliklarni ham yo'q qiladi va qonun matnining huquqiy aniqligini oshiradi.

Shaxsiy ma'lumotlarni himoya qilish sohasida boshqaruvni markazlashtirish, dublikatsiyani yo'qotish va vakolatli organ vazifasini aniqlash modelda yuridik cheklovlarni yangilash zarurligini ko'rsatadi [1-2]. Raqamli texnologiyalarning jadal rivojlanayotgan sharoitda shaxsiy ma'lumotlar xavfsizligini ta'minlash masalasi alohida dolzarblik kasb etmoqda. Zamonaviy axborot tizimlari katta miqdordagi shaxsiy ma'lumotlarni, jumladan identifikatsiya, biometrik, tibbiy va boshqa nozik ma'lumotlarni qayta ishlaydi. Bunday ma'lumotlarning maxfiyligini buzish jiddiy oqibatlariga, shu jumladan foydalanuvchining ishonchini yo'qotish, moliyaviy yo'qotishlar va huquqiy sanksiyalar olib kelishi mumkin [3]. Mazkur maqolada shaxsiy ma'lumotlar xavfsizligiga tahdid soluvchi omillarning zanjirli (kaskadli) shaklda tarqalishini modellashtirish yondashuvi taklif etiladi. Model yo'naltirilgan graf va ehtimollik nazariyasi asosida qurilgan bo'lib, tahdidlar orasidagi sabab-oqibat bog'liqlikni hisobga oladi. Ushbu yondashuv tahdidlar ehtimolini baholash, ularning intensivligini aniqlash hamda tizimning turg'unlik holatini tahlil qilishga imkon beradi. Keltirilgan differensial tenglamalar orqali xavfsizlik darajasining vaqt bo'yicha o'zgarishi ifodalanadi. Taklif etilgan model SIEM tizimlari, APT hujumlarga qarshi mudofaa, va axborot xavfsizligi arxitekturasini uchun amaliy ahamiyat kasb etadi [4].

Andress, J. ishida axborot xavfsizligi asosiy prinsiplari va amaliy choralari modelda samaradorlik ko'rsatkichlarini belgilash uchun asos bo'ladi [5]. [6] da axborot xavfsizligida texnik va tashkiliy choralarni qamrab oladi, RBAC va DLP kabi choralarni tushuntiradi, modelda $L_j(x) \leq b_j$ qonun talablarini texnik choralarga moslashtirish zarurligi keltiladi. Pohl, K., Metzger,

A. lar formal usullar orqali qonun talablariga muvofiqlikni avtomatik tekshirish va modelda cheklovlar qismining muximligini asoslaydi [7]. [8] da butun sonli dasturlash nazariyasi va NP- qiyin masalalar modelning hisoblash murakkabligi va resurs cheklovlarini asoslaydi.

Axborot xavfsizligi boshqaruv tizimini qurish uchun xalqaro standart. Modelda qonun talablari bilan bir qatorda xalqaro me'yoriy asos sifatida xizmat qiladi (ISO/IEC 27001:2022) [9]. Amaral O. va boshqalar

NLP orqali GDPR qonunlariga muvofiqligini tekshiradi [10]. [11] Castiglione, G. va boshqalar NIS 2 Direktivasiga muvofiqlik tekshiruvi "Qonun talablari texnik choralar" grafini nazariy jihatdan mustahkamlashini ko'rsatadi

Axborot xavfsizligi tizimining qonun talablariga mosligini baholash uchun 0–1 butun sonli dasturlash masalasi qo'llaniladi. Maqsad — xavfsizlik darajasini maksimal qilish, resurslar cheklangan.

Belgilanishlar:

$x_i \in \{0,1\}$: ikkilik o'zgaruvchi, agar xavfsizlik chorasi i amalga oshirilsa, 1 ga teng, aks holda 0 ga teng.

c_i chora-tadbirlarni amalga oshirish qiymati i-moliyaviy xarajatlar, amalga oshirish vaqti, kadrlar resurslari va boshqalarni o'z ichiga oladi.

e_i - i choraning axborot xavfsizligining umumiy darajasiga kutilayotgan hissasi (masalan, ekspert bahosi, xavf shkalasi yoki ball tizimi asosida).

B: mavjud umumiy byudjet yoki resurslar chegarasi.lgilanishlar:

$L_j(x) \leq b_j$ - ikkilik o'zgaruvchi, agar xavfsizlik chorasi j amalga oshirilsa, 1 ga teng, aks holda 0 ga teng.

Umumiy xavfsizlik darajasini maksimal darajada oshirish:

$$Z = \sum_{i=1}^n e_i x_i \quad (1)$$

Cheklovlar:

1. Resurslarni cheklash (byudjet):

$$\sum_{i=1}^n c_i x_i \leq B \quad (2)$$

Amalga oshirilayotgan chora-tadbirlarning umumiy xarajatlari mavjud resurslardan oshmasligini ta'minlaydi.

2. Huquqiy (normativ) cheklovlar:

$$L_j(x) \leq b_j, \quad \forall j = 1, \dots, m \quad (3)$$

Ushbu cheklovlar qonunchilikning muayyan qoidalariga muvofiqligini ta'minlaydigan mantiqiy yoki raqamli shartlarni ifodalaydi.

1-jadval.

Qonundan kelib chiqadigan cheklovlarga misollar
(xususan, ma'lumotlarning maxfiyligi va xavfsizligini ta'minlash printsipli)

№	Yuridik talab (masalan, O'RQ-547)	Cheklov misoli $L_j(x) \leq b_j$	Tushuntirish
1	Ma'lumotlarga kirishda foydalanuvchilarni majburiy identifikatsiya qilish	$x_{\text{auth}} = 1$	"Autentifikatsiya" chorasi amalga oshirilishi kerak
2	Ruxsatsiz kirishning oldini olish (shifrlash, xavfsizlik devorlari)	$x_{\text{fw}} + x_{\text{crypto}} \geq 1$	Himoya texnologiyalaridan kamida bittasini tanlash kerak
3	Foydalanuvchi faoliyatini qayd qilish tizimining mavjudligi (jurnal)	$x_{\text{logs}} = 1$	Loging tizimining mavjudligi majburiydir

№	Yuridik talab (masalan, O'RQ-547)	Cheklov misoli $L_j(x) \leq b_j$	Tushuntirish
4	Tizimlar va zaifliklarni muntazam tekshirish	$x_{\text{audit}} = 1$	Audit protsedurasini yoqish majburiydir
5	Ma'lumotlar bazasini Davlat reestrda ro'yxatdan o'tkazish	$x_{\text{reg}} = 1$	Ro'yxatdan o'tish talablarini bajarish
6	Ma'lumotlar buzilishidan himoya qilish uchun DLP (ma'lumotlarni yo'qotish- ning oldini olish)	$x_{\text{dlp}} = 1$	Ma'lumotlarning yaxlitligini ta'minlash bo'yicha to'g'ridan-to'g'ri talab
7	Texnik va tashkiliy chora-tadbirlarni kompleks amalga oshirish	$\sum_{i \in \text{critical}} x_i \geq k$	Kamida k asosiy chora-tadbirlarni tanlash (xavfsizlik uchun minimal)
8	Ma'lumotlar mavzusining ishlov berishga roziligi	$x_{\text{consent}} = 1$	Rozilik olish mexanizmini joriy etish
9	Rolga asoslangan kirishni boshqarish (RBAC)	$x_{\text{rbac}} = 1$	Rolga asoslangan kirishni boshqarish modeli faollashtirilgan bo'lishi kerak
10	Shaxsiy ma'lumotlarni saqlash va uzatishda shifrlash	$x_{\text{crypto}} = 1$	Maxfiylikni ta'minlash uchun majburiy choralar

Talqin qilish va amaliy qo'llash:

* Taklif etilgan model sizga berilgan resurs cheklovlari bilan qonunga mos keladigan himoya choralari eng yaxshi to'plamini avtomatik ravishda hisoblash imkonini beradi.

* Muvofiqlik strategiyasini (muvofiqlik) rejalashtirish, AX auditi yoki yangi AT larni loyihalashda foydalanish mumkin.

* Qonunchilikni o'zgartirganda (masalan, yangi talablar paydo bo'lganda) siz yangi cheklovlarni

$L_j(x)$ qo'shishingiz va optimal echimni qayta hisoblashingiz mumkin.

5. Hisob-kitob uchun ma'lumotlar

Xavfsizlik chorasi	Samaradorlik (e_i)	Qiymat (c_i)
Autentifikatsiya	8	2
Shifrlash	9	5
Loglash	7	3
Audit	6	4
DLP tizimi	10	9
Ro'yxatdan o'tkazish	5	1
Subyektni roziligi	4	1
RBAC	6	2

Jadvalda xavfsizlik choralari har biri uchun samaradorlik (e_i) va qiymat (c_i) ko'rsatilgan. e_i - chora joriy etilganda tizim xavfsizligi qanchalik yaxshilanishini ko'rsatsa, c_i — uni amalga oshirish uchun sarflanadigan resurslar (pul, vaqt, kadrlar) miqdorini anglatadi. e_i qiymatlari ekspert bahosi va xavf tahlili asosida belgilanadi, c_i esa texnik va moliyaviy hisob-kitoblarga tayanadi. e_i/c_i -nisbati har bir choraning samaradorlik-qiymat muvozanatini ko'rsatadi va budget cheklangan holatda qaysi choralar ustuvor ekanligini aniqlashga yordam beradi. Jadvaldagi ma'lumotlar ISO/IEC 27001, ZRU-547 va ZRU-880 talablari hamda axborot xavfsizligi bo'yicha ilmiy manbalardan olingan.

Bu bandda xavfsizlik choralari har biri uchun samaradorlik (e_i) va qiymat (c_i) belgilangan. Bu ko'rsatkichlar matematik modelda qaror qabul qilishning asosiy parametrlari hisoblanadi.

1. Nega e_i (samaradorlik) kerak?

e_i - muayyan chora joriy etilganda tizim xavfsizligi qanchalik yaxshilanishini ko'rsatadi.

Masalan, Autentifikatsiya (auth) ning $e_i=8$ degani, u xavfsizlikni sezilarli oshiradi va asosiy himoya qatlamlaridan biri hisoblanadi.

e_i qiymatlari ekspert bahosi, xavf tahlili yoki ISO 27001 standartlariga asoslangan holda beriladi.

Nega c_i (qiymat) kerak?

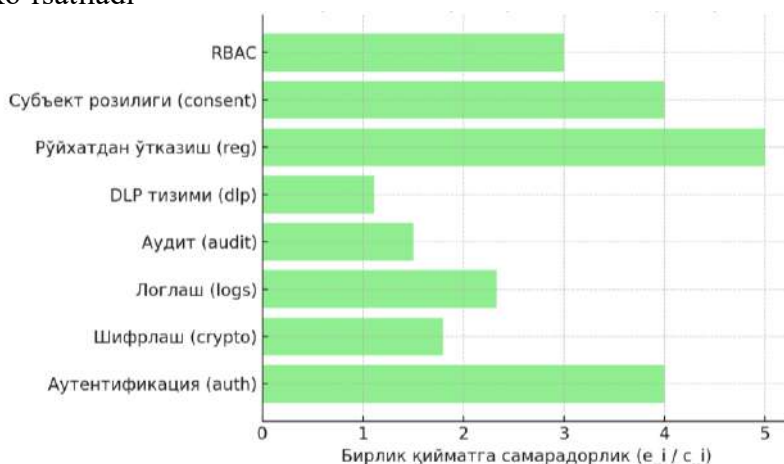
c_i - chorani amalga oshirish uchun zarur bo'ladigan resurslar: mablag', vaqt va xodimlar soni.

Masalan, DLP tizimining $c_i=9$ degani, u joriy etish uchun katta sarf talab qiladi.

Bu parametr budjet cheklovi (B)ni hisoblashda ishlatiladi.

Nega e_i va c_i kerak?

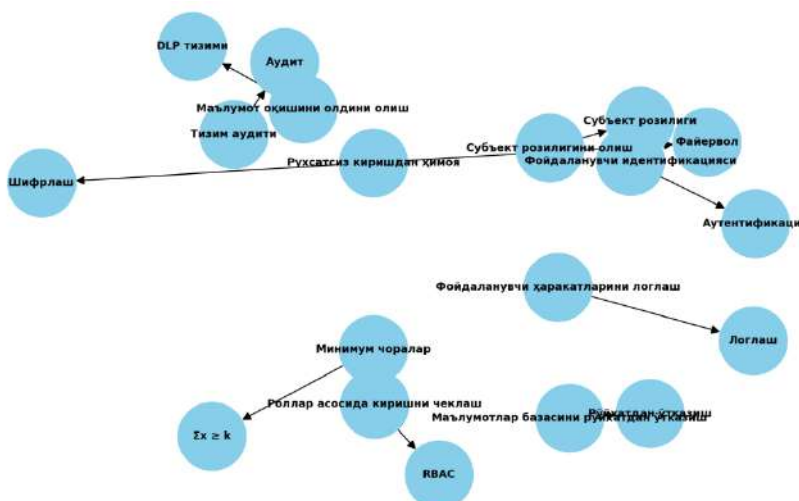
Faqat samaradorlikka qarash noto'g'ri: juda samarali choralar juda qimmat bo'lishi mumkin. Faqat arzon choralarga qarash ham xavfsizlikni ta'minlamaydi. Shuning uchun e_i/c_i nisbati hisoblanadi va grafikda (1-rasm) ko'rsatiladi



1-rasm. Xavfsizlik choralarining birlik qiymatga samaradorligi

Jadvaldagi ma'lumotlarning manbalari. ISO/IEC 27001 va ISO/IEC 27002 standartlari. O'zbekiston Respublikasining ZRU-547 va ZRU-880 qonunlari talablari. Axborot xavfsizligi bo'yicha ilmiy tadqiqotlar (Stallings, Andress va boshqalar).

Asosiy maqsad. Bu jadval modelni ishga tushirish uchun bazaviy ma'lumotlarni beradi. Har bir qator - matematik modeldagi binar o'zgaruvchi (x_i)ga to'g'ri keladi. • Keyingi hisob-kitoblarda (masalan, B=10 misolida) shu ma'lumotlardan foydalaniladi.



2-rasm. Qonun talablari va xavfsizlik choralari bog'liqligi

Autentifikatsiya (auth) eng yuqori e_i/c_i nisbatiga ega bo'lib, kichik sarf bilan katta samara beradi. Ro'yxatdan o'tkazish (reg) va Sub'ekt roziligi (consent) ham juda samarali choralar hisoblanadi. DLP tizimi esa qimmat, lekin xavf darajasi yuqori bo'lgan holatlarda zarur bo'lishi mumkin. Shuning uchun budjet cheklangan holatlarda e_i/c_i nisbati yuqori bo'lgan choralardan boshlash tavsiya etiladi.

Yo'nalishli graf qonun talablari va ularni bajarish uchun amalga oshiriladigan texnik choralar o'rtasidagi bog'liqlikni ko'rsatadi. Agar belgilangan qonun talabi bilan bog'langan chora ishga tushmagan bo'lsa, demak, ushbu qonun talabi bajarilmagan hisoblanadi. Bu usul orqali qonun talablariga avtomatik muvofiqlikni tekshirish mumkin.

Xulosa. Taklif etilgan model resurslardan samarali foydalanish, qonunchilik talablariga moslikni avtomatik tekshirish va normativ baza o'zgarganda qayta hisoblash imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

[1] 'zbekiston Respublikasining «Shaxsiy ma'lumotlar to'g'risida»gi Qonuni № ZRU-547 (02.07.2019). – URL: <https://lex.uz>

[2] O'zbekiston Respublikasining Qonuni № ZRU-880 «Ayrim qonun hujjatlariga o'zgartish va qo'shimchalar kiritish to'g'risida» (28.11.2023). – URL: <https://lex.uz>

[3] B.Z. To'rayev, B.N. Mirzoodilov, O.S. Mirzamurodov Shaxsiy ma'lumotlarni himoyalashda matematik modellashtrishni zarurligi (misollr yordamida). O'zbekiston Respublikasi Mudofaa Vazirligi Axborot-kommunikasiya texnologiyalari va aloqa harbiy institute 2(18) 2025 72-80 b.

[4] B.N. Mirzoodilov, B.Z. To'rayev, N.M. Jabborov // askadli tahdidlar modeli asosida shaxsiy ma'lumotlarning axborot xavfsizligi. O'zbekiston Respublikasi Mudofaa Vazirligi Axborot-kommunikasiya texnologiyalari va aloqa harbiy institute X(X) 2025 X-X b.

[5] Andress, J. Information Security: Principles and Practice. – Burlington: Jones & Bartlett Learning, 2014. – 340 p.

[6] Stallings, W., Brown, L. Computer Security: Principles and Practice. – 3rd ed. – Boston: Pearson Education, 2018. – 700 p.

[7] Pohl, K., Metzger, A. Model-based compliance checking of requirements // Requirements Engineering Journal. – Berlin: Springer, 2006. – Vol. 11, № 1. – P. 31–48.

[8] Garey, M.R., Johnson, D.S. Computers and Intractability: A Guide to the Theory of NP-Completeness. – San Francisco: Freeman, 1979. – 338 p.

[9] ISO/IEC 27001:2022. Information security, cybersecurity and privacy protection — Information security management systems — Requirements. – Geneva: International Organization for Standardization, 2022. – 37 p.

[10] Amaral, O., Azeem, M. I., Abualhaija, S., Briand, L. C. NLP-based Automated Compliance Checking of Data Processing Agreements against GDPR // ArXiv preprint. – 2022. – Vol. abs/2209.09722. – URL: <https://arxiv.org/abs/2209.09722>

[11] Castiglione, G., Santamaria, D. F., Bella, G. An Ontological Approach to Compliance Verification of the NIS 2 Directive // ArXiv preprint. – 2023. – Vol. abs/2306.17494. – URL: <https://arxiv.org/abs/2306.17494>

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ ВЛАЖНОСТИ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ИНТЕРФЕРОМЕТРА ФАБРИ-ПЕРО

д.т.н., профессор А.М. НАЗАРОВ, М.М. ХАСАНОВ, А.Х. ШАРИПОВ

Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова

Annotatsiya. Fabry-Pero interferometriga asoslangan optik tolali namlik sensorini to'liq matematik modellashirish amalga oshirildi. Model namlik ta'sirida sodir bo'ladigan barcha fizik jarayonlarni hisobga oladi va sensorning xususiyatlarini taxmin qilish imkonini beradi. Fazaning fizik miqdorlarga bog'liqligi, namlik va haroratning ta'siri va rezonator uzunligining o'zgarishi aniqlanadi. Aylanish intensivligi funktsiyasi, spektral siljish formulalari, chiziqli va chiziqli bo'lmagan effektlar tahlil qilinadi. Polimid materialining sezgirliги nazariy jihatdan optimallashtirilgan. Aylanish intensivligi funktsiyasi, spektral siljish formulalari, chiziqli va chiziqli bo'lmagan effektlar tahlil qilindi. Polimid materialining sezgirliги nazariy jihatdan optimallashtirilgan. Shovqin va parazitlar omillarning ta'siri hisobga olindi. Maqsadli optimallashtirish funktsiyasi shakllantirildi. Gradient tushish usuli va algoritm bosqichlari ishlab chiqilgan. S-parametrik tahlil (modelning parametr o'zgarishiga sezgirliги) o'tkazildi, unda sezgirlik koeffitsientlari va parametrlar orasidagi o'zaro ta'sirlar aniqlandi, ishonchlilik va gradient tahlil qilindi.

Kalit so'zlar: optik tolali namlik sensori; Fabry-Pero interferometri; maqsad funktsiyasi; gradient tushish; optimallashtirish algoritmi; spektral siljish; rezonator.

Аннотация. Проведено полное математическое моделирование волоконно-оптического датчика влажности, основанного на интерферометре Фабри-Перо. Модель учитывает все физические процессы, происходящие под воздействием влажности, и позволяет прогнозировать характеристики датчика. Определены зависимость фазы от физических величин, влияние влажности и температуры, изменение длины резонатора. Анализированы функция интенсивности вращения, формулы спектрального сдвига, линейные и нелинейные эффекты. Теоретически оптимизирована чувствительность полиимидного материала. Учтены влияние шума и паразитных факторов. Сформирована целевая функция оптимизации. Разработаны метод градиентного спуска, этапы алгоритма. Произведен S-параметрический анализ (чувствительность модели к изменению параметров), при котором определены коэффициенты чувствительности, взаимодействие между параметрами, проанализированы надежность и градиент.

Ключевые слова: волоконно-оптический датчик влажности; интерферометр Фабри-Перо; целевая функция; градиентный спуск; алгоритм оптимизации; спектральный сдвиг; резонатор.

Abstract. A complete mathematical modeling of a fiber-optic humidity sensor based on a Fabry-Perot interferometer is performed. The model takes into account all physical processes occurring under the influence of humidity and allows predicting the characteristics of the sensor. The dependence of the phase on physical quantities, the influence of humidity and temperature, and the change in the resonator length are determined. The rotation intensity function, spectral shift formulas, linear and nonlinear effects are analyzed. The sensitivity of the polyimide material is theoretically optimized. The influence of noise and parasitic factors is taken into account. The target optimization function has been formed. The gradient descent method and algorithm stages have been developed. An S-parametric analysis (model sensitivity to parameter changes) has been performed, in which sensitivity coefficients, interaction between parameters have been determined, reliability and gradient have been analyzed.

Key words: fiber optic humidity sensor; Fabry-Perot interferometer; objective function; gradient descent; optimization algorithm; spectral shift; resonator.

Интерферометрические волоконно-оптические датчики измеряют физические величины, регистрируя изменение фазы света. Основной принцип действия датчика основан на явлении интерференции световых лучей. В этом методе измеряемая величина (например, влажность) или вспомогательные параметры (например, температура) изменяют фазу света, проходящего через волокно [1].

Интенсивность оптического сигнала зависит от разности фаз двух световых лучей, а эта разность зависит от изменения длины резонатора и показателя преломления среды. Интерферометр Фабри-Перо основан на оптическом резонаторе между двумя параллельными кольцевыми зеркалами. В волоконно-оптических датчиках влажности этот принцип реализуется с помощью микрорезонатора, расположенного на конце оптического волокна [2].

Целью настоящей работы является разработка алгоритма оптимизации параметров волоконно-оптических датчиков влажности на основе математической модели интерферометра Фабри-Перо методом градиентного спуска.

Основные показатели интерферометрических волоконно-оптических датчиков

Интенсивность интерференции выражается следующей формулой:

$$I = I_0 [1 + \cos(2\pi \cdot \Delta L / \lambda)] \quad (1)$$

где I - результирующая интенсивность, I_0 - максимальная интенсивность, ΔL - разность длин резонаторов, λ - длина волны света.

Длина волны λ связана с показателем преломления среды (n) и длиной резонатора (L):

$$\lambda = 2nL / m \quad (2)$$

где m - порядок интерференции.

Влияние температуры и влажности часто выражается через показатель преломления и геометрическую длину. Изменение показателя преломления записывается как [3]:

$$n(H, T) = n_0 + \alpha_T \cdot \Delta T + \alpha_H \cdot \Delta H \quad (3)$$

где n_0 - начальный показатель преломления, α_T - температурный коэффициент, α_H - коэффициент влажности, ΔT и ΔH - изменения температуры и влажности.

Фазовый сдвиг зависит от длины резонатора L и показателя преломления n :

$$\Delta\phi = (2\pi \cdot 2nL) / \lambda \quad (4)$$

При изменении влажности или температуры n и L изменяются, что приводит к сдвигу фаз [3].

Показатель преломления и длина резонатора изменяются следующим образом:

$$\begin{aligned} n(H, T) &= n_0 + \alpha_H H + \alpha_T T \\ L(H, T) &= L_0 + \beta_H H + \beta_T T \end{aligned} \quad (5)$$

Где H - влажность (%), T - температура ($^{\circ}\text{C}$), α_H, α_T - коэффициенты показателя преломления для влажности и температуры, β_H, β_T - коэффициенты удлинения для влажности и температуры [4].

Физический механизм воздействия влажности. Изменение показателя преломления в резонаторе. Показатель преломления смеси воздуха и водяного пара в резонаторе Фабри-Перо [5]:

$$n_2(H, T) = n_{air} + (n_{vapor} - n_{air}) \times P_{vapor}(H, T) / P_{sat}(T) \quad (6)$$

где $n_{air} \approx 1.000293$ (показатель преломления воздуха при стандартных условиях), $n_{vapor} \approx 1.000261$ (показатель преломления водяного пара), $P_{vapor}(H, T)$ - парциальное давление водяного пара, $P_{sat}(T)$ - давление насыщенного пара.

Уравнение Клаузиуса-Клапейрона. Парциальное давление водяного пара:

$$P_{vapor}(H, T) = H \times P_{sat}(T) \quad (7)$$

Уравнение Антуана для давления насыщенного пара:

$$\ln(P_{sat}) = A - B / (C + T) \quad (8)$$

где T в кельвинах, $A=23.1964$, $B=3816.44$, $C=-46.13$.

Практическая аппроксимация. Линейная модель для небольших изменений влажности:

$$n_2(H, T) \approx n_0 + KH(T) \times H + KT(H) \times T \quad (9)$$

где $KH(T) = (n_{\text{vapor}} - n_{\text{air}}) \times P_{\text{sat}}(T)/P_{\text{atm}} \times 10^{-2}$, $KT(H) = (n_{\text{vapor}} - n_{\text{air}}) \times H \times (dP_{\text{sat}}/dT)/P_{\text{atm}} \times 10^{-2}$.

Изменение длины резонатора.

1. Тепловое расширение. Длина резонатора Фабри-Перо меняется с температурой [6]:

$$L(T) = L_0[1 + \alpha_T(T - T_0) + \beta_T(T - T_0)^2] \quad (10)$$

Во многих практических случаях:

$$L(T) \approx L_0[1 + \alpha_T(T - T_0)] \quad (11)$$

2. Гигроскопичность. Если стенки резонатора изготовлены из гигроскопичного материала:

$$L(H) = L_0[1 + \alpha_H(H - H_0)] \quad (12)$$

Функция вращательной интенсивности

Интенсивность пропускания резонатора Фабри-Перо является сложной функцией параметров, изменяющихся с изменением влажности. Мы расширили формулу Эйри, приведённую в [7], включив в неё параметры влажности.

Общая формула для интенсивности пропускания:

Коэффициент пропускания, зависящий от влажности:

$$T(\lambda, H) = [1 + F(H)\sin^2(\varphi(\lambda, H)/2)]^{-1} \quad (13)$$

где фазовая функция $\varphi(\lambda, H) = (4\pi/\lambda) \cdot n(H) \cdot L(H)$ и коэффициент финееса, зависящий от влажности $F(H) = 4R(H)/[1-R(H)]^2$.

Изменение каждого параметра под воздействием влаги учитывается отдельно: показатель преломления: $n(H) = n_0 + a_1H + a_2H^2 + a_3H^3$, длина резонатора: $L(H) = L_0[1 + \beta(H)]$, коэффициент отражения: $R(H) = R_0[1 + \gamma(H)]$, где $\gamma(H)$ - изменение свойств зеркала под воздействием влаги (обычно $|\gamma| < 0.01$).

График на рис.1 показывает, что с увеличением влажности резонансные пики смещаются в сторону более длинных волн. Это явление обусловлено уменьшением показателя преломления и увеличением длины резонатора.

Формулы спектрального сдвига



Рис. 1. Изменения спектра передачи Фабри-Перо при изменении влажности

Мы используем условие резонанса для записи зависимости резонансных длин волн от влажности в точной математической форме [8].

Детали спектрального сдвига:

резонансная длина волны m-го порядка:

$$\lambda_m(H) = 2n(H)L(H)/m \quad (14)$$

Сдвиг изменения влажности относительно ΔH :

$$\Delta\lambda_m = (\partial\lambda_m/\partial n)(\partial n/\partial H)\Delta H + (\partial\lambda_m/\partial L)(\partial L/\partial H)\Delta H \quad (15)$$

Путем расчета специальных производных:

$$\partial\lambda_m/\partial n = 2L/m, \quad \partial\lambda_m/\partial L = 2n/m \quad (16)$$

В результате:

$$\Delta\lambda_m = (2L/m)(\partial n/\partial H)\Delta H + (2n/m)(\partial L/\partial H)\Delta H \quad (17)$$

или упрощенно:

$$\Delta\lambda_m = (\lambda_m/n)(\partial n/\partial H)\Delta H + (\lambda_m/L)(\partial L/\partial H)\Delta H \quad (18)$$

Спектральная чувствительность датчика:

$$S\lambda = d\lambda_m/dH = (\lambda_m/n)(\partial n/\partial H) + (\lambda_m/L)(\partial L/\partial H) \quad (19)$$

Подставляя значения для полиимида получим:

$$\partial n/\partial H = -1.2 \times 10^{-4} \%^{-1}, \partial L/\partial H = \beta L_0 = 2 \times 10^{-4} L_0 \%^{-1}, \lambda_m = 1550 \text{ нм}, n = 1.65, L = 100 \text{ мкм.}$$

Результат:

$$S\lambda = (1550/1.65)(-1.2 \times 10^{-4}) + (1550/100 \times 10^{-6})(2 \times 10^{-4} \times 100 \times 10^{-6}) = -0.113 + 0.031 = -0.082 \text{ нм}/\%RH \quad (20)$$

Линейные и нелинейные эффекты

В интерферометрическом датчике влажности линейный отклик является идеальным случаем, и в реальных условиях наблюдаются различные тонкие эффекты. Учёт этих эффектов важен для повышения точности датчика [9].

Анализ линейности:

1. Идеальный линейный отклик:

$$\lambda(H) = \lambda_0 + S_\lambda \cdot H \quad (21)$$

2. Реальный нелинейный отклик:

$$\lambda(H) = \lambda_0 + a_1 H + a_2 H^2 + a_3 H^3 \quad (22)$$

отклонение от линейности:

$$NL(\%) = 100 \cdot |\lambda(H) - \lambda_{linear}(H)|/\lambda_{max} \quad (23)$$

Анализ основных причин нелинейности [9]:

Источники нелинейных эффектов:

1. Нелинейная зависимость показателя преломления:

Как показано выше, функция $n(H)$ имеет кубическую зависимость. При высокой влажности ($H > 80\%$) квадратичный и кубический пределы становятся заметными:

$$n(H) = 1.665 - 1.2 \times 10^{-4} H + 2.1 \times 10^{-7} H^2 - 8.5 \times 10^{-10} H^3 \quad (24)$$

2. Нелинейность расширения:

Процесс экструзии полимеров происходит в три этапа, каждый из которых имеет свой коэффициент β .

3. Перекрестный эффект температуры и влажности:

$$\lambda(H, T) = \lambda_0 + S_H \cdot H + S_T \cdot T + S_{HT} \cdot H \cdot T \quad (25)$$

где S_{HT} - коэффициент перекрестной чувствительности.

Классификация источников шума

Источники шума в датчиках влажности на основе интерферометра Фабри-Перо классифицируются, как показано в таблице 1 [10]:

Таблица 1.

Источники шума в датчиках влажности на основе интерферометра Фабри-Перо

Внутренние шумы		Внешние паразитные факторы	
Наименование	Происхождение	Наименование	Происхождение
Дробовой шум	статистика фотонов	Механические вибрации	акустические и вибрационные эффекты
Термический шум	фотодетектор и электроника	Электромагнитная интерференция	радиочастотные сигналы
Фазовый шум лазера	нестабильность источника света	Колебания интенсивности света	изменение мощности источника
Флуктуации поляризации	Изменение направления двух лучей	Изменения атмосферного давления	барометрический эффект

Формирование целевой функции оптимизации

Для объединения трёх целевых функций используется метод взвешенной суммы [11]:

$$F(\theta) = w_1 \times f_1(\theta) + w_2 \times f_2(\theta) + w_3 \times f_3(\theta) \quad (26)$$

где w_1, w_2, w_3 - нормированные весовые коэффициенты ($w_1 + w_2 + w_3 = 1$).

Граничные условия: $d_{\min} \leq d \leq d_{\max}$, $n_{\min} \leq n_{\text{eff}} \leq n_{\max}$, $\alpha_{\min} \leq \alpha \leq \alpha_{\max}$.

Адаптивный градиентный спуск (AdaGrad): Адаптивный коэффициент обучения используется для улучшения сходимости [12]:

$$\theta_i^{(k+1)} = \theta_i^{(k)} - \left[\eta / \sqrt{G_i^{(k)} + \varepsilon} \right] \times g_i^{(k)} \quad (27)$$

где $G_i^{(k)} = \sum_{j=1}^k (g_i^{(j)})^2$ - сумма квадратов градиента, $g_i^{(k)} = \partial F / \partial \theta_i$ - компонент градиента, ε - малая константа ($\approx 10^{-8}$).

Этапы алгоритма:

1) установка начальных параметров: $\theta^{(0)} = [d_0, n_{\text{eff}0}, \alpha_0]$; $\eta_0 = 0.01$; $\varepsilon = 1e^{-8}$; $\max_{\text{iter}} = 1000$; $\text{tol} = 1e^{-6}$.

2) в каждой итерации: расчет $F(\theta^{(k)})$; расчет $\nabla F(\theta^{(k)})$; обновление по AdaGrad; проверка условия конвергенции.

3) условие прекращения: $\|\theta^{(k+1)} - \theta^{(k)}\| < \text{tol}$ или $k > \max_{\text{iter}}$

Параметры моделирования. Были использованы следующие параметры: рабочий диапазон: относительная влажность 0–100%; Диапазон температур: 20–60 °C; Длина волны: 1550 нм; Диаметр сердцевины волокна: 9 мкм. Результаты оптимизации (таблица 2):

Таблица 2.

Результаты оптимизации

Параметр	Начальное значение	Оптимальное значение	Улучшение
d (μм)	50	38.7	22.6%
n_{eff}	1.45	1.52	4.8%
α (1/K)	8.5×10^{-6}	6.2×10^{-6}	27.1%

Результаты по целевой функции: Температурная стабильность: улучшение на 67%; Линейность: $R^2 = 0,998$ (ранее 0,985); Отношение сигнал/шум: улучшение на 15 дБ.

Чувствительность модели к изменению параметров (S-параметрический анализ)

Основные параметры волоконно-оптического датчика влажности с интерферометром Фабри-Перо: d - длина резонатора (мкм); n_{eff} - эффективный показатель преломления; α - коэффициент линейного расширения (1/K).

1. Математическая основа. Коэффициент чувствительности для i -го параметра определяется следующим образом [13]:

$$S_{i,\text{norm}} = |\partial f / \partial \theta_i| \times \theta_i / f \quad (28)$$

где f - целевая функция, θ_i - i -й параметр.

Нормированный коэффициент чувствительности:

$$S_{i,\text{norm}} = |\partial \ln(f) / \partial \ln(\theta_i)| \quad (29)$$

2. Чувствительность к температурной стабильности. Коэффициенты чувствительности к температурной функции [14]:

$$S_d^{\text{temp}} = \partial / \partial d \left[\int_{T_1}^{T_2} |\partial \lambda / \partial T|^2 dT \right] \times (d / f_1) \quad (30)$$

$$S_n^{\text{temp}} = \partial / \partial n_{\text{eff}} \left[\int_{T_1}^{T_2} |\partial \lambda / \partial T|^2 dT \right] \times (n_{\text{eff}} / f_1) \quad (31)$$

$$S_\alpha^{\text{temp}} = \partial / \partial \alpha \left[\int_{T_1}^{T_2} |\partial \lambda / \partial T|^2 dT \right] \times (\alpha / f_1) \quad (32)$$

Взаимодействие между параметрами:

1. Матрица корреляции. Связь между параметрами оценивается с помощью коэффициентов корреляции [15]:

$$\rho_{ij} = \text{Cov}(\theta_i, \theta_j) / (\sigma_i \times \sigma_j) \quad (33)$$

2. Коэффициенты эластичности. Показывают относительное влияние изменения параметра на выходной сигнал:

$$E_i = (\Delta f / f) / (\Delta \theta_i / \theta_i) \quad (34)$$

Анализ надежности:

1. Моделирование методом Монте-Карло. Было проведено 10 000 тестов для оценки влияния случайных изменений параметров [16]:

$$\theta_i = \theta_{i,nom} \times (1 + \varepsilon_i) \quad (35)$$

где $\varepsilon_i \sim N(0, 0,05^2)$ - нормально распределенная ошибка.

2. Статистические результаты (таблица 3):

Таблица 3

Статистические результаты

Показатель	Стабильность температуры	Линейность	Чувствительность к шуму
Среднее значение	0.0847	0.9912	32.4 дБ
Стандартное отклонение	0.0052	0.0034	1.8 дБ
Коэффициент вариации	6.14%	0.34%	5.56%
95% вероятности	[0.0745, 0.0949]	[0.9845, 0.9979]	[29.2, 35.6] дБ

Градиентный анализ:

1. Локальная чувствительность. Компоненты градиента вокруг оптимальной точки [17]:

$$\nabla F = [\partial F / \partial d, \partial F / \partial n_{eff}, \partial F / \partial \alpha]^T \quad (36)$$

2. Матрица Гессииана. Матрица производных второго порядка (таблица 4):

$$H = [\partial^2 F / (\partial \theta_i \partial \theta_j)] \quad (37)$$

Таблица 4

H	d	n _{eff}	α
d	0.0456	-0.0089	0.0034
n _{eff}	-0.0089	0.0367	-0.0012
α	0.0034	-0.0012	0.0234

Детерминант Гессииана: $\det(H) = 3,67 \times 10^{-5} > 0$ - функция выпуклая [18].

Заключение. Основные параметры волоконно-оптического датчика влажности на основе интерферометра Фабри-Перо были эффективно оптимизированы с использованием многокритериального подхода. Модификация метода градиентного спуска, разработанная AdaGrad, обеспечила стабильную сходимость. В результате были достигнуты значительные улучшения температурной стабильности, линейности и шумовой чувствительности. Чувствительность модели к изменению параметров была определена с помощью S-параметрического анализа, который показал, что:

- параметры математической модели оказывают упорядоченное влияние;
- ожидается устойчивая сходимость для градиентного метода ($\det(H) > 0$);
- определен приоритетный порядок для алгоритма оптимизации;
- требования к надежности выполнены (коэффициент вариации $< 7\%$).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ::

- [1] Yu, F.T.S., Yin, S. Fiber Optic Sensors. Marcel Dekker, New York, – 2002. – 495 p.
 [2] Хасанов М.М. Анализ принципа работы интерферометрического волоконно-оптического датчика // Сборник трудов IV Международной научно-практической конференции. – Стерлитамак, – 2019. – Т. 1. – С. 570-575.

- [3] Zhao, Y., et al. "Small In-fiber Fabry-Perot low-frequency acoustic pressure sensor with PDMS diaphragm embedded in hollow-core fiber". *Sensors and Actuators A Physical*, – 270 (March (no. 5)). – 2017.
- [4] Zhou, D.-P., et al. "Simultaneous measurement of strain and temperature based on a fiber Bragg grating combined with a high-birefringence fiber loop mirror". *Optics Communications*, – Volume 281, – Issue 18, – 2008, – pp. 4640-4643.
- [5] Hecht E. *Optics* // 5th Edition. Pearson Education Limited, England, ISBN: 1292096934. – 2017. – 730 p.
- [6] Бусурин В.И., Носов Ю.Р. Волоконно-оптические датчики: Физические основы, вопросы расчета и применения // ISBN 5-283-01523-8. – М.: Энергоатомиздат, – 1990. – 256 с: ил.
- [7] Born M., Wolf E. *Principles of Optics: Electromagnetic Theory of Propagation, Interference and Diffraction of Light* // 7th Edition. – Cambridge University Press, – 1999. – 987 p.
- [8] Zheng Y., et al. "Relative Humidity Sensor Based on Microfiber Loop Resonator". *Advances in Materials Science and Engineering* Volume 2013, Article ID 815930, – pp. 1-4.
- [9] Дюбов А.С., Ялунина Т.Р. Компьютерное моделирование нелинейных эффектов в оптических волокнах // Труды учебных заведений связи, –№2, – 2016. – С. 54-59.
- [10] Волков А.В., Малмакин А.П., Ушанов С.А. Разработка и исследование способов подавления аддитивных шумов в волоконно-оптических интерферометрических датчиках // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – Том 24, – №6, – 2024, – С. 899-906.
- [11] Ruder, S. An overview of gradient descent optimization algorithms. Arxiv preprint arXiv: 1609.04747, 2016.
- [12] Duchi, J., Hazan, E., Singer, Y. Adaptive subgradient methods for online learning and stochastic optimization. "Journal of Machine Learning Research", 12(7), – 2011. – pp. 2121-2159.
- [13] Saltelli, A., Ratto, M., Andres, T., Campolongo, F., Cariboni, J., Gatelli, D., Tarantola, S. *Global sensitivity analysis: the primer*. John Wiley & Sons. –2008. – 305 p.
- [14] Соболев И.М. Глобальные показатели чувствительности для изучения нелинейных математических моделей // Математическое моделирование. – Том 17, – № 9 – 2005. – С. 43-52.
- [15] Гуляев Ю., Никитов С., Потапов В., Чаморовский Ю. Волоконно-оптические технологии, устройства, датчики и системы // Фотон-экспресс. – 6 (46), – 2005. – С. 114-127.
- [16] Nocedal J., Wright S.J. *Numerical Optimization*. 2nd Edition. Springer, – 2006. – 664 p.
- [17] Boyd, S., Vandenberghe, L. *Convex optimization*. Cambridge University Press, – 2004. – 716 p.
- [18] Ruszczyński, A. *Nonlinear optimization*. Princeton University Press, – 2011. – 464 p.

MASHINALI O'QITISH MODELLARINI QURISH USULLARI VA ALGORITMLARI**PhD, professor B.K. YUSUPOV, PhD, A.A. KOMILOV, M.M. ISAKOV***O'RHX va MU Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari va harbiy aloqa instituti*

Annotatsiya. Ushbu maqola mashinaviy o'qitish modellarini qurish usullari va algoritmlarini tahlil qilishga bag'ishlangan. Shuningdek, maqolada mashinaviy o'qitish usullari, regressiya modelini qurish, chiziqli regressiya modelini qurish, polinomial regressiya modelini qurish va logistik regressiyaga asoslangan tasniflash kabi masalalar ham misollar yordamida ko'rib chiqilgan.

Kalit so'zlar: mashinali o'qitish, algoritim, bashorat qilish, xususiyat, klassifikatsiya, sinflashtirish, model, chiziqli regressiya, logistik regressiya, sonli qiymat, baholash, o'qitish, qiymat, o'zgaruvchi, kasallik, bemor, ehtimollik.

Аннотация. Данная статья посвящена анализу методов и алгоритмов построения моделей машинного обучения. Кроме того, в статье рассматриваются такие вопросы, как методы машинного обучения, построение регрессионной модели, построение линейной регрессионной модели, построение полиномиальной регрессионной модели и классификация на основе логистической регрессии, проиллюстрированные примерами.

Ключевые слова: машинное обучение, алгоритм, прогнозирование, признак, классификация, модель, линейная регрессия, логистическая регрессия, числовое значение, оценка, обучение, значение, переменная, заболевание, пациент, вероятность.

Abstract. This article is devoted to the analysis of methods and algorithms for building machine learning models. In addition, the article examines issues such as machine learning methods, constructing regression models, building linear regression models, constructing polynomial regression models, and classification based on logistic regression, illustrated with examples.

Key words: machine learning, algorithm, prediction, feature, classification, model, linear regression, logistic regression, numerical value, evaluation, training, value, variable, disease, patient, probability.

XXI-asrga kelib axborot-kommunikatsiya texnologiyalarining jadal sur'atlar bilan rivojlanishi natijasida sun'iy intellekt va mashinali o'qitish texnologiyalari ilmiy tadqiqotlarning eng dolzarb yo'nalishlaridan biriga aylandi. Bugungi kunda turli sohalarida, jumladan, harbiy sohada talofatlarni kamaytirish, tibbiyotda kasalliklarni erta aniqlash, iqtisodiyotda moliyaviy jarayonlarni tahlil qilish, ishlab chiqarishda samaradorlikni oshirish, ta'lim jarayonida bilimlarni nazorat qilish hamda kundalik hayotda foydalanuvchilarga qulaylik yaratishda mashinali o'qitish usullari keng qo'llanilmoqda. Mashinali o'qitish modellarining asosiy vazifasi mavjud ma'lumotlardan samarali foydalanib, kelgusida yuz berishi mumkin bo'lgan natijalarni oldindan bashorat qilish, obyektlarni to'g'ri tasniflash va turli muammolarni optimal hal qilishdan iborat hisoblanadi. Shu sababli ham hozirgi kunda mashinali o'qitish modellarini qurish usullari va algoritmlarini chuqur tadqiq qilish dolzarb masalalardan biri sanaladi.

Mashinali o'qitish - bu kompyuter dasturlariga aniq qoidalarga asoslanmagan holda, balki ma'lumotlar orqali mustaqil ravishda "o'rganish" va natijada ma'lum vazifalarni yaxshiroq bajarishni o'rgatish usuli hisoblanadi. Bu jarayonda algoritmlar kirish ma'lumotlarini o'rganib, ularning ichki bog'liqliklari, xususiyatlari va qonuniyatlarini aniqlashga harakat qiladi, so'ngra olingan bilimlarni yangi, ilgari ko'rilmagan ma'lumotlarga nisbatan qo'llab, to'g'ri xulosa chiqarish yoki bashorat qilishni o'rganadi.

Mashinali o'qitish usullari - bu ma'lumotlarni o'rganish va undan foydali bilimlarni ajratib olish uchun qo'llaniladigan nazariy usullar va amaliy yondashuvlar majmui hisoblanadi. Ushbu

usullarni qo'llash jarayonida turli xil matematik, statistik, ehtimollik, chiziqli algebra, hisoblash va optimallashtirish nazariyalari asosida qurilgan modellardan foydalaniladi.

Mashinali o'qitish algoritmlari esa ushbu usullarni amalda bajaradigan, aniq qadamlar ketma-ketligi bilan tasvirlangan matematik hisoblash jarayonidir. Har bir mashinali o'qitish algoritmi ma'lumotlarni qayta ishlash, xulosa chiqarish, bashorat qilish yoki tasniflash kabi vazifalar uchun mo'ljallangan. Algoritmlar ko'pincha model parametrlari orqali ma'lumotlarni moslashtiradi, ya'ni kirish ma'lumotlariga asoslanib model tuzilishini va parametrlarini yangilab boradi [1, 2].

Regressiya (ing. Regression) va tasniflash (ing. Classification) modellari – bu nazorat ostidagi mashinali (o'qituvchili) o'qitishning ikki asosiy usuli bo'lib, ular kiritilgan ma'lumotlar (xususiyatlar) asosida chiqish qiymatlarini oldindan aytish yoki bashorat qilish uchun qo'llaniladi. Yuqoridagi ikki modelning bir-biridan farqli tomoni shundan iboratki, regressiya uzluksiz (sonli) qiymatlarni bashorat qilishga, tasniflash esa ma'lumotlarni aniq kategoriyalarga ajratishga qaratilgan vazifalarni yechish uchun yaratilgan.

I. Regression model qurish

Regression model qurish - bu kirish o'zgaruvchilar (xususiyatlar) va chiqish o'zgaruvchisi (bashorat qilinadigan sonli qiymat) o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlash va ushbu bog'liqlikka mos ravishda formula yoki model parametrlarini topish jarayonidir. Boshqacha aytganda, regression model qurish jarayonida biz mavjud bo'lgan o'qitish ma'lumotlari asosida modelning parametrlarini hisoblab, keyinchalik yangi ma'lumotlar berilganda shu model orqali uzluksiz qiymat (narx, vaqt, masofa, harorat kabi) ni bashorat qilish imkoniyatiga ega bo'lamiz [3].

Regression model qurish bosqichlari standart holatda quyidagi bosqichlarni o'z ichiga oladi:

1. Ma'lumotlarni yig'ish va tayyorlash:

- Bizda kirish xususiyatlari (masalan, uyning maydoni, xonalar soni, joylashuvi) va ularga mos javoblar (masalan, uyning haqiqiy sotuvi narxi) bo'lgan ma'lumotlar to'plami bo'ladi.

- Ma'lumotlardagi noaniqliklar bartaraf etilib, (mavjud bo'lmagan qiymatlar, ortiqcha o'lehamli xususiyatlar, shovqin va boshqalar) tozalanib, zarur o'zgartirishlar va tahrirlash ishlari amalga oshiriladi.

2. Model turini tanlash:

- Eng sodda model - bu chiziqli regressiyadir (Linear Regression), sababi unda chiqish qiymati kirish o'zgaruvchilarga chiziqli bog'liqlik orqali hisoblanadi.

- Murakkabroq modellarga esa polinom regressiya, regressiya daraxtlari, ansambllar, tasodifiy o'rmon va gradientni kuchaytirish (ing. Random Forest, Gradient Boosting) yoki neyron tarmoqlar kiradi.

3. Modelni parametrlash (o'qitish):

- Tanlangan regressiya modelining parametrlarini (masalan, chiziqli regressiyada "og'irlik" (ing. weight) va "siljish" (ing. bias) miqdorlarini) topish uchun o'qitish ma'lumotlari (ing. training dataset) ishlatiladi.

- Odatda yo'qotish funksiyasi (loss function) minimal bo'lguncha parametrlar iteratsiya orqali yangilanadi.

4. Modelni baholash va sozlash:

- O'qitishdan so'ng, modelni test ma'lumotlari bilan sinab ko'rib, bashorat qobiliyati baholanadi.

- Agar natijalar qoniqarli bo'lmasa, model turini almashtirish, xususiyatlarni yaxshiroq tanlash, giperparametrlarni sozlash yoki ko'proq ma'lumotlar yig'ishni amalga oshirish kerak bo'ladi.

Regression model qurishga amaliy misolni quyida ko'rib chiqamiz:

Masalan, uy narxini bashorat qiluvchi chiziqli regressiya modelini ko'rib chiqamiz:

1. Ma'lumotlar:

Bizda 1000 ta turli uylarning ma'lumotlari to'plami bor. Har bir uyning maydoni (kv.m), xonalar soni, shaharning markazigacha bo'lgan masofasi, uy ta'miri darajasi va boshqalar, shuningdek, o'sha uyning sotiladigan yakuniy narxiga oid ma'lumotlar to'plami yig'ilgan.

Kirish xususiyatlari:

- X1: Uy maydoni;
- X2: Xonalar soni;
- X3: Shahargacha masofasi.

Chiqish qiymati:

- Y: Uy narxi (so'mda yoki dollarda).

2. Modelni tanlash:

Bu jarayonda chiziqli regressiya modelidan foydalanmoqchimiz. Bu modelda uy narxi quyidagicha ifodalanadi [3, 4]:

$$Y \approx w_0 + w_1 \times X1 + w_2 \times X2 + w_3 \times X3 \quad (1)$$

Bu yerda w_0, w_1, w_2, w_3 – model o'rganishi kerak bo'lgan parametrlar.

3. Modelni o'qitish (parametrlash):

O'qitish ma'lumotlari orqali w_0, w_1, w_2, w_3 qiymatlari hisoblanadi. Masalan, chiziqli regressiya “eng kichik kvadratlar usuli” bilan bu parametrlarni topadi. Maqsadimiz bashorat qilingan narxlar va haqiqiy narxlar o'rtasidagi o'rtacha kvadratik xatoni minimal qilishdan iborat.

4. Modelni baholash:

Model kerakli parametrlarni o'zlashtirgan (topilgan)dan so'ng, model qayta test ma'lumotlari asosida sinab (ishlatib) ko'riladi. Masalan, avval modelga noma'lum bo'lgan (ko'rmagan) 100 ta uy haqida xususiyatlar berilsa, model har bir uy uchun narxni bashorat qiladi va biz bashorat qilingan narxlarni haqiqiy sotilgan uylarning narxlari bilan solishtirib, xatolik darajasini baholaymiz.

Shunday qilib, regression model qurish - bu ma'lumotlar asosida parametrlarni hisoblash, keyinchalik yangi kiritilgan xususiyatlar asosida uzluksiz qiymatlarni oldindan aytishga imkon beradigan matematik munosabatni topish jarayoni hisoblanar ekan.

II. Chiziqli regression model qurish

Chiziqli regression model qurish - bu bir yoki bir nechta mustaqil o'zgaruvchilar (kirish xususiyatlari) va bitta bog'liq o'zgaruvchi (chiqish) o'rtasidagi chiziqli bog'liqlikni topish va ifodalash jarayonidir. Chiziqli regressiyada asosiy g'oya shundan iboratki, chiqish natijasi kiritish xususiyatlarining chiziqli kombinatsiyasi orqali ifodalanadi. Bunda model quyidagi umumiy ko'rinishga ega bo'ladi:

$$Y \approx w_0 + w_1 X_1 + w_2 X_2 + \dots + w_n X_n \quad (2)$$

Bu yerda:

- Y – bashorat qilinadigan uzluksiz (sonli) qiymat (bog'liq o'zgaruvchi);
- $X_0, X_2, \dots, X_n$ – kiritish xususiyatlari (mustaqil o'zgaruvchilar);
- $w_0, w_2, \dots, w_n$ – model parametrlari (vazn koeffitsiyentlari) bo'lib, ularni o'qitish jarayonida sozlaymiz.

Modelni o'qitish jarayonidan asosiy maqsad, parametrlarda shunday qiymatlar topishdan iboratki, natijada bashorat qilingan Y bilan haqiqiy qiymatlar orasidagi farq (xato) minimal bo'lishi kerak. Eng keng foydalaniladigan usul – eng kichik kvadratik xatoliklar usuli bo'lib, unda yo'qotish funksiyasi sifatida kvadratik xatolar yig'indisidan foydalaniladi:

$$Yo'qotish\ funksiyasi\ (w_0, w_1, \dots, w_n) = \sum_{i=1}^m (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (3)$$

Bu yerda:

- m – kuzatuvlar (ma'lumotlar namunalari) soni;
- y_i – i-namunaning haqiqiy qiymati;
- $\hat{y}_i$ – i-namunaning model tomonidan bashorat qilingan qiymati.

Chiziqli regressiyaga asoslangan model qurish jarayonini amaliy misol yordamida quyida ko'rib chiqamiz.

Hal qilinishi kerak bo'lgan vazifa: Talabalarning imtihon ballini ularning o'qish soatlariga qarab bashorat qilmoqchimiz. Bizda bir nechta talabalar haqida ma'lumotlar bor:

- Kirish xususiyatlari (X): Talabaniing imtihonga tayyorgarlik ko'rish uchun o'qishga sarflagan soatlari [4, 5].

- Chiqish qiymatlari (Y): Talabaniing imtihon natijasi (masalan, 0 dan 100 gacha bo'lgan ball).

1. Ma'lumotlarni yig'ish:

Quyida misol uchun kichik ma'lumotlar to'plami keltiriladi:

Talabalar	Tayyorgarlik ko'rish uchun o'qishga sarflagan soat (X)	Imtihon natijasida olgan balli (Y)
1	1	50
2	2	55
3	3	65
4	4	70
5	5	80

Bu yerda bizda 5 ta kuzatuv mavjud. Har bir kuzatuv uchun X - mustaqil o'zgaruvchi (o'qish uchun sarflagan soati), Y - qaram o'zgaruvchi (imtihon balli).

2. Modelni tanlash:

Modellashtirish. Chiziqli regression modelini bitta xususiyat asosida ko'rib chiqamiz:

$$Y \approx w_0 + w_1 X \quad (4)$$

w_0 – to'qnashuv nuqtasi (intercept), ya'ni talaba hech qancha o'qimasa ham ($X=0$) model qancha ball bashorat qiladi.

w_1 – tayyorgarlik ko'rish uchun o'qishga sarflagan soatining ballga ta'sirini ifodalovchi koeffitsiyent (slope).

3. Parametrlarni topish (o'qitish):

Modelni o'qitish, ya'ni w_0 va w_1 -ni topish uchun, eng kichik kvadratlar usulidan foydalaniladi. Uni qo'lda hisoblash yoki dasturlash tillaridan, masalan, Python dasturlash tilida "ing. scikit-learn" kutubxonasidan foydalanish mumkin.

Agar biz Python dasturlash tilidan foydalanayotgan bo'lsak (bu shunchaki ko'rsatma hisoblanadi, ya'ni real kod emas):

```
import numpy as np
from sklearn.linear_model import LinearRegression

X = np.array([[1],[2],[3],[4],[5]]) # O'qish soatlari (2D array)
Y = np.array([50,55,65,70,80])      # Ballar (1D array)

model = LinearRegression()
model.fit(X, Y)
```

model.fit() chaqirilgandan so'ng, model.coef_ va model.intercept_ orqali w_1 va w_0 qiymatlarini olishimiz mumkin.

Masalan, natija:

- $w_0 \approx 40$

- $w_1 \approx 8$

Yuqoridagi natijaga asosan, modelimiz quyidagicha bashorat qiladi [5]:

$$Y \approx 40 + 8 \times X \quad (5)$$

4. Modeldan foydalanish:

Agar ushbu ko'rib chiqilgan misolda bizga yangi talaba qo'shilsa va u imtihondan oldidan 6 soat tayyorgarlik qilgan bo'lsa, model uning natijasini qanday bashorat qiladi.

$$Y \approx 40 + 8 \times 6 = 40 + 48 = 88 \quad (6)$$

Demak, model taxminan 88 ball olishini bashorat qiladi.

5. Modelni baholash:

Agar bizda ko'proq test ma'lumotlari bo'lsa, u orqali modelning qanchalik aniq bashorat qilayotganini ko'rishimiz mumkin. Masalan, haqiqiy ball va bashorat qilingan ball o'rtasidagi o'rtacha kvadratik xatoni yoki o'rtacha absolyut xatoni hisoblash mumkin.

Chiziqli regressiyaga asoslangan model qurish jarayoni bu ma'lumotlardagi mustaqil va bir-biriga bog'liq o'zgaruvchilar o'rtasidagi chiziqli bog'liqlikni topish va parametrlarini hisoblashni o'z ichiga oladi. Ko'rib chiqilgan misol asosida, biz talabani ma'lum bir fanni o'rganishi uchun sarflagan soatlariga qarab imtihon ballini bashorat qilish uchun chiziqli regressiyadan foydalanib, oddiy, tushunarli modelni qurishni amalga oshirdik.

III. Polinomial regression model qurish

Polinomial regression model - bu chiziqli regressiyaga asoslangan, ammo kengaytirilgan yondashuv bo'lib, u ma'lumotlar orasidagi bog'liqlikni chiziqli emas, balki polinomial (ko'p hadli) funksiyalar orqali ifodalashni o'z ichiga oladi. Oddiy qilib aytganda, agar bizda x va y o'zgaruvchilari orasidagi bog'liqlik chiziqli ($y = a + b \times x$) shaklda emas, balki egri chiziqli bo'lsa, polinomial regression modeldan foydalanish kerak bo'ladi. Shunda Polinomial regression modelimiz quyidagicha ko'rinishga ega bo'ladi [6]:

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_nx^n \quad (7)$$

Bu yerda $a_0, a_1, \dots, a_n$ - mos keluvchi koeffitsientlar bo'lib, modelni real ma'lumotlarga moslashtirish uchun hisoblab chiqiladi (masalan, eng kichik kvadratlar usuli bilan).

Polinomial regression model qurish jarayoniga amaliy misol:

Faraz qilaylik, bizda biror omil (masalan, o'simlik o'sishiga ta'sir qiluvchi harorat) va natija (o'simlikning o'rtacha bo'yi) orasidagi bog'liqlikni o'rganmoqchimiz. Bizda quyidagi kuzatuv asosida olingan ma'lumotlari bor deb faraz qilamiz:

№	Harorat (x)	O'simlik bo'yi (y)
1.	10°C	15 sm
2.	12°C	17 sm
3.	15°C	25 sm
4.	17°C	31 sm
5.	20°C	44 sm
6.	22°C	46 sm
7.	25°C	40 sm
8.	27°C	35 sm
9.	30°C	30 sm

Agar biz chiziqli regressiyadan ($y = a + b \times x$) foydalansak, ehtimol model qo'ilgan vazifani to'liq hal qilish uchun to'liq mos tushmasligi mumkin, sababi o'simlik bo'yi avval harorat ortishi bilan oshib, keyin pasayishini ko'ramiz mumkin. Ushbu jarayon egri shakldagi bog'liqlikka o'xshaydi.

Shu sababli, harorat va o'simlik bo'yi orasidagi bog'liqlikni, masalan, 2-darajali polinomial regressiya orqali ifodalaymiz:

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 \quad (8)$$

Polinomial regression modelni qurish jarayoni quyidagicha amalga oshirilishi mumkin:

1. Ma'lumotlarni tayyorlash: x - harorat, y - o'simlik bo'yi.
2. Haroratning kvadratini $[(x)]^2$ ham yangi ustun sifatida kiritib olamiz.
3. Eng kichik kvadratlar usuli yoki statistik paketlar (masalan, Python'da `sklearn.linear_model`dan `Polynomial Features` bilan) orqali a_0, a_1, a_2 -larni hisoblashni amalga oshirishimiz kerak bo'ladi.

4. Olingan polinomial model orqali haroratning har bir qiymati uchun bashorat (prediksiya) qilib ko'ramiz.

Masalan, jarayonni Python dasturlash tilidagi qisqa kod namunasi orqali ko'rib chiqamiz:

```
import numpy as np
from sklearn.linear_model import LinearRegression
from sklearn.preprocessing import PolynomialFeatures
# Dastlabki ma'lumotlar
X = np.array([10,12,15,17,20,22,25,27,30]).reshape(-1,1)
y = np.array([15,17,25,31,44,46,40,35,30])
# 2-darajali polinomial xususiyatlarni yaratish
poly = PolynomialFeatures(degree=2)
X_poly = poly.fit_transform(X)
# Polinomial regressiyani o'qitish
model = LinearRegression()
model.fit(X_poly, y)
# Model koefitsientlari va intercept (a_0, a_1, a_2)
print("Intercept (a_0):", model.intercept_)
print("Coefficients (a_1, a_2):", model.coef_[1:])
# Masalan, 18°C da bashorat:
x_new = np.array([[18]])
x_new_poly = poly.transform(x_new)
y_pred = model.predict(x_new_poly)
print("18°C haroratda bashorat qilingan o'simlik bo'yi:", y_pred)
```

Natijada, polinomial model $y = a_0 + a_1x + a_2x^2$ ko'rinishiga ega bo'ladi va ma'lumotlarimizga ko'proq mos tushishi, ya'ni real kuzatilgan egri shakldagi jarayonni yaxshiroq ifodalash imkonini beradi.

Polynomial regression model ma'lumotlar orasidagi murakkab, egri chiziqli munosabatlarni aniqlash va bashorat qilishda kuchli vosita hisoblanadi. U chiziqli regressiyaga nisbatan ko'proq moslashuvchanlikka ega bo'lib, real hayotdagi ko'plab sohalaridagi (iqtisodiy tahlil, muhandislik va biologik) masalalarni yechishda samarali foydalanib kelinmoqda.

IV. Logistik regressiyaga asoslangan sinflashtirish masalasi

Logistik regressiya - sinflashtirish (ing. Classification) muammolarida eng asosiy va eng ko'p qo'llaniladigan usullardan biri hisoblanadi. Uning asosiy vazifasi xususiyatlar to'plami asosida obyekt yoki hodisaning qaysi sinf (kategoriya)ga mansubligini bashorat qilishdir. Sinf odatda ikkita (masalan, "ha" yoki "yo'q", "kasal" yoki "sog'", "ijobiy" yoki "salbiy") bo'lganda logistik regressiya usulidan foydalanish samarali yechim hisoblanadi. Logistik regressiyaning bajaradigan asosiy roli - modelga kiritilayotgan omillar (erkin o'zgaruvchilar) asosida natija (bog'liq o'zgaruvchi) 1-sinfga tegishli bo'lishi ehtimolini bashorat qilishdan iboratdir [7].

Logistik regressiyaning asosiy xususiyatlari va vazifalari:

1. Ehtimollikni baholash:

Logistik regressiyaga asoslangan sodda "ha" yoki "yo'q" deb taxmin qilishdan oldin, avvalo "ha" sinfiga tegishli ehtimolni hisoblaydi. Masalan, model bizga "bemorning kasal bo'lish ehtimoli 0.8 (80%)" deb natija qaytaradi. So'ngra biz ushbu ehtimollikni 0.5 bilan solishtirib, qaysi sinfga tegishli ekanligini aniqlashitirishimiz mumkin bo'ladi.

2. Chiziqli kombinatsiya va logit funksiyasi:

Logit funksiyasi odatda ehtimollikni logarifmik nisbat sifatida ifodalash uchun ishlatiladi. Logistik regressiya xususiyatlar to'plamidan chiziqli kombinatsiyani ($w_1x_1 + w_2x_2 + \dots + w_nx_n + 1$) oladi, so'ng uni logit funksiyasi orqali S-shakldagi sigmoidal egri chizig'iga o'tkazib,

ehtimollikka aylantiradi. Bu yondashuv model parametrlari (w_1)ning ahamiyatini tushunish va izohlashni osonlashtiradi.

3. Interpretatsiya qulayligi:

Modelning xususiyatlarga (o'zgaruvchilarga) nisbatan og'irlik koeffitsientlari (weights) va ularni natijaga qanday ta'sir qilishini tushunish imkonini beradi. Masalan, agar ish staji ko'payishi kreditni to'lash ehtimolini oshirsa, tegishli koeffitsient musbat bo'lib chiqadi.

4. Muntazamlashtirish (ing. Regularization) imkoniyati:

Modelning murakkabligini to'g'ri nazorat qilish uchun L1 va L2 kabi muntazamlashtirish usullaridan foydalanishi mumkin. Bu usul modelning ortiqcha moslashishining oldini olishda qo'l keladi.

L1 va L2 muntazamlashtirish: Ushbu muntazamlashtirishlar modelni ortiqcha murakkablikdan saqlash va umumlashtirish uchun qo'llaniladigan usul hisoblanadi. L1 muntazamlashtirish - bu usulda modelning og'irliklariga qo'shimcha jarima (penalty) qo'shiladi, bu og'irliklarni nolga yaqinlashtirishga yordam beradi, shuningdek, ba'zi o'zgaruvchilarni butunlay yo'qotishga olib keladi. L2 muntazamlashtirish - bu usulda og'irliklarga jarima qo'shish orqali ular juda katta bo'lib ketmasligining oldi olinadi, ammo bu muntazamlashtirish og'irliklarni nolga kamaytirishdan ko'ra, ularni kichiklashtirishga qaratilgan. L1 va L2 muntazamlashtirishlar modelni oddiylashtirish va ortiqcha moslashishining oldini olishga yordam beradi.

5. Logistik regressiyaning qo'llanilish sohalari quyida ko'rib chiqamiz:

Tibbiy diagnostika tizimlarida, marketingda mijozning qaytishi yoki qaytmasligi, boshqaruv jarayonida xodimlarni mehnat shartnomalarini uzaytirish yoki to'xtatish kerakligi ehtimolini baholavchi tizimlarda hamda boshqa ko'plab sohalarda logistik regressiya sinflashtirish masalalarini yechishning bazaviy usuli sifatida keng foydalaniladi.

Logistik regressiyaga asoslangan model qurish jarayonini amaliy misol yordamida quyida ko'rib chiqamiz:

Chiziqli regressiya doimiy (uzluksiz) natijani baholash uchun mo'ljallangan bo'lsa, logistik regressiya ehtimollik orqali sinflashtirish masalasini hal qilish imkonini beradi. Logistik regressiyaga ma'lum xususiyat (bashoratlovchi) qiymatlari asosida bashoratlovchi $y = 1$ bo'lish ehtimolini hisoblaydi va so'ngra ushbu ehtimollik 0,5 dan katta yoki kichikligiga qarab sinfni aniqlaydi.

Misol sifatida biz bir bemorning kasallikka chalinish yoki chalinmaslik ehtimolini bashorat qilmoqchimiz (oldindan aytmqchimiz). Bemorning yoshi, jinsi, qon bosimi, qondagi shakar miqdori kabi xususiyatlar bizga ma'lum bo'lsa, logistik regressiya ularga asoslanib "Ushbu insonning kasal bo'lish ehtimoli qancha?" degan savolga javob beradi. Agar ushbu ehtimollik 0,5 dan katta bo'lsa, model "Ushbu inson kasal $y = 1$ " deya xulosa qiladi, aks holda "Ushbu inson sog'lom $y = 0$ " deb bashorat qiladi [7, 8].

Kasallikni oldindan bashorat qiluvchi modelni qurish jarayoniga amaliy misol yordamida quyida ko'rib chiqamiz:

Yechimi topilishi kerak bo'lgan vazifa: Tasavvur qilamiz, bizda bir guruh insonlarning quyidagi tibbiy ma'lumotlari to'plami mavjud:

- yoshi (masalan: 35, 42, 50, ...);
- tana massasi indeksi (BMI);
- qondagi shakar miqdori (g/dl);
- qon bosimi (mmHg);
- jinsi (erkak/ayol);
- natija (kasal = 1, sog' = 0) - bu bizning maqsad o'zgaruvchimiz hisoblanadi.

Maqsad: Yangi kelgan inson ma'lumotlari asosida uning kasallikka jalinganlik ehtimolini aniqlash. Ya'ni ushbu tibbiy ma'lumotlarga ega insonni kasal yoki sog'lom insonlar guruhiga ajratishimiz (sinflashtirish) kerak.

Qadamlar ketma-ketligi:

1. Ma'lumotlarni yig'ish: Biz avval 1000 nafar bemor haqidagi ma'lumotlarni to'plab olamiz, har biri uchun yuqoridagi o'zgaruvchilar keltirilgan. Shu 1000 nafar insonlarning oldindan ma'lum kasal (1) yoki sog'lom (0) tashxisi mavjud.

2. Ma'lumotlarni bo'lish: Modellashdan oldin ma'lumotlarni o'qitish (train) va test to'plamiga ajratib olamiz. Masalan, 80% o'qitish uchun, 20% test uchun.

- o'qitish to'plami: 800 bemor;

- test to'plami: 200 bemor;

3. Modelni qurish (o'qitish): O'qitish to'plamidagi bemorlarning xususiyatlari (yosh, BMI, shakar, qon bosimi, jinsi) va natijalaridan foydalanib, logistik regressiya modelini qurib olamiz. Model parametrlarini (chiziqli omillar: w_1 , w_2 , w_3 , w_4 , w_5 va kesishish b) maxsus optimizatsiya usullari (masalan, Gradientni kamaytirish) orqali topadi.

4 Model yordamida ehtimollikni hisoblash: Model har bir inson uchun kasal bo'lish ehtimolini hisoblaydi:

$$P(y = 1|x) = \frac{1}{1 + e^{-(b + w_1 \times \text{Yosh} + w_2 \times \text{BMI} + w_3 \times \text{Shakar} + w_4 \times \text{Qon bosimi} + w_5 \times \text{Jins})}} \quad (9)$$

Bu yerda P bizning kasal insonlarga tegishli kirish ma'lumotlarimiz (yosh, BMI va h.k.), $y = 1$ kasallik borligini bildiradi.

5. Ehtimollikdan sinfga o'tish: Agar $P(y=1|x) > 0,5$ bo'lsa, model natijani "kasal" deb sinflashtiradi, aks holda "sog'lom" degan xulosa chiqaradi.

6 Modelni baholash: Test to'plamidagi 200 nafar modelga oldin noma'lum bo'lgan bemorlar haqidagi ma'lumotlarini test sifatida sinab ko'ramiz. Masalan, test to'plamida model 200 nafar bemorning 160 tasini to'g'ri bashorat qilgan bo'lsin. Demak, to'g'ri sinflashtirish darajasi 80% bo'ladi. Shuningdek, Chalkashlik matritsasi, AUC (Egri chiziq ostidagi maydon), aniqlik, xotirada saqlab qolish kabi metrikalar bilan model samaradorligini baholaymiz [9].

Chalkashlik matritsasi (ing. Confusion Matrix) - bu matritsa haqiqiy qiymatlar va model tomonidan bashorat qilingan qiymatlar o'rtasidagi farqni ko'rsatadigan jadval bo'lib, unda to'g'ri va noto'g'ri bashoratlarning turlari (Rost ijobiy, yolg'on ijobiy, rost salbiy, yolg'on salbiy) aks ettiriladi.

Egri chiziq ostidagi maydon (ing. Area Under the Curve-AUC) modelning har xil chegaraviy qiymatlar bo'yicha aniqlik va xotirada saqlab qolish darajasining (recall) nisbatini umumiy baholash uchun ishlatiladi. Bu ko'rsatkich 0 dan 1 gacha bo'lgan qiymatga ega bo'lib, 1 ga yaqinlashgan sari modelning samaradorligi yaxshilanishini bildiradi.

Aniqlik (ing. Precision): Model tomonidan ijobiy sinfga ajratilgan barcha obyektlar orasida nechitasi haqiqatan ijobiy ekanligini ko'rsatadi. Ya'ni, model topgan ijobiy natijalarning qanchasi haqiqatan ijobiy sinfga tegishli ekanini ifodalaydi.

Xotirada saqlab qolish darajasi (ing. Recall): Haqiqatan ijobiy sinfga tegishli bo'lgan barcha obyektlarning nechta qismi model tomonidan ijobiy deb topilganligini ko'rsatadi. Ya'ni, asl ijobiy natijalarning qancha qismi "topilganligini" ifodalaydi.

Natija: Endi bizga yangi kelgan inson haqida ma'lumot berilganda (yosh: 45, BMI: 28, Shakar: 140 mg/dl, Qon bosimi: 130 mmHg, Jinsi: erkak) model bu bemorning kasal bo'lish ehtimolini, masalan, 0.73 (73%) deb chiqarsa, biz uni "kasal" sinfiga ajratamiz. Shu tariqa, logistik regressiya sinflashtirish masalasida amaliy tarzda qo'llaniladi.

Bank mijozlariga kredit berilishi yoki berilmasligi to'g'risida qaror qabul qiluvchi modelni qurish jarayoniga amaliy misol

- tasavvur qilamiz, bizda bir guruh mijozlarning kredit olish so'rovnomalari haqida ma'lumotlar bor. Har bir mijoz uchun quyidagi ma'lumotlar mavjud:

- yoshi;

- ish staji (yillarda);

- oylik daromadi;

- qarzi bor-yo'qligi;

- kredit tarixining yaxshi yoki yomonligi.

Bu yerda maqsad - yangi kelgan mijozning kreditni to'lay yoki to'lay olmasligi ($y=1$: to'lay oladi, $y=0$: to'lay olmaydi) ehtimolini aniqlashdir. Ushbu vazifani yechish uchun logistik regressiya modelidan foydalanamiz. Avvalgi mijozlar bo'yicha ma'lumotlarni (kredit berilgani yoki berilmagani, kredit o'z vaqtida to'langani yoki to'lanmaganligi) o'rganilib, logistik regressiya har bir omilning natijaga qanday ta'sir qilishini baholaydi. Keyinchalik, yangi mijoz kelganidada (masalan, 35 yosh, 10 yillik ish staji, oylik daromadi ma'lum summada, qarzi yo'q, kredit tarixi yaxshi) model bizga ushbu mijozning kreditni o'z vaqtida to'lashi ehtimolini hisoblab beradi. Agar ehtimollik 0,7 (70%) chiqsa, demak model qaror qabul qilish uchun "to'lay oladi" sinfini tanlaydi. Shu orqali bank kredit xavf-xatarlarni (riskini) hisobga olgan holda, qaror qabul qiladi [10].

Umuman olganda, sinflashtirish muammolarida logistik regressiya - bu sodda, tushunarli va samarali yechim bo'lib, birlamchi tahlil va murakkab modellarni qo'llashdan oldin asosiy "tayanch" model sifatida qo'llanishi mumkin.

Xulosa qilib aytadigan bo'lsak yuqorida ko'rib chiqilgan tahlillar shuni ko'rsatadiki, mashinali o'qitish modellarini qurish usullari va algoritmlari zamonaviy ilm-fan va amaliyotning eng muhim yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Regression modellardan tortib logistik regressiyaga asoslangan sinflashtirish usullarigacha bo'lgan yondashuvlar turli sohalarida samarali natijalar ko'rsatib kelmoqda. Ayniqsa, chiziqli va polinomial regressiya modellari ma'lumotlarning ichki bog'lanishlarini aniqlashda muhim ahamiyatga ega hisoblanadi. Logistik regressiya esa klassifikatsiya vazifalarida yuqori aniqlikni ta'minlab, amaliyotda keng qo'llaniladi. Shu bilan birga, modelni qurish jarayonida xususiyatlarni to'g'ri tanlash, ma'lumotlarni sifatli tayyorlash hamda baholash mezonlarini to'g'ri belgilash yakuniy natijaga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Mashinali o'qitish algoritmlarini chuqur o'rganish va amaliyotda qo'llash ilmiy tadqiqotlar, ishlab chiqarish va kundalik hayotda samaradorlikni sezilarli darajada oshirish imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

- [1] Singhal K. Towards Expert-Level Medical Question Answering with Med-PaLM 2 // arXiv:2305.09617, 2023. - 1 preprint.
- [2] Murphy K. P. Probabilistic Machine Learning: Advanced Topics. - Cambridge, MA: MIT Press, 2023. — 1 vol.
- [3] Ааланов А. Н. Искусственный интеллект. Понимание, применение и перспективы: учебник для вузов. — Санкт-Петербург: Лань, 2025. - 312 с. - ISBN 978-5-507-52357-3.
- [4] Smetanin S. Deep transfer learning baselines for sentiment analysis in Russian // Information Processing & Management, 2021. — 1 article.
- [5] Maslej N. Artificial Intelligence Index Report 2024. — Stanford: Stanford HAI, 2024. - 1 report.
- [6] Asongo A.I., Hamandikko G.M., Modu B. Machine Learning Techniques, methods and Algorithms: Conceptual and Practical Insights. Asongo, A.I, et. al. International Journal of Engineering Research and Applications. ISSN: 2248-9622, Vol. 11, Issue 8, (Series-II) August 2021, pp. 55-64
- [7] Баланов А. Н. Искусственный интеллект. Понимание, применение и перспективы: учебник для вузов. — Санкт-Петербург: Лань, 2025. - 312 с. — ISBN 978-5-507-52357-3.
- [8] Murphy K. P. Probabilistic Machine Learning: An Introduction. - Cambridge, MA: MIT Press, 2022. - 864 p. - ISBN 978-0-262-04682-4.
- [9] Russell S. J.; Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. - Hoboken, NJ: Pearson, 2020. - 1136 p. - ISBN 978-0-13-461099-3.
- [10] Chollet F. Deep Learning with Python. - Shelter Island, NY: Manning, 2021. - 504 p. - ISBN 978-1-61729-686-4.

“YENGIL” YECHIMLI QAROR ORQALI KODNI OCHISH

t.f.n., dotsent Sh.Yu. DJABBAROV

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti

Annotatsiya. Ushbu maqolada yengil yechimli qaror orqali kodni ochish misollar bilan bayon etilgan. Bunda asosan qat'iy yechimli qaror bilan yengil yechimli qaror farqi va qo'llanishlari keltirilgan. Axborot ketma-ketligi uchun tekshiruvchi simvollar matritsa shaklida keltirilgan bo'lib gorizont va vertikal tekshiriladigan belgilar asosida tuzilgan. Uzatiladigan kodli kombinatsiyani dekodlashning iteratsion usulining bosqichlari misollar bilan keltirilgan.

Kalit so'zlar: kodlash, Yevklid masofasi, Xemming kodi, “Qat'iy” yechimli qaror, “Yengil” yechimli qaror, Viterbi kodlash va dekodlash usullari, kvantlanish, iteratsiya, gorizont, vertikal.

Abstract. In this article the soft-decision decoding is described with examples. Furthermore, the differences between a hard-decision and a soft-decision decoding and their applications are mainly discussed. The parity check symbols for the information sequence are presented in the form of a matrix, based on horizontal and vertical check symbols. The steps of the iterative method for decoding a transmitted code combination are presented with examples.

Key words: coding, Euclidean distance, Hamming code, “Hard” decision, “Soft” decision, Viterbi encoding and decoding methods, quantization, iteration, horizontal, vertical.

So'nggi yillarga kelib telekommunikatsiya tarmog'i jadal sur'atlarda rivojlandi. Bunga misol sifatida TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet protocol), FR (Frame Relay), ATM (Asynchronous Transfer Mode) kabi yuqori tezlikli texnologiyalarni tarmoqqa kiritilganligini keltirish mumkin. Bu texnologiyalar (xususan ATM texnologiyasi) turli xildagi axborotlarni (ovoz, matn, ma'lumotlar qo'zg'almas va video tasvirlarni) uzatish imkonini beradi. FR texnologiyasi yuzlab kbit/s dan bir necha o'n Mbit/s gacha bo'lgan uzatish tezligida ishlaydi, ATM texnologiyasi esa, bir necha Gbit/s gacha bo'lgan uzatish tezligida ishlay oladi. Bunday ulkan tezliklarda har qanaqa axborotlarni aloqa kanali bo'yicha uzatganda yuqori ishonchlilik talab etiladi. Sababi arzimagan ta'sir ham katta miqdordagi xatolarga olib keladi. Yuqori ishonchlilikni ta'minlashning asosiy usullaridan biri – xatolarni aniqlovchi va to'g'irlovchi shovqinbardosh kodlarni qo'llashdir.

Ba'zi hollarda nazariy jixatdan kuchli bo'lgan kodlarni qo'llash ham effektiv natijani bermasligi mumkin. Bunga sabab aloqa kanallarida hosil bo'ladigan xatolarning xarakteridir. Aloqa kanallaridagi xatolarning modelini yaxshi o'rganib chiqqandan so'ng, o'rganilgan statistik ma'lumotlarga asoslanib kerakli kodlar tanlanadi. Blokli kodlarni ochish “Qat'iy” yoki “Yengil” yechimli qaror qabul qilish yordamida amalga oshirilishi mumkin [1-2].

“Qat'iy” yechimli qaror qabul qilish orqali kodni ochishda har bir qabul qilinayotgan bitga qabul qilinayotgan ma'lumotlardagi halaqitlarning me'yordan ko'p yoki kamligiga bog'liq ravishda 0 yoki 1 belgisi yoziladi. Kod ochgichda xato borligini aniqlash, imkon bo'lganda xatoni to'g'irlash uchun qo'shilgan ortiqcha ma'lumot qo'llaniladi. Kod ochgichdan chiqayotgan ma'lumotlar – to'g'irlangan kodli so'zlar hisoblanadi.

“Yengil” yechimli qaror bilan qabul qilingan kod ochuvchi faqatgina 1 yoki 0 binar kattalikni qabul qilib qolmasdan, balki, berilgan bit bilan bog'liq ishonchli kattalikni ham qabul qiladi.

Agar modulyator bitga 1 belgisi biriktirilishini aniqlasa, u holda ishonchlilik darajasi unda yuqori bo'ladi. Agar u kamroq aniqlansa, bu holda u pastroq ishonchli kattalikka joylashtiriladi.

“Yengil” yechimga kiradigan kod ochuvchi “Qat'iy” yoki “Yengil” yechimga ega qarorli ma'lumotlar chiqarishi mumkin.

Masalan, Viterbi kodni ochish qurilmasi “Yengil” yechimli axborotni qabul qiladi va “Qat'iy” yechimli qarorli ma'lumotlarni chiqaradi. Kod ochuvchi “Yengil” yechimli ma'lumotni berilgan 0 yoki 1 bitning tengligini aniqlash uchun ishlatishi mumkin. Bunda chiqayotgan bitdan shunday “Qat'iy” yechimli qarorga ega bo'linadi.

Shovqinga qarshi kodlarni ochishning ikkita usuli mavjud bo'lib, ular amaldagi sonlarni ketma-ketlikda demodulyatsiya qilinishidan keyin olinishga asoslanadi:

“Qat'iy” yechimli qaror orqali kodni ochish. Bu holatda amaldagi songa 0 yoki 1 taqqoslanadi, ya'ni kanaldan qabul qilingan birliklarga nisbatan “Qat'iy” yechimli qarorlarni qo'llash jarayonida qabul qilinayotgan belgilarning inversiyasi ko'rinishidagi xato paydo bo'ladi. Bunday holatda maksimal ishonchlilik tamoyili asosida kodni ochish uchun Xemming masofasidan foydalaniladi.

“Yengil” yechimli qaror orqali kodni ochish. Kanaldan qabul qilingan birliklar darajalarning berilgan sonida kvantlanadi va darajalar bir nechta intervalda sonlar bilan kodlanadi, masalan, sakkizinchi darajali kvantlanishda -4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4 birliklari vositasida kodlanadi. Bunday holatda maksimal ishonchlilik tamoyili asosida kodni ochish uchun odatiy Yevklid masofasidan foydalaniladi.

Umuman olganda, u yoki bu qarorni tanlashdan oldin aloqa kanalidagi shovqin statistikasini bilish maqsadga muvofiq. Bundan tashqari, shuni yodda tutish kerakki, “Qat'iy” yechimli qaror orqali kodni ochish berilgan kodni ma'qul darajada tahrirlashni kafolatlovchi boy nazariy bazaga ega.

“Yengil” yechimli qaror uchun esa bunday nazariy baza deyarli mavjud emas. Boshqa tomondan olganda, “Yengil” yechimli qarorda kod ochgich tomonidan aniqlangan xatolar miqdori (darajalar sonining ko'pligi hisobiga) “Qat'iy” yechimli qarordagiga nisbatan kamroq bo'lishini kutish mumkin va mos ravishda aynan bitta kod ko'p miqdordagi xatolarni to'g'irlashi mumkin [2-3].

“Yengil” yechimli qaror orqali kodlarni ochish qo'llanilishining maqsadga muvofiqligi ma'lumotlarni tiklash yoki signal qabul qilishdagi shovqin komponenti o'z tabiatiga ko'ra diskret emas, balki uzluksiz bo'lganligi bilan ham asoslanadi. Bu esa qabul qilingan belgilar $GF(2^m)$ yakuniy maydonning ikkilamchi belgilari bilan emas, balki, (kuchlanishga mos keluvchi) amaldagi sonlar bilan birmuncha tabiiyroq kvantlanishini bildiradi.

“Yengil” yechimli qaror uchun Viterbi algoritmi “Qat'iy” yechimli qaror uchun bo'lgan algoritmdan farq qilmaydi, faqatgina masofalar Xemming bo'yicha emas, balki Yevklid masofasi bo'yicha hisoblanishi bundan istisno.

Viterbi dekodlash holatlari kabi mantiqiy elementlar 0 va 1 elektrik kuchlanish (-1) va (+1) ni taqdim qiladi. Axborot ketma-ketligi uchun tekshiruvchi simvollar quyidagi tarzda tuziladi: $a=(x_1, x_2, x_3, x_4)$.

Matritsa shaklidagi x_k ketma-ketlikni taqdim qilinsa [2-4]:

$$L = \begin{pmatrix} L_1 & L_2 \\ L_3 & L_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_1 & x_2 \\ x_3 & x_4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_{12} \\ x_{24} \\ x_{13} & x_{24} \end{pmatrix} \quad (1)$$

Bunda gorizontal va vertikal tekshiriladigan belgilar quyidagi tarzda tuziladi:

$$\begin{pmatrix} x_{12} \\ x_{34} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_1 \oplus x_2 \\ x_3 \oplus x_4 \end{pmatrix}, \quad \begin{pmatrix} x_{13} \\ x_{24} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_1 \oplus x_3 \\ x_2 \oplus x_4 \end{pmatrix}, \quad (2)$$

Uzatiladigan kodli kombinatsiya quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$F = (x_1, x_2, x_3, x_4, x_{12}, x_{34}, x_{13}, x_{24}). \quad (3)$$

Dekodlashning iteratsion usuli quyidagilarni o'z ichiga oladi.

1. Birinchi bosqichda tekshiruvchi simvollarning gorizontal nobog'liqligi hisoblanadi:

$$H = \begin{pmatrix} H_1 & H_2 \\ H_3 & H_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_2 \oplus x_{12} & x_1 \oplus x_{12} \\ x_4 \oplus x_{34} & x_3 \oplus x_{34} \end{pmatrix} \quad (4)$$

Bu yerda $\oplus$ operatsiya quyidagi tarzda aniqlanadi:

$$A \oplus B = (-) \cdot \text{sign}(A) \cdot \text{sign}(B) \cdot \min(|A|, |B|). \quad (5)$$

2. Ikkinchi bosqichda tekshiruvchi simvollarining vertikal nobog'liqligi hisoblanadi:

$$V = \begin{pmatrix} V_1 & V_2 \\ V_3 & V_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (L_3 + H_3) \oplus x_{13} & (L_4 + H_4) \oplus x_{24} \\ (L_1 + H_1) \oplus x_{13} & (L_2 + H_2) \oplus x_{24} \end{pmatrix} \quad (6)$$

Birinchi iteratsiya natijasi quyidagi matritsa bo'ladi:

$$X_1 = L + H + V \quad (7)$$

3. Uchinchi bosqichda yana tekshiruvchi simvollarining gorizontal nobog'liqligini hisoblanadi:

$$H = \begin{pmatrix} (L_2 + V_2) \oplus x_{12} & (L_1 + V_1) \oplus x_{12} \\ (L_4 + V_4) \oplus x_{34} & (L_3 + V_3) \oplus x_{34} \end{pmatrix} \quad (8)$$

Qayd etamizki, V matritsa elementlarini biz oldingi 2 bosqichdan olamiz.

4. To'rtinchi bosqichda tekshiruvchi simvollarining vertikal nobog'liqligi hisoblanadi:

$$V = \begin{pmatrix} V_1 & V_2 \\ V_3 & V_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (L_3 + H_3) \oplus x_{13} & (L_4 + H_4) \oplus x_{24} \\ (L_1 + H_1) \oplus x_{13} & (L_2 + H_2) \oplus x_{24} \end{pmatrix} \quad (9)$$

H matritsa elementlarini oldingi 3 bosqichdan olinadi. Ikkinchi iteratsiya natijasi quyidagi matritsa bo'ladi:

$$X_2 = L + H + V \quad (10)$$

Boshqa barcha iteratsion algoritmlar kabi davriylik so'nggi iteratsiyalarda hisoblash natijalari qanchalik kuchli o'zgarishini tekshirish uchun talab qilinadi. Agar $X^k \approx X^{k-1}$ hisoblash jarayoni to'xtatilib $X = X^k$ bilan belgilanishi mumkin. Agar X^k miqdor X_{k-1} dan kuchli farqlansa, 3-4 bosqichlarni takrorlash zarur. Yakuniy bosqichda "Yengil" yechimli qarorlardan "Qat'iy" yechimli javoblarga o'tish zarur. Bularning barchasi uchun manfiy komponentli matritsa:

$$X = \begin{pmatrix} X_1 & X_2 \\ X_3 & X_4 \end{pmatrix} \quad (11)$$

0 qabul qilinadigan signal miqdoriga mos bo'lib, barcha ijobiylari-1 miqdor bo'ladi:

$$a = \frac{1}{2} + \frac{1}{2\text{sign}(x)} \text{ yoki } a = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} 1 + \text{sign}(X_1) & 1 + \text{sign}(X_2) \\ 1 + \text{sign}(X_3) & 1 + \text{sign}(X_4) \end{pmatrix} \quad (12)$$

Misol. $a = (1011)$ xabarni kodlashtiring?

Yechish. $a = (x_1, x_2, x_3, x_4) = (1011)$ ekanligini hisobga olib matritsa shaklida X_k ketma-ketligi taqdim qilinadi:

$$L = \begin{pmatrix} x_1 & x_2 \\ x_3 & x_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{pmatrix},$$

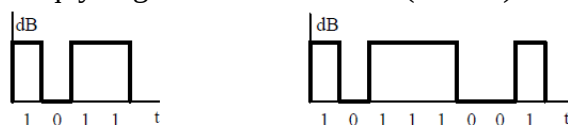
Bunda gorizontal va vertikal tekshiriladigan belgilar quyidagi tarzda tuziladi:

$$\begin{pmatrix} x_{12} \\ x_{34} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_1 \oplus x_2 \\ x_3 \oplus x_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \oplus 0 \\ 1 \oplus 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} x_{13} \\ x_{24} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_1 \oplus x_3 \\ x_2 \oplus x_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \oplus 1 \\ 0 \oplus 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

Uzatiladigan kodli kombinatsiya quyidagi shaklda bo'ladi:

$$F = (x_1, x_2, x_3, x_4, x_{12}, x_{34}, x_{13}, x_{24}) = (10111001)$$

Kodlashtirish jarayonini quyidagi tarzda ifodalanadi (1-rasm):

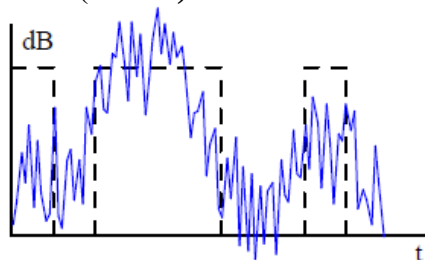


Axborot ketma-ketligi

Kodli ketma-ketlik

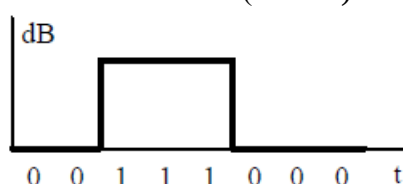
1-rasm. Kodlashtirish jarayoni

Axborotni uzatish jarayonida ketma-ketlik turli shovqinlar natijasida buzilishlari va elektromagnit to‘lqinlarning tabiiy tebranishlari natijasida yo‘qoladi. Qabul qilinadigan signal quyidagi ko‘rinishda bo‘lishi mumkin (2-rasm):



2-rasm. Qabul qilinadigan signal ko‘rinishi

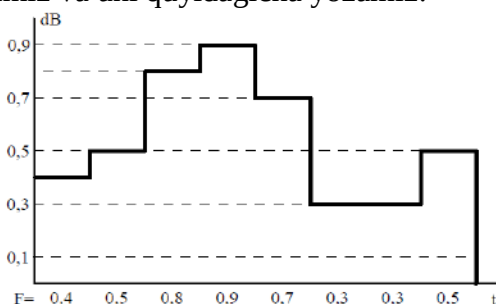
Agar qabul qiluvchi faqat elektromagnit maydonning kuchlanish belgisini qayd qilsa, raqamli approksimatsiya signal quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi (3-rasm):



3-rasm. Raqamli approksimatsiya signalning ko‘rinishi

Boshqacha aytganda $F=(00111000)$ ko‘rinishdagi kodli kombinatsiyani ikkita xatolik bilan olinadi.

Endi “Yengil” yechimli dekodlash algoritmini ko‘rib chiqamiz (4-rasm). Buning uchun 10 darajali kvant signallarni kiritamiz va uni quyidagicha yozamiz:



4-rasm. “Yengil” yechimli dekodlash algoritmi

Rasmdan ko‘rinib turibdiki qabul qilingan kodli kombinatsiya quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$F=(0.4, 0.5, 0.8, 0.9, 0.7, 0.3, 0.3, 0.5).$$

Misol. Qabul qilingan kodli kombinatsiyani dekodlashtiring?

$$F=(0.4, 0.5, 0.8, 0.9, 0.7, 0.3, 0.3, 0.5).$$

Yechish. Qabul qilinadigan axborot ketma-ketligini ajratamiz:

$$F=(x_1, x_2, x_3, x_4, x_{12}, x_{34}, x_{13}, x_{24})=(0.4, 0.5, 0.8, 0.9, 0.7, 0.3, 0.3, 0.5).$$

$$\text{axborot matritsasi } L=\begin{pmatrix} x_1 & x_2 \\ x_3 & x_4 \end{pmatrix}=\begin{pmatrix} 0.4 & 0.5 \\ 0.8 & 0.9 \end{pmatrix},$$

gorizontal (x_{12}, x_{34}) va vertikal (x_{13}, x_{24}) tekshiruvchi simvollar

$$\begin{pmatrix} x_{12} \\ x_{34} \end{pmatrix}=\begin{pmatrix} 0.7 \\ 0.3 \end{pmatrix}, \quad \begin{pmatrix} x_{13} \\ x_{24} \end{pmatrix}=\begin{pmatrix} 0.3 \\ 0.5 \end{pmatrix}$$

1. Birinchi bosqichda tekshiruvchi simvollarning gorizontal nobog'liqligi hisoblanadi:

$$H = \begin{pmatrix} (x_2 \oplus x_{12}) \oplus x_{12} & x_1 \oplus x_{12} \\ (x_4 \oplus x_{34}) \oplus x_{34} & x_3 \oplus x_{34} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.5 \oplus 0.7 & 0.4 \oplus 0.7 \\ 0.9 \oplus 0.3 & 0.8 \oplus 0.3 \end{pmatrix}.$$

$A \oplus B = (-1) \cdot \text{sign}(A) \cdot \text{sign}(B) \cdot \min(|A|, |B|)$ ni hisobga olgan holda quyidagilar olinadi:

$$x_2 \oplus x_{12} = 0.5 \oplus 0.7 = (-1) \cdot \text{sign}(0.5) \cdot \text{sign}(0.7) \cdot \min(|0.5|, |0.7|) = -0.5,$$

$$x_1 \oplus x_{12} = 0.4 \oplus 0.7 = (-1) \cdot \text{sign}(0.4) \cdot \text{sign}(0.7) \cdot \min(|0.4|, |0.7|) = -0.4,$$

$$x_4 \oplus x_{34} = 0.9 \oplus 0.3 = (-1) \cdot \text{sign}(0.9) \cdot \text{sign}(0.3) \cdot \min(|0.9|, |0.3|) = -0.3,$$

$$x_3 \oplus x_{34} = 0.8 \oplus 0.3 = (-1) \cdot \text{sign}(0.8) \cdot \text{sign}(0.3) \cdot \min(|0.8|, |0.3|) = -0.3,$$

yoki

$$H = \begin{pmatrix} H_1 & H_2 \\ H_3 & H_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -0.5 & -0.4 \\ -0.3 & -0.3 \end{pmatrix}.$$

2. Ikkinchi bosqichda tekshiruvchi simvollarning vertikal nobog'liqligi hisoblanadi:

$$V = \begin{pmatrix} (L_3 + H_3) \oplus x_{13} & (L_4 + H_4) \oplus x_{24} \\ (L_1 + H_1) \oplus x_{13} & (L_2 + H_2) \oplus x_{24} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (0.8 - 0.3) \oplus 0.3 & (0.9 - 0.3) \oplus 0.5 \\ (0.4 - 0.5) \oplus 0.3 & (0.5 - 0.4) \oplus 0.5 \end{pmatrix}.$$

yoki

$$V = \begin{pmatrix} V_1 & V_2 \\ V_3 & V_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -0.3 & -0.5 \\ 0.1 & -0.1 \end{pmatrix}$$

Birinchi iteratsiya natijasi quyidagi matritsa bo'ladi:

$$X_1 = L + H + V = \begin{pmatrix} 0.4 & 0.5 \\ 0.8 & 0.9 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -0.5 & -0.4 \\ -0.3 & -0.3 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -0.3 & -0.5 \\ 0.1 & -0.1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -0.4 & -0.4 \\ 0.6 & 0.5 \end{pmatrix}$$

3. Uchinchi bosqichda tekshiruvchi simvollarning nobog'liqligi yana hisoblanadi:

$$H = \begin{pmatrix} (L_2 + V_2) \oplus x_{12} & (L_1 + V_1) \oplus x_{12} \\ (L_4 + V_4) \oplus x_{34} & (L_3 + V_3) \oplus x_{34} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (0.5 - 0.5) \oplus 0.7 & (0.4 - 0.3) \oplus 0.7 \\ (0.9 - 0.1) \oplus 0.3 & (0.8 + 0.1) \oplus 0.3 \end{pmatrix}.$$

V matritsa elementlarini oldingi ikki bosqichdan olinadi. Natijada quyidagi ko'rinish olinadi:

$$H = \begin{pmatrix} 0 \oplus 0.7 & 0.1 \oplus 0.7 \\ 0.8 \oplus 0.3 & 0.9 \oplus 0.3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & -0.1 \\ -0.3 & -0.3 \end{pmatrix}.$$

4. To'rtinchi bosqichda V tekshiruvchi simvollar vertikal nobog'liqligi hisoblanadi:

$$V = \begin{pmatrix} V_1 & V_2 \\ V_3 & V_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (L_3 + H_3) \oplus x_{13} & (L_4 + H_4) \oplus x_{24} \\ (L_1 + H_1) \oplus x_{13} & (L_2 + H_2) \oplus x_{24} \end{pmatrix}$$

H matritsa elementlarini oldingi 3 bosqichdan olamiz va quyidagi natija olinadi:

$$V = \begin{pmatrix} (0.8 - 0.3) \oplus 0.3 & (0.9 - 0.3) \oplus 0.5 \\ (0.4 + 0) \oplus 0.3 & (0.5 - 0.1) \oplus 0.5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.5 \oplus 0.3 & 0.6 \oplus 0.5 \\ 0.4 \oplus 0.3 & 0.4 \oplus 0.5 \end{pmatrix},$$

yoki

$$V = \begin{pmatrix} -0.3 & -0.5 \\ -0.3 & -0.4 \end{pmatrix}$$

Ikkinchi iteratsiya natijasi bo'lgan matritsa quyidagi ko'rinishga ega:

$$X_2 = L + H + V = \begin{pmatrix} 0.4 & 0.5 \\ 0.8 & 0.9 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 & -0.1 \\ -0.3 & -0.3 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -0.3 & -0.5 \\ -0.3 & -0.4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.1 & -0.1 \\ 0.2 & 0.2 \end{pmatrix}$$

5 va 6 bosqichlarni hisoblashda qanday natijalarni olishini mustaqil ravishda ishlash mumkin:

$$H = \begin{pmatrix} 0 & -0.1 \\ -0.3 & -0.3 \end{pmatrix}, \quad V = \begin{pmatrix} -0.3 & -0.5 \\ -0.3 & -0.4 \end{pmatrix}, \quad X_2 = \begin{pmatrix} 0.1 & -0.1 \\ 0.2 & 0.2 \end{pmatrix}$$

Modomiki $X = X^2 = X^3$ bo'lsa, kelgusi iteratsiyalar to'xtatiladi.

Oxirgi bosqichda "Yengil" yechimlardan "Qat'iy" javoblarga o'tiladi. X matritsa barcha manfiy komponentlari uchun qabul qilinadigan signa $l = 0$, barcha ijobiyalar uchun -1 miqdor bo'ladi:

$$a = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} 1 + \text{sign}(X_1) & 1 + \text{sign}(X_2) \\ 1 + \text{sign}(X_3) & 1 + \text{sign}(X_4) \end{pmatrix} = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} 1 + \text{sign}(0.1) & 1 + \text{sign}(-0.1) \\ 1 + \text{sign}(0.2) & 1 + \text{sign}(0.2) \end{pmatrix}$$

yoki

$$a = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} 1 + 1 & 1 + 1 \\ 1 + 1 & 1 + 1 \end{pmatrix} = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} 2 + 0 \\ 2 + 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$$

Shunday qilib qayta kodlashtirilgan axborot ketma-ketligi quyidagi shaklda bo'ladi:

$$a = (1011).$$

Ishlarda ko'rsatilishicha, "Yengil" yechimli qarordan foydalanish signal 8-16 darajalarda kvantlanganda optimal hisoblanadi.

Maksimum ishonchlilik asosida kodni ochish kodlash nazariyasida birmuncha muhim va murakkab algoritmik muammo hisoblanadi. Ma'lumki, aloqaning ikkilamchi simmetrik kanali va erkin chiziqli kodlar uchun bu muammo NP-to'liq hisoblanadi. Bundan tashqari, u kodning uzoq qayta ishlanish vaqtida ham shundayligicha qoladi.

Binobarin, mazkur masalani hal etish uchun bugungi kunda ko'plab umumiy nazariyalar o'rganilgan va ishlab chiqilgan. Bu barcha algoritmlar kod uzunligiga eksponensial ravishda qotib qolish kabi murakkabliklarga ega. Bundan tashqari ular o'rtacha uzunlikdagi (blokda 200 belgigacha) kodlarni bog'lashda oddiy qo'llanilishi bilan yaroqli hisoblanadi [2,5-7].

Ular jumlasiga, masalan, axborot jamlanmalari deb nomlanuvchi kod ochish algoritmlari kiradi. Masalani hal etuvchi boshqa bir misol, Levitin va Xartman tomonidan taklif etilgan "nol qo'shnisi" (ingl. zeroneighbors) algoritmi nomini olgan ML-kod ochish hisoblanadi. Ta'kidlangan oilalarga mansub ML-kod ochish algoritmi o'rganilgan ishda minimal so'zlar uslubi hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

- [1] Думачев В.Н. Теория информации и кодирования - Воронеж: Воронежский институт МВД России, 2012. – 200 с.
- [2] Djuravev P.X., Djabbarov Sh. Yu., S.O. Maxmudov, J.B. Baltayev. Axborot va kodlash nazariyalari. T.: "Aloqachi". 2018, 296 b.
- [3] Березкин Е.Ф. Основы теории информации и кодирования: Учебное пособие. – М.: НИЯУ МИФИ, 2010. – 312 с.
- [4] Abbas El Gamal, Young-Han Kim Network Information Theory. Cambridge University Press, 2011
- [5] Морелос-Сарагоса Р. Искусство помехоустойчивого кодирования. Методы, алгоритмы, применение. Москва: ТЕХНОСФЕРА, 2005.- 320 с
- [6] М. Вернер. Основы кодирования. Учебник для ВУЗов. Москва: ТЕХНОСФЕРА, 2006.- 288 с
- [7] Джураев Р.Х. Помехоустойчивые коды в телекоммуникационных системах. Учеб. Пособие - ТУИТ, Ташкент 2013

UCHUVCHISIZ UCHISH APPARATLARILARNI BOSHQARISH TIZIMIDAGI MAVJUD MUAMMOLAR TAHLILI

Sh.O'. SINDAROV, A.X. FAYZULLAYEV

O'R HX va MU Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari va harbiy aloqa instituti

Annotatsiya. Ushbu maqolada uchuvchisiz uchish apparatlari (UUA) boshqaruvi bilan bog'liq muhim muammolar turli operatsion sharoitlar nuqtai nazaridan tizimli ravishda tahlil qilinadi. Xususan, energiya cheklovlari, signal interferensiyasi (jamming, spoofing), marshrutdan og'ish, swarm tizimlaridagi sinxronlik, va kriptografik xavfsizlik kabi muammolarning texnologik asoslari ochib beriladi. WSN (Wireless Sensor Network) asosidagi arxitektura va meta-heuristik algoritmlar (COA, MPC, PSO) tahlil qilinib, ularning harbiy UUA tizimlaridagi qo'llanilish imkoniyatlari baholanadi UUA boshqaruvida yuzaga keladigan tahdidlar, ularni bartaraf etish yo'llari va ilg'or texnologik yondashuvlar asosida samarali boshqaruv mexanizmlari tahlil qilinadi.

Kalit so'zlar: UUA; WSN; jamming; spoofing; swarm; COA; MPC; PSO; signal interferensiyasi; marshrut optimallashtirish; kriptografik xavfsizlik; meta-heuristik algoritmi; real vaqti boshqaruv; intellektual boshqaruv.

Аннотация. В данной статье проводится системный анализ ключевых проблем управления беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) с точки зрения различных операционных условий. Особое внимание уделено технологическим аспектам таких проблем, как ограничения по энергии, помехи сигналу (глушение, подмена), отклонения от маршрута, синхронизация в роевых системах и криптографическая уязвимость. Рассматривается архитектура, основанная на беспроводных сенсорных сетях (WSN), а также применимость метаэвристических алгоритмов (COA, MPC, PSO) в военных системах БПЛА. Также проанализированы потенциальные угрозы, возникающие при управлении БПЛА, пути их устранения и современные технологические подходы к построению эффективных и защищённых систем управления.

Ключевые слова: БПЛА; WSN; глушение; подмена сигнала; рой; COA; MPC; PSO; помехи сигналу; оптимизация маршрута; криптографическая защита; метаэвристический алгоритм; управление в реальном времени; интеллектуальное управление.

Abstract. This article presents a systematic analysis of critical challenges in the control of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) from the perspective of various operational environments. Specifically, it examines the technological foundations of issues such as energy limitations, signal interference (jamming, spoofing), trajectory deviation, synchronization problems in swarm systems, and cryptographic vulnerabilities. The architecture based on Wireless Sensor Networks (WSN) and meta-heuristic algorithms (COA, MPC, PSO) is evaluated for its applicability in military UAV systems. The study also analyzes the potential threats encountered in UAV control, as well as mitigation strategies and advanced technological approaches for implementing efficient and secure control mechanisms.

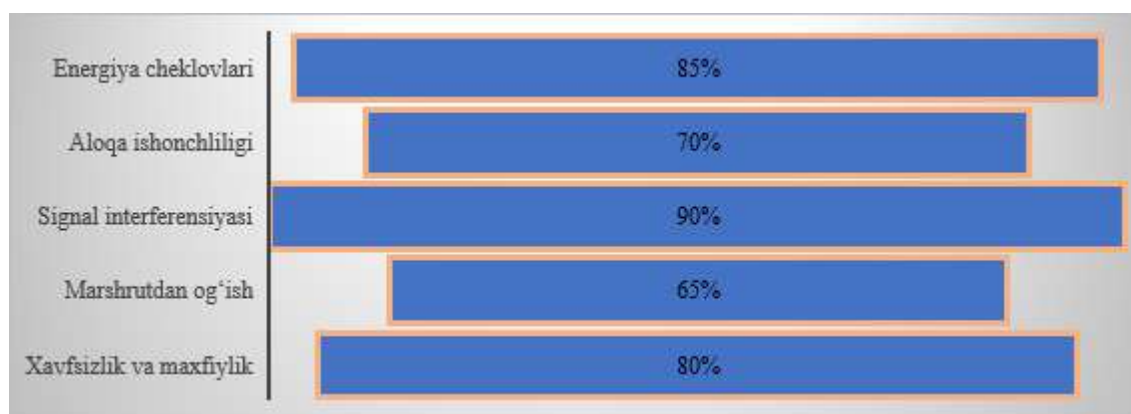
Key words: UAV; WSN; jamming; spoofing; swarm; COA; MPC; PSO; signal interference; trajectory optimization; cryptographic security; meta-heuristic algorithm; real-time control; intelligent control.

Uchuvchisiz uchish apparatlari (UUA) bugungi kunda harbiy razvedka, elektron urush, nishon yo'q qilish va taktik monitoring kabi muhim missiyalarni bajarishda ajralmas vositaga aylanmoqda. Ularning yengil tuzilishi, inson ishtirokisiz boshqarilishi, manevrlik darajasining yuqoriligi va xarajat jihatdan iqtisodiyligi sababli ko'plab davlatlar harbiy strategiyalarini aynan UUA texnologiyasi asosida qayta ko'rib chiqmoqda. Biroq, UUA larni murakkab, tez o'zgaruvchan, signal bosimi ostidagi real jangovar sharoitlarda uzluksiz va barqaror boshqarish ko'plab texnik va algoritmik muammolarni yuzaga keltirmoqda.

Birinchi navbatda, UUA larda parvoz davomiyligi muammosi markaziy masala bo'lib qolmoqda. Aksariyat tizimlarda energiya manbai sifatida foydalanilayotgan litiy-polimer yoki boshqa akkumulyatorlar quvvati yetarli bo'lmay, uzoq masofali yoki uzluksiz monitoring vazifalarini bajarishda jiddiy cheklov tug'diradi. Ushbu cheklovlar ayniqsa BLOS (Beyond-Line-of-Sight) sharoitlarida operatsiya olib boruvchi harbiy UUA lar uchun strategik xavf tug'diradi. BLOS— bu uchuvchisiz uchish apparatining (UUA) to'g'ridan-to'g'ri vizual aloqa bo'lmagan masofalarda boshqarilishi deganidir. Boshqacha qilib aytganda, operatorning ko'z nuri yetmaydigan masofada yoki to'siqlar ortida joylashgan UUA larni nazorat qilish holatidir. Tadqiqotlar shuni ko'rsatmoqdaki, ba'zi hollarda energiyani tejash uchun marshrutni optimallashtirish algoritmlaridan foydalanilsa ham, parvoz masofasini sezilarli darajada oshirishga erishilmaydi [2].

So'nggi yillarda harbiy amaliyotlarda uchuvchisiz uchish apparatlari (UUA)ning roli tubdan o'zgardi. Endi ular faqat razvedka uchun emas, balki sun'iy to'siq yaratish, zarba berish, signal to'sish va havo ustunligini qo'lga kiritish kabi kompleks funksiyalarni bajarishda ham faol ishtirok etmoqda. Ayniqsa, yengil platformalar, inson xavfsizligiga ta'sir qilmasligi va iqtisodiyligi sababli UUA lar harbiy strategiyalarda muqobil kuch vositasi sifatida ko'rilmogda [1].

Biroq, UUA larni murakkab, o'zgaruvchan va dushman ta'siriga ochiq bo'lgan jangovar sharoitda samarali va xavfsiz boshqarish texnologik nuqtayi nazardan qator fundamental muammolarni keltirib chiqarmoqda. Quyidagi grafikda bu muammolarning nisbiy dolzarbligi foiz shaklida tasvirlangan (1-rasm):



1-rasm. UUA larni real operatsion sharoitda boshqarishdagi duch kelinayotgan umumiy muammolar foiz hisobida

Energiya cheklovlari (85%): Zamonaviy harbiy UUA lar ko'pincha batareya asosida ishlaydi, bu esa uzoq masofali yoki BLOS (Beyond-Line-of-Sight) vazifalarni bajarishda operativ chegaralar yaratadi.

Aloqa ishonchliligi (70%): Signal uzilishi, ayniqsa dushman interferensiyasi yoki tog'li hududlarda, real vaqtli boshqaruvga to'sqinlik qiladi.

Signal interferensiyasi (90%): Harbiy UUA lar ko'pincha radioelektron qarshiliklarga (jamming, spoofing) uchraydi, bu esa boshqaruv va navigatsiyani izdan chiqaradi.

Marshrutdan og'ish (65%): Navigatsion aniqlik yo'qligi, shamol, yoki noto'g'ri sensorlar UUA ning rejalashtirilgan traektoriyadan chetlanishiga olib keladi.

Xavfsizlik va maxfiylik (80%): Axborot almashinuvi va boshqaruv signalining kriptografik zaifligi dushman tomonidan ekspluatatsiya qilinishi mumkin.

Swarm tizimlari boshqaruvi (75%): Ko'p-agentli tizimlarda sinxronlik, vazifa taqsimoti va kutilmagan holatlarga adaptatsiya qilish muammolari mavjud[3].

Bu muammolarning har biri texnologik jihatdan turli darajadagi algoritmik, apparat va arxitektura yechimlarini talab qiladi. Xususan, signal xavfsizligi va barqaror aloqa, marshrut kuzatuv algoritmlari, energiyani tejovchi uchish strategiyalari va swarm UUA lar uchun ko'p-

agentli boshqaruv tizimlari harbiy UUA boshqaruvining zamonaviy yo'nalishlari sifatida ajralib turadi [4].

UUA ni aniq va barqaror boshqarish, avvalo, ularning harakatiga ta'sir qiluvchi ichki va tashqi buzilish omillarini aniqlash va ularni to'g'ri kompensatsiya qilishga bog'liq. Bunday buzilishlar, odatda, ikki guruhga ajratiladi: tashqi muhitga oid va ichki strukturaviy noaniqliklar.

Tashqi buzilishlar (60%) — shamol, harorat farqlari, elektromagnit interferensiya (EMI) va GPS signallarining yo'qolishi kabi omillar — UUA lar boshqaruvining eng muhim xavf manbaidir. Ayniqsa GPS signali kuchsiz yoki to'sib qo'yilgan muhitda, dron to'g'ri yo'nalishda harakatlana olmaydi, bu esa vazifaning muvaffaqiyatsiz tugashiga olib keladi.

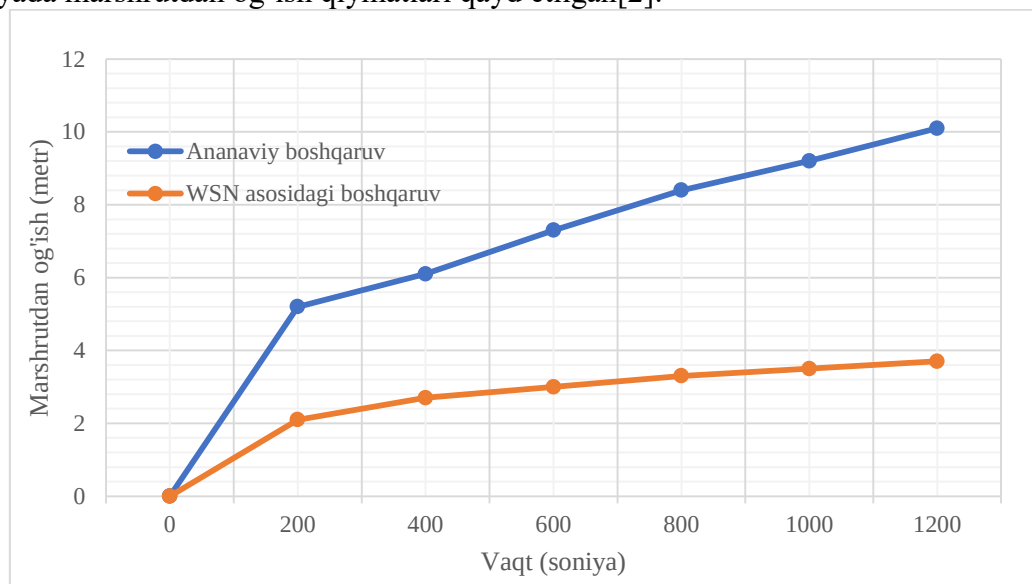
Ichki buzilishlar (40%) esa, UUA ning o'z konstruksiyasi va inertsia xossalari bilan bog'liqdir. Masalan, yukning noto'g'ri taqsimlanishi, massa markazining siljishi, yoki rotorlar orasidagi kuchlarning assimetriyasi parvoz barqarorligini susaytiradi. Bu kabi muammolar jismga bog'langan koordinatalar sistemasida ifodalanadi va inertsia tenzoridagi noaniqliklar shaklida modellashtiriladi.

Marshrutdan og'ish muammosi. Uchuvchisiz uchish apparatlari (UUA)ning rejalashtirilgan traektoriyasidan og'ishi — ya'ni marshrutni kuzatishda aniqlikning yo'qolishi — harbiy operatsiyalarda jiddiy strategik va xavfsizlikka oid oqibatlariga olib kelishi mumkin. Bunday og'ishlar, ayniqsa razvedka, zarba berish yoki signal tarqatish kabi missiyalarda nishonning noto'g'ri aniqlanishi yoki vazifaning butunlay muvaffaqiyatsiz yakunlanishiga sabab bo'ladi.

Marshrutdan og'ishning sabablari quyidagilardir:

- Shamol ta'siri va havo oqimlarining o'zgaruvchanligi;
- Sensorlarning sinxronlashmovchiligi yoki aniqlik darajasining pastligi;
- Inertsia xatolari;
- Navigatsion signal kechikishi yoki GPS signali yo'qolishi.

Xitoylik olim Xu et al. tomonidan amalga oshirilgan eksperimentda ushbu muammo an'anaviy boshqaruv tizimi va WSN asosidagi boshqaruv tizimi orqali tahlil qilingan (2-rasm). Tadqiqotda UUA ikkita harakat rejimida (to'g'ri chiziqli va egri marshrut) uchirilgan hamda har 150 soniyada marshrutdan og'ish qiymatlari qayd etilgan[2].



2-rasm. UUA marshrutdan og'ishining vaqt bo'yicha solishtirma grafigi

Grafikdan ko'rinib turibdiki an'anaviy boshqaruv tizimi yordamida boshqarilgan UUA lar marshrutdan og'ishda keskinlik bilan xarakatlangan. Masalan 1100-soniyaga kelib og'ish 10 metrdan oshgan. WSN asosidagi boshqaruv esa, marshrutni deyarli to'g'ri kuzatib borgan; maksimal og'ish 3.7 metr bilan cheklangan.

Bunday yondashuvda harakat holati ikki o'lchamli koordinatalar sistemasi (X, Y) bo'yicha analiz qilinadi. Real vaqtli kuzatuv va tuzatishlar GPS va inertsia sensorlari orqali amalga oshiriladi. Boshqaruv markazi har 150 soniyada burchakdagi og'ishni hisoblab, marshrutga qaytish uchun kompensatsiya buyrug'i yuboradi.

WSN arxitekturasida bu yerda quyidagi afzalliklarni ta'minlaydi:

- Ko'plab sensorlardan kelayotgan ma'lumotlarni filtrlash va sinxronlash;
- Harakat yo'nalishining uzluksiz kuzatilishi va tuzatib borilishi;
- Traektoriyani real vaqt rejimida moslashtirish imkoniyati.

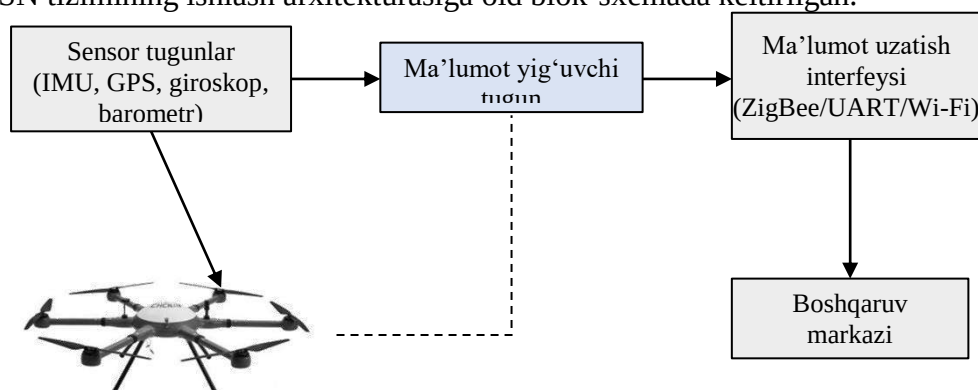
Bundan ko'rinadiki, UUA larni harbiy missiyalarda aniq marshrut bo'ylab boshqarish uchun nafaqat klassik PID usullarini, balki sensorli tarmoqlarga asoslangan, matematik modellashirilgan va tajriba asosida isbotlangan aqlli boshqaruv tizimlari talab etiladi. Ayniqsa, egri marshrutli yoki manyovrli uchish vazifalarida aniqlik darajasini yuqori saqlash WSN asosidagi yondashuvlarda ishonchliroq natija beradi.

Sensor tarmoq (WSN) asosidagi boshqaruvdagi muammolar va imkoniyatlar. Zamonaviy harbiy UUA larni aniqlik va barqarorlik bilan boshqarish uchun faqat klassik inertsia sensorlari va GPS signallariga asoslangan tizimlar yetarli emas. Ayniqsa tashqi buzilishlar, elektromagnit interferensiya va BLOS (Beyond Line-of-Sight) sharoitlarda, real vaqtli kuzatuv va moslashuvchan tuzatish mexanizmlari zarur bo'ladi. Shu nuqtai nazardan, WSN (Wireless Sensor Network) texnologiyasi asosidagi boshqaruv tizimlari istiqbolli yechim sifatida qaralmoqda.

WSN - bu o'zaro ulanib turgan simsiz sensor tugunlar majmuasi bo'lib, ular UUA platformasining harakat holati, tezlanish, tezlik, burchak holati, va tashqi muhit parametrlarini doimiy tarzda o'lchaydi va markaziy boshqaruv blokiga uzatadi. WSN quyidagi asosiy komponentlardan tashkil topadi:

- Sensor tugunlar (IMU, GPS, barometr, giroskop);
- Agregatsiya tuguni, ya'ni barcha sensorlardan kelayotgan ma'lumotlarni jamlaydi;
- Ma'lumot uzatish interfeysi (ZigBee, UART, Wi-Fi);
- Yer usti boshqaruv markazi, u harakatni boshqarish algoritmlarini real vaqt rejimida bajaradi.

WSN asosida marshrut kuzatuv tizimi qurilgan holatda, har bir sensor ma'lumotlarni o'ziga xos identifikator bilan yuboradi. Agregatsiya tuguni bu signalni qabul qilib, marshrut bo'yicha aniqlikni baholaydi. Har 150 soniyada UUA pozitsiyasi tekshiriladi va rejalashtirilgan traektoriya bilan solishtiriladi. Farq aniqlansa, boshqaruv markazi real vaqtli buyrug'ini qayta ishlab chiqaradi. 3-rasmda WSN tizimining ishlash arxitekturasiga oid blok-sxemada keltirilgan.



3-rasm. WSN tizimining ishlash arxitekturasining blok-sxemasini

Sensor tugunlar (IMU, GPS, giroskop, barometr) bloki: UUA platformasida o'rnatilgan sensorlar real vaqt rejimida fizik parametrlarni o'lchaydi. IMU (Inertial Measurement Unit) – tezlanish va burchak tezligini o'lchaydi. GPS – global koordinatalarni aniqlaydi. Barometr – bosimni aniqlab, balandlikni hisoblashda ishlatiladi. Giroskop – burilish burchaklari (pitch, roll, yaw) ni aniqlaydi. Natijada har bir sensor o'ziga xos ma'lumot paketini generatsiya qiladi.

O'R HX VA MV AKT VA HARBIY ALOQA INSTITUTI

Ma'lumot yig'uvchi tugun bloki sensorlardan kelayotgan ma'lumotlarni yig'adi va sinxronlashtiradi. Muhim jihati shundaki turli sensorlardan o'lovlar har xil vaqtda kelganligi sababli bu bosqichda vaqt muvofiqlashtirish amalga oshiriladi. Natijada esa sinxronlashtirilgan va yig'ilgan ma'lumotlar jamlanadi.

Oldindan ishlov berish bloki ma'lumotlarni filtrlash (masalan, Kalman filter), shovqinni yo'qotish va xatoliklarni aniqlash uchun kerak. Afzalligi shundaki sensorlardagi og'ishlar yoki ma'lumotlarni noto'g'ri o'qishlar bu bosqichda bartaraf etiladi. Natijada kalibrlangan, ishonchli signal shakllanadi.

Ma'lumot uzatish interfeysi (ZigBee/UART/Wi-Fi) bloki. Ushbu blokning funksiyasi tayyorlangan ma'lumotlarni simsiz (ZigBee, Wi-Fi) yoki simli (UART) tarmoq orqali boshqaruv markaziga uzatadi. Asosiy muammo interferensiya va signal yo'qotilishi ehtimoli mavjud. Bu bosqichda kriptografik shifrlash qo'llanilishi mumkin. Odatda AES yoki ECC shiflash algoritmlaridan foydalaniladi.

Boshqaruv markazi bloki. Sensorlardan kelgan sinxron ma'lumotlar asosida real vaqtli boshqaruv buyruqlarini ishlab chiqadi. Quyidagi amallar ketna-ketligini bajaradi:

- pozitsiyani hisoblash;
- marshrutdan og'ishni aniqlash;
- turli holatlarga mos tuzatish signallarini generatsiya qilish.

Natijada boshqaruv buyrug'i UUA ga qayta yuboriladi.

Shunga qaramasdan WSN asosidagi tizimlar marshrutdan og'ish, sensor buzilishlari, yoki signal kechikishini aniqlash va ularni kompensatsiyalashda samarali hisoblanadi. Shu bilan birga, ular ko'p agentli (swarm) boshqaruv, anomal holatlarni aniqlash, va yerga yaqin xavfli harakat rejimlarida ham foydalaniladi. WSN tizimlarining harbiy dronlarga joriy etilishi bir qator muammolar bilan kechmoqda (1-jadval):

- interferensiyaga sezuvchanlik – ZigBee yoki Wi-Fi kabi kam quvvatli protokollar jangovar elektromagnit muhitda beqaror ishlashi mumkin;
- sinxronizatsiya kechikishlari – Sensorlar orasida vaqt jihatdan moslashmovchilik bo'lsa, noto'g'ri ma'lumot asosida noto'g'ri tuzatishlar yuboriladi;
- kriptografik zaifliklar – Agar sensorlar orasidagi aloqa chiziqlari shifrlanmagan bo'lsa, dushman tomon ularni intercept yoki spoof qilishi mumkin;
- tarmoqli kenglik yetishmovchiligi – Ayniqsa swarm rejimida bir necha dron parallel ma'lumot yuborgan holatlarda paketlar yo'qoladi yoki kechikadi.

1-jadval.

WSN tizimining qiyosiy tahlili

Xususiyat	Afzalliklar	Kamchiliklar
Ma'lumot aniqligi	Ko'p sensorli sintez orqali yuqori aniqlik	Sensorlar orasida sinxronlash zarur
Adaptiv boshqaruv	Real vaqtli tuzatishlar asosida marshrut kuzatuvi	Dasturiy ta'minot va hisoblash resurslari talab qiladi
Energiya samaradorligi	Kam quvvatli protokollar orqali ishlaydi	Uzoq masofaga signal uzatishda zaiflashadi
Xavfsizlik	Shifrlash bilan birga ishlasa, interceptdan himoyalaydi	Himoyasiz protokollar orqali signal yo'qotish xavfi mavjud
Ma'lumot aniqligi	Ko'p sensorli sintez orqali yuqori aniqlik	Sensorlar orasida sinxronlash zarur
Adaptiv boshqaruv	Real vaqtli tuzatishlar asosida marshrut kuzatuvi	Dasturiy ta'minot va hisoblash resurslari talab qiladi
Energiya samaradorligi	Kam quvvatli protokollar orqali ishlaydi	Uzoq masofaga signal uzatishda zaiflashadi
Xavfsizlik	Shifrlash bilan birga ishlasa, interceptdan himoyalaydi	Himoyasiz protokollar orqali signal yo'qotish xavfi mavjud

WSN texnologiyasi harbiy UUA larni murakkab, yuqori dinamikali va dushman tahdidlariga ochiq bo'lgan muhitda aniqlik va barqarorlik bilan boshqarish uchun kuchli vositadir. U real vaqtli

kuzatuv va javob berish tizimlarini integratsiyalash orqali PID yoki statik modellar yetishmovchiligi muammosini bartaraf qiladi. Shu bilan birga, apparat darajasida xavfsiz, tarmoqli kengligi tejamkor, va dasturiy jihatdan optimallashtirilgan WSN arxitekturalarini ishlab chiqish dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi[2].

Swarm (uyushgan dronlar tizimi) va ko'p-agentli boshqaruvdagi muammolar. So'nggi yillarda harbiy sohada bir nechta uchuvchisiz uchish apparatlarining (UUA) uyushgan, muvofiqlashtirilgan va avtonom holda faoliyat yuritishi, ya'ni swarm UAV texnologiyasi jadal rivojlanmoqda. Ushbu yondashuv sun'iy intellekt (AI), meta-heuristik optimallashtirish va ko'p-agentli nazorat algoritmlari yordamida UUA larni guruh holida boshqarishga asoslanadi. Swarm tizimlari murakkab razvedka, signal buzish (jamming), nishonni aylanib o'tish yoki jamlab zarba berish kabi ko'p bosqichli missiyalar uchun ishlatilmoqda[5].

Biroq bu texnologiya faqat ustunlik emas, balki murakkab boshqaruv va muvofiqlashtirish muammolarini ham yuzaga chiqaradi. Ushbu muammolardan sosiyarlari quyidagilar:

- koordinatsiyalashgan harakat algoritmlari yetishmasligi. Swarm UAV lar o'zaro pozitsiya, tezlik va yo'nalishni doimiy almashib turishi kerak. Bu ma'lumotlar yo'qolsa yoki noto'g'ri bo'lsa, tizimda to'qnashuv, marshrutdan chetlanish yoki missiyadan og'ish kuzatiladi;

- tarmoq sinxronligi va kechikishlar. Bir nechta dron o'zaro lokal tarmoqda faoliyat yuritganida, signal kechikishlari agentlar o'rtasida fazoviy nomuvofiqlik (spatial desynchronization) hosil qiladi;

- markazsiz boshqaruvda qaror qabul qilishdagi murakkablik. Avtonom agentlar o'z pozitsiyasi asosida harakat qilishda ba'zida global missiya maqsadiga zid lokal qarorlar qabul qilishi mumkin;

- resurs cheklovlari (energiya, hisoblash kuchi). Har bir dron o'zida hisoblash bloklarini saqlashi kerak bo'ladi. Ammo bu batareya sarfi, vazn va aniqlikka salbiy ta'sir qiladi;

- SWARM ichidagi xavfsizlik muammolari. Har bir agent — potentsial zaif nuqta. Agar dushman bitta agentni nazoratga olsa, butun swarm tizimini noto'g'ri yo'naltirishi mumkin.

Ko'p-agentli boshqaruv tizimlarida har bir UUA (agent) o'zining lokal ma'lumotlari asosida global missiyani muvofiqlashtirib bajarishi kerak. Bunday muvofiqlashtirilgan harakatni ta'minlash uchun zamonaviy ilmiy adabiyotlarda meta-heuristik algoritmlar muhim rol o'ynaydi. Xususan, 2024-yilda taqdim etilgan "Systematic Review of UAV Control" nomli ilmiy maqolada swarm tizimlarida keng qo'llanilayotgan asosiy yondashuvlar chuqur tahlil qilingan (2-jadval).

Cuckoo Optimization Algorithm (COA) biologik ilhomlangan meta-heuristik optimallashtirish algoritmi bo'lib, u cuckoo qushlarining parazit tuxum qo'yish va genetik ustunlik uchun kurashish xatti-harakatlariga asoslanadi. Ushbu algoritmi ilk bor Yang and Deb (2009) tomonidan taklif qilingan va murakkab optimallashtirish muammolarini hal qilishda yuqori aniqlik, konvergenstiya tezligi va global optimalga erishish qobiliyati bilan ajralib turgan. COA asosan ko'p ekstremalli, cheklovli yoki dinamik muhitdagi global optimallashtirish masalalarida muvaffaqiyatli hisoblanadi.

COA bir nechta muhim funksional muammolarni samarali hal qilishi bilan ajralib turadi. Birinchidan, u har bir UUA uchun nishongacha bo'lgan optimal marshrutni taqsimlash orqali marshrut rejalashtirishni optimallashtiradi. Ikkinchidan, agentlar o'rtasida harakat yo'llarining kesishmasligini ta'minlab, to'qnashuv ehtimolini kamaytiradi, ya'ni missiya ziddiyatlarini bartaraf etadi. Bundan tashqari, COA algoritmi umumiy energiya sarfini minimallashtirish va swarm formatsiyasining geometriyasini saqlagan holda guruh bo'lib harakatlanishni boshqarish imkonini beradi. Amaliy simulyatsiya natijalariga ko'ra, besh agentdan tashkil topgan swarm tizimi COA asosida boshqarilganda, umumiy marshrut uzunligi 9–12% gacha qisqargan, nishon qamrovi 100% ni tashkil etgan (ya'ni barcha nishonlar muvaffaqiyatli qamrab olingan), hamda energiya sarfi an'anaviy PSO (Particle Swarm Optimization) va (MPC – Model Predictive Control) algoritmlariga nisbatan sezilarli darajada kam bo'lgan. Bu natijalar COA algoritmining swarm UAV boshqaruvida yuqori samaradorlik va operatsion ishonchlilikni ta'minlay olishini ko'rsatadi[6].

Model Predictive Control (MPC) - bu boshqaruv nazariyasidagi ilg'or yondashuv bo'lib, tizimning kelajakdagi holatlarini matematik model asosida bashorat qilish va har bir boshqaruv qadamini cheklovlar doirasida optimallashtirish tamoyiliga asoslanadi. MPC dastlab kimyo sanoatida ishlatilgan bo'lsa-da, bugungi kunda real vaqtli boshqaruv, shu jumladan uchuvchisiz uchish apparatlari (UUA) va swarm tizimlari uchun eng istiqbolli algoritmlardan biri sifatida tan olinmoqda. MPC algoritmi har bir boshqaruv qadamida quyidagicha ishlaydi:

- model yaratish: UUA ning harakat holatini ifodalovchi matematik model (masalan, differensial tenglama yoki holat fazosi modeli) quriladi;

- kelajakni bashoratlash: Ma'lum vaqt oralig'ida tizimning harakat trajektoriyasi bashorat qilinadi;

- optimallashtirish: Belgilangan funktsiyani minimallashtiruvchi boshqaruv signallari aniqlanadi. Odatda, quyidagi kvadratik optimallashtirish formulasi yechiladi:

$$\min_u \sum_{k=0}^N \left(\|x_k - x_{ref}\|_Q^2 + \|u_k\|_R^2 \right) \quad (1)$$

subject to: $x_{k+1} = Ax_k + Bu_k, u_{\min} \leq u_k \leq u_{\max}$

Bu yerda: x_k - holat vektori (masalan, pozitsiya, tezlik), x_{ref} - kerakli (reference) holat, u_k - boshqaruv signali, Q va R -og'irlik matritsalarini (aniqlik va boshqaruv xarajati muvozanatini belgilaydi);

Faqat birinchi buyrug'ini yuborish: Optimallashtirilgan boshqaruv signalining faqat birinchi bosqichi amalda qo'llaniladi;

Jarayon takrorlanadi: Keyingi bosqichda tizimning yangi holati asosida algoritim qayta hisoblanadi.

MPC algoritmi swarm UAV larni murakkab muhitda, ko'p cheklovli vazifalar doirasida aniq, xavfsiz va barqaror boshqarish uchun nazariy va amaliy asosga ega. MPC har bir agentning kelajakdagi harakatini hisobga olib, global muvofiqlikni lokal qarorlar orqali ta'minlaydi. Uning yuqori hisoblash yuklamasi mavjud bo'lsa-da, zamonaviy kompyuter arxitekturalarida, ayniqsa GPU-optimallashtirilgan tizimlarda, u real vaqtli ishlashga yaroqli hisoblanadi.

Particle Swarm Optimization (PSO) — bu ijtimoiy harakatni modellashtiruvchi meta-heuristik algoritim bo'lib, dastlab Eberhart va Kennedy (1995) tomonidan qushlarning to'dalab harakatlanishi (swarming behavior) va baliqlar guruh bo'lib suzishini kuzatish asosida ishlab chiqilgan. PSO texnik jihatdan evolyutsion algoritmlarga mansub bo'lib, yechimlar fazosida eng yaxshi javobni topish uchun zarrachalarning (agentlarning) birgalikdagi ijtimoiy va shaxsiy tajribasidan foydalanadi.

Swarm UAV boshqaruvida PSO agentlar o'rtasida muvofiqlashtirilgan harakatni ta'minlash, nishonlarni optimal taqsimlash va marshrutni qisqartirish kabi vazifalarda qo'llaniladi. Swarm UUA larni boshqarishda PSO quyidagi jihatlarda keng qo'llaniladi:

- ko'p agentli marshrut rejalashtirish: Har bir dron nishongacha optimal yo'lni izlaydi, lekin guruh tajribasi bilan moslashtiradi;

- to'qnashuv ehtimolini kamaytirish: Har bir agent boshqa agentlarning optimal pozitsiyalarini hisobga olib, o'z harakatini sinxronlashtiradi;

- formatsiyalangan harakatni boshqarish: PSO orqali agentlar biror geometrik shaklni (masalan, V-shakl, qator) saqlagan holda harakatlanadi;

- missiya maqsadlarini taqsimlash: Nishonlarni yoki kuzatuv zonalarini agentlar o'rtasida optimal taqsimlaydi.

PSO algoritmi SWARM UAV boshqaruvida aniq, tezkor va samarali optimallashtirish vositasi sifatida qo'llaniladi. U dronlar o'rtasidagi harakatni ijtimoiy xatti-harakatga asoslangan tarzda sinxronlashtiradi. Har bir agent o'zining optimal strategiyasini tanlaydi, ammo guruh tajribasidan foydalangan holda global missiyani muvofiqlashtiradi. PSO ayniqsa real vaqtli, kam resurs talab qiladigan harakat strategiyalarida, formatsiyada harakatlanish va nishon qamrovida

ustunlik ko'rsatadi. Biroq undan foydalanishda lokal minimumga tushib qolmaslik uchun gibrid yondashuvlar bilan) integratsiyalash maqsadga muvofiq bo'ladi[7].

2-jadval.

Swarm tizimlarida keng qo'llanilayotgan algoritmlar qiyosiy tahlili

Algoritm nomi	Prinsipi	Afzalliklari	Kamchiliklari
COA – Cuckoo Optimization Algorithm	qushlarning uy tanlash strategiyasiga asoslanadi	Resurslarni optimal taqsimlash, marshrut aniqligini oshirish	Parallel hisoblashda samarador emas
MPC – Model Predictive Control	Bashoratlash asosida real vaqtli optimallashtirish	Harakat silliqdigi, to'qnashuvdan oldini olish	Yuqori hisoblash yuklamasi
PSO – Particle Swarm Optimization	Agentlar guruhining "ijtimoiy intellekt" tamoyiliga asoslanadi	Tez konvergensiya, jadal moslashuv	Lokal hollarda to'xtab qolish ehtimoli

Swarm UAV tizimlari - harbiy sohada ko'p missiyali, xavfli hududlarda operatsiya olib borish, va qoplama maydonini maksimal oshirish imkonini beruvchi kuchli konsepsiyadir. Ammo ularning samarali ishlashi uchun murakkab boshqaruv algoritmlari, ishonchli tarmoq sinxronligi, energetik optimallashtirish va xavfsizlik himoyasi talab etiladi. Shu sababli, swarm boshqaruvi faqat sun'iy intellekt yondashuvlari emas, balki apparat va tarmoq darajasidagi optimallashtirishlar bilan ham uyg'un holda amalga oshirilishi zarur.

UUA lar boshqaruvida xavfsizlik va maxfiylik bilan bog'liq tahdidlar. Zamonaviy harbiy missiyalarda uchuvchisiz uchish apparatlari (UUA) keng miqyosda qo'llanilayotgan bir paytda, ularning boshqaruvi va ma'lumot uzatish infratuzilmasi tobora murakkablashib, shu bilan birga axborot xavfsizligi va operatsion maxfiylikka oid tahdidlar ham keskin ortmoqda. UUA lar real vaqtli ma'lumotlar oqimini boshqaruv stansiyalariga uzatish, nishon aniqlash, kuzatuv, va zarba operatsiyalarini bajarishda ishonchli va xavfsiz aloqa kanaliga tayanadi. Biroq bu kanallar bir nechta darajadagi xavf-xatar manbaiga aylanmoqda[8].

UUA boshqaruvi asosan radiochastota (RF), GPS, Wi-Fi, yoki mobil (4G/5G) tarmoqlarga tayanadi. Bu kanallar ochiq havoda tarqalganligi sababli radioelektron bosim vositalari (REBBV) tomonidan osonlik bilan yo'q qilinishi mumkin:

UUA orqali uzatilayotgan video, koordinata, telemetriya yoki boshqaruv buyruqlari agar shifrlanmagan holatda yuborilsa, dushman tomon osongina tutib olinishi, bu ma'lumotlar asosida operatsion niyatni anglab yetishi mumkin. Ayniqsa BLOS (Beyond Line-of-Sight) holatlarda yo'ldoshli (SATCOM) aloqa orqali uzatilayotgan oqimlar orqali signal qabul qiluvchilar yordamida o'g'irlanishi mumkin.

Dronlar odatda o'z ichki mikroprotessorida dasturiy boshqaruv kodlarini (firmware) bajaradi. Agar bu tizimlar xavfsiz yuklanmasa, kriptografik kalitlar himoyalansa yoki apparat darajasida zararli kod o'rnatilgan bo'lsa, undagi agentlar inson aralashuvisiz noto'g'ri buyruq bajarishi, yoki dushman boshqaruvi ostiga o'tishi mumkin. Bu holatda UUA o'zi dushman foydasiga ishlovchi ruxsatsiz kirish imkonini beruvchi qurilmaga aylanadi.

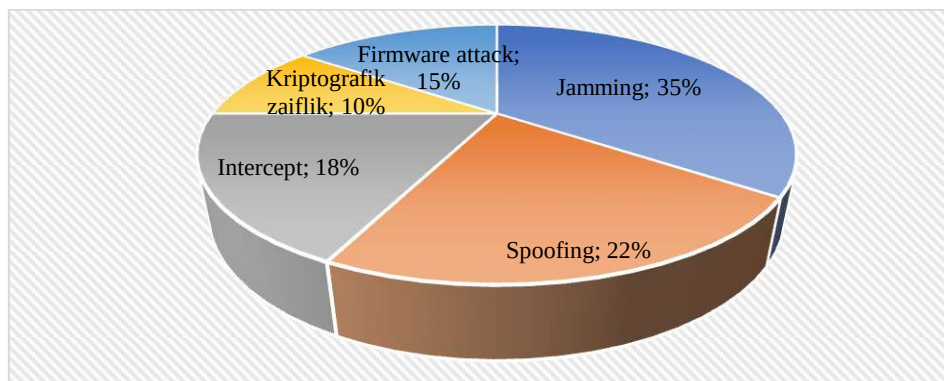
So'nggi yillarda uchuvchisiz uchish apparatlarining (UUA) xavfsizlik infratuzilmasi ustida olib borilgan tadqiqotlar (Basil et al., 2024; Xu et al., 2023; IEEE UAV Security Survey) shuni ko'rsatadiki, real harbiy operatsiyalarda dronlar asosan besh turdagi tahdidga eng ko'p duch kelmoqda. Tahlilga ko'ra, jamming (35%) eng keng tarqalgan hujum shakli hisoblanadi; bu holatda RF yoki GPS signallar sun'iy shovqin orqali bosiladi va aloqa uziladi. Bu ayniqsa signalga bog'liq real vaqtli boshqaruv tizimlari uchun halokatli oqibatlariga olib kelishi mumkin.

Ikkinchi keng tarqalgan tahdid - spoofing (22%) - dushman tomonidan yuborilgan soxta signal orqali UUA navigatsiyasini buzish orqali amalga oshiriladi. Ushbu usul bilan dronlar noto'g'ri joyga yo'naltirilishi, hatto dushman hududiga o'tkazilishi mumkin.

Intercept holatlari (18%) esa, shifrlanmagan yoki zaif himoyalangan ma'lumotlar oqimining dushman tomonidan tutib olinishi va tahlil qilinishi natijasida yuz beradi. Bu, ayniqsa, razvedka va maxfiy missiyalarda operatsion xavfsizlikka jiddiy tahdid soladi.

Shuningdek, firmware attack (15%) – ya'ni dronning ichki mikroprotsessoriga zararli kod kiritilishi – holatlarida UUA butunlay dushman boshqaruviga o'tishi yoki noto'g'ri buyruq bajarishga majbur bo'ladi.

Kriptografik zaifliklar (10%) esa, shifrlash protokollarining yo'qligi yoki eskiligi natijasida amalga oshiriladi. Aynan shu tahdidlar sababli UUA boshqaruv tizimlariga ko'p qatlamli xavfsizlik yondashuvlari (kriptografiya, autentifikatsiya, spektral diversifikatsiya) zarurati ortib bormoqda[9] (4-rasm).



4-rasm. Dronlarning hujumga uchrashi tahdidlar bo'yicha taqsimot (foizlarda)

Quyidagi 3-jadvalda harbiy UUA tizimlariga tahdid soluvchi asosiy xavfsizlik muammolari, ularning ishlash tamoyili va operatsion oqibatlari tizimli ravishda umumlantirilgan.

3-jadval.

UUA tizimlariga tahdid soluvchi asosiy xavfsizlik muammolari tahlili

Tahdid turi	Tahdid yuzaga kelishi mumkin bo'lgan holati	Tahdid qibati	2024-yildagi hujumlar (foizda)
Jamming	RF/GPS signalga sun'iy shovqin yuborish	Aloqa uzilishi, missiya bekor qilinadi	35
Spoofing	Soxta signal yuborib noto'g'ri navigatsiya	Marshrutdan og'ish, noto'g'ri nishonga zarba	22
Intercept	Ma'lumot oqimini tutib olish (man-in-the-middle)	Operatsion maxfiylik buziladi	18
Firmware attack	Ichki dasturiy ta'minotni o'zgartirish yoki zaif joydan foydalanish	UUA dushman boshqaruvida ishlay boshlaydi	15
Kriptografik zaiflik	Shifrlash algoritmlarining kuchsizligi yoki mavjud emasligi	Buyruqlarni soxtalashtirish, ma'lumotlar o'g'irlanadi	10

Yuqoridagi statistik tahlil shuni ko'rsatadiki, harbiy UUA tizimlarining ishonchliligi nafaqat aloqa kanalining sifatiga, balki uning xavfsizlik arxitekturasiga ham bevosita bog'liq. Dronlar signalni yo'qotishi, noto'g'ri buyruq bajarishi, yoki dushman nazoratiga tushib qolish xavfi tahdidlarning real ko'lamini aks ettiradi. Shu sababli, dissertatsiyaning keyingi bobida taklif qilinadigan optik tolali boshqaruv arxitekturasiga, aynan yuqoridagi tahdidlarni kamaytirishga qaratilgan xavfsiz, shifrlangan, past kechikishli va yuqori aniqlikdagi nazorat usuli sifatida asoslanadi.

Yuqorida keltirilgan tizimli tahlil natijalari shuni ko'rsatadiki, harbiy sharoitda UUA ishonchli boshqarish - bu murakkab, ko'p qatlamli va o'zaro bog'liq texnologik muammolarni yechishni talab etuvchi jarayondir. Ayniqsa, signal interferensiyasi, energiya cheklovlari, marshrutdan og'ish, swarm tizimlarida sinxronlik muammolari va axborot xavfsizligi tahdidlari (spoofing, jamming, intercept, firmware attack) harbiy missiyalarning muvaffaqiyatiga bevosita ta'sir qiluvchi omillardir.

Shu bilan birga, ilg'or texnologiyalar, xususan WSN (Wireless Sensor Network) asosidagi sensorli tarmoqlar, COA, MPC va PSO kabi aqlli algoritmlar yordamida bu muammolarning ayrimlariga samarali yechimlar topilmoqda. Swarm boshqaruvda ko'p-agentli kelishuv va marshrut taqsimoti, barqaror aloqa kanallari va real vaqtli kuzatuv-tuzatish mexanizmlari orqali dronlarning xavfsiz harakatlanishi ta'minlanmoqda.

Xususan, quyidagi asosiy talablar ajralib turadi:

1. Xavfsizlik: Kriptografik himoya, spektral diversifikatsiya, va signalni maskalovchi texnologiyalar bilan tahdidlarga (jamming, spoofing, backdoor node) qarshi ko'p qatlamli xavfsizlik mexanizmlari zarur;

2. Barqarorlik: Boshqaruv uzluksizligini ta'minlaydigan WSN, redundantly parallel signal yo'llari, va adaptiv algoritmlar muhim rol o'ynaydi;

3. Aniqlik: Marshrutni aniqlik bilan kuzatish, og'ishlarni tuzatish va formatsiyadagi harakatni saqlash uchun real vaqtli modellashirilgan boshqaruv tizimlari zarur;

4. Gibridd texnologiyalar: RF, optik tolali aloqa, va sun'iy yo'ldoshli (SATCOM) tizimlarni integratsiyalash orqali keng qamrov va yuqori ishonchlilik ta'minlanadi;

5. Avtonom va intellektual boshqaruv: COA, MPC, PSO kabi algoritmlar yordamida swarm agentlarning mustaqil, lekin muvofiqlashtirilgan harakatga erishiladi.

UUA larni samarali va xavfsiz boshqarish zamonaviy urush strategiyalarida hal qiluvchi ahamiyatga ega. Bu esa faqat alohida komponentlar darajasida emas, balki tizimlararo muvofiqlashtirilgan, xavfsiz, intellektual va adaptiv boshqaruv yondashuvlari orqali amalga oshirilishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

[1] Basil, S. I., Paul, A., & Bhoi, A. K. Systematic review of unmanned aerial vehicles control: Challenges, solutions, and meta-heuristic optimization // Engineering Science and Technology, an International Journal. – 2024. – Vol. 42. – P. 102327. – DOI: 10.1016/j.jestch.2023.102327.

[2] Xu, W., Lin, X., Chen, Y., et al. Multi-Sensor Data Fusion for UAVs Using Wireless Sensor Networks: Simulation and Real-Time Control Results // Sensors. – 2023. – Vol. 23, No. 5. – P. 2382. – DOI: 10.3390/s23052382.

[3] Yang, X. S., & Deb, S. Cuckoo search via Lévy flights // Proceedings of World Congress on Nature & Biologically Inspired Computing (NaBIC 2009). – IEEE, 2009. – P. 210–214. – DOI: 10.1109/NABIC.2009.5393690.

[4] Eberhart, R., & Kennedy, J. Particle Swarm Optimization // Proceedings of the IEEE International Conference on Neural Networks. – 1995. – Vol. 4. – P. 1942–1948. – DOI: 10.1109/ICNN.1995.488968.

[5] Rawlings, J. B., & Mayne, D. Q. Model Predictive Control: Theory and Design. – Madison, Wisconsin: Nob Hill Publishing, 2009. – 476 p.

[6] Chen, J., Liu, H., & Li, X. Secure and Robust UAV Communications: Challenges and Solutions // IEEE Wireless Communications. – 2022. – Vol. 29, No. 2. – P. 10–17. – DOI: 10.1109/MWC.001.2100422.

[7] Al-Saadi, A., Rawashdeh, M., & Al-Karaki, J. G. A Survey of Wireless Sensor Networks in UAV Communication: Challenges and Future Trends // Ad Hoc Networks. – 2023. – Vol. 143. – P. 102928. – DOI: 10.1016/j.adhoc.2023.102928.

[8] Kumar, P., & Singh, P. K. A Review on Swarm UAV Communication and Optimization Techniques // Journal of Communications and Networks. – 2021. – Vol. 23, No. 1. – P. 42–52. – DOI: 10.23919/JCN.2021.000003.

[9] IEEE UAV Security Survey. – [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp> (foydalanilgan 2024-yil iyun).

JAMOAT XAVFSIZLIGINI TA'MINLASHDA DRONLARNING O'RNI VA ROLI

A.A. JO'RAYEV

O'R Jamoat xavfsizligi universiteti

Annotatsiya. Mazkur maqolada bugungi kunda jahonda keng ommalashib borayotgan dronlardan jamoat xavfsizligini ta'minlashda, ularning texnik xususiyatlari, imkoniyatlari, foydalanish sohasi, va jamiyatda qanday ijobiy va salbiy ta'sirlar ko'rsatayotgani. Jamoat xavfsizligini ta'minlovchi dronlar odatda xavfsizlik, nazorat, kuzatuv, qidiruv va qutqaruv ishlari kabi sohalarda ishlatilayotganligi, ularning samaradorligi jamiyatni himoya qilish va xavfsizligini ta'minlashda muhim roli, hamda, innovatsion texnologiyalaridan foydalanish, huquqni muhofaza qilish organlari xizmatlarining samaradorligini yanada oshirishga imkon beradigan "Drone as First Responder" (DFR) dasturining imkoniyatlari va bu dasturning afzalliklari haqida ma'lumotlar yoritib berilgan.

Kalit so'zlar: dron, jamoat xavfsizligi, favqulodda vaziyatlar, kuzatuv, dastur, tezkor guruh, xavfsizlik, huquqni muhofaza qilish organlari, kamera.

Аннотация. В этой статье рассматривается, как беспилотники, которые становятся все более популярными в мире сегодня, оказывают положительное и отрицательное влияние на общественную безопасность, их технические характеристики, возможности, область применения и общество. Освещена информация о том, что беспилотники, обеспечивающие общественную безопасность, обычно используются в таких областях, как безопасность, контроль, наблюдение, поисково-спасательные работы, их эффективность играет важную роль в защите и обеспечении безопасности общества, а также о возможностях и преимуществах программы "Drone as First Responder" (DFR), которая позволяет использовать инновационные технологии для дальнейшего повышения эффективности служб правоохранительных органов.

Ключевые слова: dron, общественная безопасность, чрезвычайная ситуация, наблюдение, программа, оперативная группа, охрана, правоохранительные органы, камера.

Abstract. This article examines how drones, which are becoming increasingly popular worldwide today, have positive and negative effects on public safety, their technical characteristics, capabilities, scope of use, and society. It is highlighted that drones that ensure public safety are usually used in such areas as security, control, surveillance, search and rescue work, their effectiveness plays an important role in protecting and ensuring the safety of society, as well as the use of innovative technologies, the capabilities of the "Drone as First Responder" (DFR) program, which allows to further increase the effectiveness of law enforcement services, and the advantages of this program.

Keywords: drone, public safety, emergency situations, surveillance, program, operational group, security, law enforcement agencies, camera.

Bugungi kunda dronlar jamoat xavfsizligini ta'minlashda zamonaviy va samarali vosita sifatida dolzarb ahamiyat kasb etmoqda. Dronlarning innovatsion texnologiyalaridan foydalanish huquqni muhofaza qilish organlari xizmatlarining samaradorligini yanada oshirishga imkon yaratadi, bu esa, jamoat xavfsizligini ta'minlashga qaratilgan chora tadbirlarni takomillashtirishni yangi bosqichga olib chiqishda muhim rol o'ynaydi.

Hozirgi kunda dunyoning 90 dan ortiq davlati jamoat xavfsizligini ta'minlashda dronlardan foydalanmoqda. Ular asosan huquqni muhofaza qilish, yong'inga qarshi kurashish, qidiruv va qutqaruv operatsiyalari, tabiiy ofatlar va favqulodda holatlar vaqtida yordam berish uchun ishlatiladi.

Bu borada, mamlakatimizda, O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2025-yil 14-yanvar "Jamoat xavfsizligini ta'minlash va jinoyatchilikka qarshi kurashishda uchuvchisiz

uchadigan apparatlardan keng foydalanishni joriy etish chora-tadbirlari to'g'risida"gi 13-son qaroriga asosan, O'zbekiston Respublikasi Ichki ishlar vazirligi, Favqulotda vaziyatlar vazirligi, Davlat xavfsizligi xizmati va Milliy gvardiyaning idoraviy (harbiylashtirilgan) oliy ta'lim muassasalari va o'quv markazlariga Jamoat xavfsizligini ta'minlash va jinoyatchilikka qarshi kurashish sohasida foydalaniladigan uchuvchisiz uchadigan apparatlarni boshqarish bo'yicha maxsus kasbiy tayyorgarlik o'tkazish bo'yicha vazifalar belgilab berilganligi dronlarning ushbu sohada naqadar muhim vosita ekanligini anglatadi[1].

Dronlardan foydalanish bo'yicha bir qator olimlar va tadqiqotchilar o'z fikrlarini bildirib o'tganlar. Ularning ko'pchiligi xavfsizlik, monitoring va favqulodda vaziyatlarda dronlardan foydalanishning afzalliklari va kamchiliklarini ta'kidlab o'tganlar.

Olimlar A. Sabino va J. Lopes o'z tadqiqotlarida dronlardan jamoat xavfsizligini ta'minlashda foydalanish masalasiga alohida e'tibor qaratadilar. Ular, ayniqsa, urban muhitdagi dronlarni nazorat vositasi sifatida qo'llash imkoniyatlarini yoritib, ushbu texnologiyaning jamoatchilik ishonchiga qanday ta'sir ko'rsatishi bo'yicha kuzatuvlar o'tkazgan. Tadqiqotda dronlar orqali olib boriladigan patrullik va kuzatuv faoliyatining tezkorligi, xatolarga kam yo'l qo'yishi va inson resurslariga bo'lgan ehtiyojni kamaytirish kabi jihatlar ijobiy tomon sifatida ko'rsatib o'tiladi[2].

American Airlines, Boeing kompaniyalari eksperti Andrew Crider "Simple Flying" nashridagi maqolasida, dronlar politsiya bo'linmalari uchun qimmatli vositaga aylanib, ularga vazifalarni kamroq xarajat bilan bajarish imkonini berayotganligi, AQSHdagi politsiya bo'linmalari, shuningdek Buyuk Britaniya, Germaniya va Janubiy Koreyadagi huquq-tartibot idoralari kamera va sensorlar bilan jihozlangan dronlardan kuzatuv va tergov kabi turli vazifalarni bajarishda foydalanayotganligini keltirib o'tgan[3].

"Commercial UAV News" nashri tahlilchisi, 35 yildan ortiq tajribaga ega yozuvchi va muharrir Scott Howe o'zining maqolasida, 2024-yilda AQSh politsiya departamentining 1400 dan ortiq huquq-tartibot idoralari dronlarni o'z faoliyatida foydalanayotganligini, dronlar asosan, "qidiruv-qutqaruv ishlari, xavfli to'kilishlar, gumonlanuvchilarni tintuv qilish, jinoyat joylarini hujjatlashtirish va maxsus tadbirlarni kuzatish" uchun ishlatilayotganini ta'kidlab o'tgan.

Oregon shtatining Bend shahri yaqinda e'lon qilingan xabariga ko'ra shahar politsiyasi boshqarmasida 25 ta dron va 12 ta dron operatori mavjudligini, dronlardan foydalanishda ular asosan "kelib tushgan xabarlarga tezkor javob qaytarish, qidiruv-qutqaruv topshiriqlari, qidiruv buyruqlarini bajarish, halokatlar va jinoyat joylarini ko'zdan kechirish" kabi ishlar bilan shug'ullanayotganliklarini ma'lum qilishdi[4].

Bizning fikrimizcha, yuqoridagi tadqiqot va tahlillar dronlarning texnologik afzalliklarini keng ko'lamda ko'rsatib bergan bo'lsa-da, ularning huquqiy va axloqiy jihatlarini hali ham yetarlicha muhokama qilinmagan. Dronlarning jamoat xavfsizligida qo'llanilishi xavfsizlikni kuchaytiradi, biroq bu – shaxsiy hayot daxlsizligi, jamoatchilik ishonchi va qonuniy tartibda nazoratning mavjudligi bilan bevosita bog'liq. Masalan, dronlar yordamida fuqarolarning harakatlarini uzluksiz kuzatish orqali, ular o'zini doimiy nazorat ostida his qilishadi. Bu esa ijtimoiy ishonchga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Shuningdek, turli mamlakatlarda bu texnologiyaning qanday qonunchilik asosida joriy qilinayotgani va ularni suiiste'mol qilishdan qanday himoya mexanizmlari mavjudligi hali ham yetarli darajada tahlil qilinmagan. Ayniqsa, rivojlanayotgan mamlakatlarda bu kabi texnologiyalarni joriy qilishda fuqarolarning roziligi va ishonchi asosida emas, balki "yuqoridan pastga" uslubida joriy etilishi xavf tug'diradi.

Demak, dronlar jamoat xavfsizligini ta'minlashda muhim texnologik vosita sifatida o'zini oqlamoqda. Biroq, bu texnologiyaning ijobiy tomonlarini yoritish bilan birga, uning salbiy oqibatlarini (inson huquqlari, axloqiy chegaralar, nazoratning cheklanishi) ham tizimli tarzda o'rganish talab etiladi. Shundagina bu texnologiya xavfsizlikni kuchaytirish vositasi emas, balki fuqarolik erkinliklarini saqlovchi demokratik tizim vositasiga aylanishi mumkin.

Bu borada, AQSHda, jamoat xavfsizligiga bevosita ma'sul agentliklar "The National fire protection association (NFPA), Emergency medical service (EMS), Fire Department, Police Department, Search and Rescue (SAR)" dronlardan jamoat xavfsizligiga bog'liq 50 dan ortiq holatlarda foydalanishi bilan ajralib turadi [5].

Amaliyotlar natijasida 2024 - yilda BRINC's Lemur 2, DJI Matrice 30, Skydio X2, DJI Matrice 300 RTK, DJI Mavic 3T (1-2-jadval) dronlari jamoat xavfsizligini ta'minlashda eng samarali deb topildi [6].

1-jadval

Jamoat xavfsizligini ta'minlovchi dronlar

BRINC's Lemur 2	DJI Matrice 30	Skydio X2	DJI Matrice 300 RTK	DJI Mavic 3T
				
8 000\$	10 000-14 000\$	10 000\$	13 000-20 000\$	2 000-3 000\$

2-jadval

Jamoat xavfsizligini ta'minlovchi dronlarning taktik-texnik tavsifi

№	Imkoniyatlari	BRINC's Lemur 2	DJI Matrice 30	Skydio X2	DJI Matrice 300 RTK	DJI Mavic 3T
1.	Og'irligi	1.5 kg	3770 ± 10 g	2.1 kg	3.6 kg	895 gr
2.	Maksimal uchish og'irligi	-	4069 g	-	9 kg	-
3.	O'lchamlar (yoyilgan holda, propellerlarsiz)	332×405×99 mm (D×Sh×V)	470×585×215 mm (D×Sh×V)	446×424×125	810×670×430	221×96.3×90.3mm
4.	O'lchamlar (yig'ilgan holda)	-	365×215×195 mm (D×Sh×V)	-	-	347.5×283×107.7
5.	Ish chastotasi	2.10-2.50 GGs	2,4000-2,4835 GGs; 5,725-5,850 GGs	2.4-5.8 GGs	2.4-5.8 GGs	2.4-5.8 GGs
6.	Maksimal gorizontal tezlik	77 km/s	23 km/s	56 km/s	82.2 km/s	68.4 km/s
7.	Maksimal parvoz vaqti	20 daqiqa	41 daqiqa	35 daqiqa	55 daqiqa	46 daqiqa
8.	Ishchi harorat	-20°C dan 45°C gacha	-20° dan 50° C gacha (-4° dan 122° F gacha)	-20°C dan 50°C gacha	-20°C dan 50°C gacha	-10°C dan 40°C gacha
9.	TB30 intellektual parvoz batareyasi Sig'im	97,2 mA/soat	5880 mA/soat	1700 mA/soat	6400 mA/soat	5000 mA/soat

BRINC Lemur 2 – bu birinchi navbatda jamoat xavfsizligi sohasidagi vazifalarni bajarish uchun maxsus yaratilgan dron bo'lib, huquq-tartibotni ta'minlash va garovga olish va faol otishma kabi vaziyatlarni hal qilishga qaratilgan. Maxsus funksiyalar bilan jihozlangan Lemur 2 yopiq

binolarda manyovr qila oladi, ikki tomonlama aloqaga ega va binolarga kirish uchun shisha oynalarni teshishi mumkin kam sonli dronlardandir[7].

DJI'ning Matrice seriyasi huquq-tartibot idoralari va boshqa jamoat xavfsizligi xizmatlari uchun eng maqbul tanlovdir. Matrice 30 - seriyadagi model eng ixcham bo'lib, u qo'shimcha teplovizor kamerasi bilan jihozlanishi mumkin va joyida vazifalarni, shu jumladan favqulodda vaziyatlarda harakat qilish va operatsiyalarini bajarish uchun mo'ljallangan mustahkam mobil drondir[8].

Skydio X2 – bu kunduzgi va tungi operatsiyalarda qo'llash uchun mo'ljallangan ixcham, mustahkam dron. Skydio dronlari avtonomligi bilan mashhur bo'lib, bu dronning asosan mustaqil ravishda uchishiga imkon beradi. X2 avtonomiyasi qutqaruvchilarga yerda harakat qilish erkinligini beradi, havodan ma'lumot to'plashni davom ettiradi, bu esa ularga piyoda ketayotgan odamni ta'qib qilish yoki dron tepada uchib ketayotganda avtohalokat qurbonini qidirish imkonini beradi[9].

DJI Matrice 300 RTK – uskunalarining holati va operatorlarni xizmat ko'rsatish zarurati haqida xabardor qilish uchun uchuvchisiz uchish apparatining holatini boshqarish tizimini joriy etdi. Shuningdek, ikki tomonlama boshqaruv rejimi mavjudligi bunda, boshqaruv rejimi uchuvchilarga uzoq masofalarda missiyalarni bajarishda katta moslashuvchanlik, ishonchlilik va xavfsizlikni taqdim etadi. Bundan tashqari, yangi uchuvchilarni tayyorlashda o'qituvchi, agar kerak bo'lsa, parvozni xavfsiz boshqarishni o'z zimmasiga olishi mumkinligida[10].

DJI Mavic 3T – yangi seriyasidagi DJI dronlarining ixchamligi, mobilligi va funktsionalligi sohada yangi standartni belgilaydi va uchuvchisiz qurilmalardan foydalanish imkoniyatlarini kengaytiradi[11].

Bugungi kunda, AQShda DFR dasturlaridan foydalanish bugungi kunda o'sib bormoqda. SkyFire Consulting, Cape, Axon Air kabi kompaniyalar, politsiya bo'limlari (DFR) dastur bilan ta'minlash borasida yetakchilik qiladi [12],[13].

“Drone as First Responder” (DFR) dasturi - bu dronlarni jamoat xavfsizligi idoralarining favqulodda vaziyatlarga javob berish operatsiyasiga birlashtirgan jamoat xavfsizligida dronlardan foydalanishning nisbatan yangi usuli.

Dastur, asosan, avariya va favqulodda vaziyatlarda tezkor yordam ko'rsatish uchun dronlardan foydalanishni nazarda tutadi. Bu dastur quyidagi maqsadlarda xizmat qiladi:

1. Tezkor javob berish;
2. Monitoring va kuzatuv;
3. Xavfsizlik;
4. Resurslarni tejash;
5. Ma'lumotlar to'plash.

Bu dastur, qulaylik va samaradorlikni oshirish orqali qutqaruv operatsiyalarini yanada samarali qilishga yordam beradi.

AQSHda bunday yondashuv nafaqat huquqni muhofaza qilish organlari tomonidan qo'llaniladi, qolaversa bu model o't o'chirish bo'limlari va boshqa jamoat xavfsizligi idoralari tomonidan ham foydalanilmoqda.

Kaliforniyada joylashgan Chula Vista politsiya departamentida birinchi (DFR) dasturi o'rnatilgani bilan ajralib turadi.

2018 yilda dronlar teleoperatsiyalari bo'yicha Cape kompaniyasi bilan hamkorlikda dasturni boshladi.

Chula Vista politsiya departamentining DFR dasturi o'rnatilganda AQShdagi 4 000 dan ortiq qo'ng'iroqlarda dronlar voqea joyiga 2,5 daqiqadan kamroq vaqt ichida yetib kelishgan va dastur yordami bilan 279 ta shaxs hibsga olish ishlari amalga oshirilgan (1-rasm).

Chula Vista politsiya departamentida 1 000 dan ortiq holatlarda dronlardan tezkor olingan video ma'lumotlar sababli, voqea sodir etilgan joyga tezkor guruhni jo'natish zarurati yo'q ekanligi ma'lum bo'ldi [14].



1-rasm. Chula Vista politsiya

Shuningdek, hozirgi kunda Nyu-Meksikoda, Klovis shahri dronlardan nafaqat jinoiy qidiruv, balki yong'in sodir bo'lgan favqulodda vaziyatlarda, Florida shtatidagi Daytona Beach politsiya boshqarmasining UAS dasturi tadbirlarda dronlar olomonni kuzatish va boshqarish uchun ishlatilmoqda[15].

“Drone as First Responder” (DFR) dasturini huquqni muhofaza qilish organlarida foydalanishning bir qator afzalliklari mavjud:

1. Tezkor javob berish: Dronlar voqea joyiga tez yetib boradi, bu esa xodimlarning vaziyatni tezda baholashiga va kerakli choralarni ko'rishiga yordam beradi.

2. Havodan kuzatuv: Dronlar havodan keng ko'lamli ko'rsatkichlarni taqdim etadi, bu esa qiyin vaziyatlarni (masalan, ommaviy tartibsizliklar yoki yong'inlar) yaxshiroq tushunishga imkon beradi shuningdek, yuqori aniqlikdagi kameralar va ilg'or sensorlar bilan harbiy xizmatchi va hodimlarga voqea joyini to'liq tushunishga, samarali strategiyani ishlab chiqishga va resurslarni yanada samaraliroq taqsimlashga yordam beradi. Shuningdek, jinoyat sodir etgan shaxsning joylashuvini aniqlash, qochib ketayotgan gumondorni kuzatish imkonini beradi.

3. Xavfsizlikni oshirish: Dronlar tezkor guruhlarini xavfqa qo'ymasdan joylarni kuzatishi mumkin, bu esa xodimlarining xavfsizligini ta'minlaydi.

4. Resurslarni samarali ishlatish: Tejamkor operatsiyalar, dronlar katta hududlarni tezda qamrab olishi mumkin, bu qochoqlarni yoki gumondorlarni qidirish kabi keng ko'lamli operatsiyalar uchun zarurdir. Qolaversa bu, kuch va vositalarning ortiqcha harakatlarini kamaytiradi. Bundan tashqari, dronlarga texnik xizmat ko'rsatish va ekspluatatsiya qilish xarajatlari vertolyotlarga qaraganda ancha past sarf xarajatlarni talab qiladi.

5. Ma'lumotlarni real vaqt rejimida olish: Dronlar video va boshqa sensorlardan foydalanib (Tungi operatsiyalar uchun termal tasvirlardan foydalanish), real vaqt rejimida ma'lumot to'playdi, bu esa tezkor qarorlar qabul qilishda yordam beradi.

6. Kuzatuv va tahlil imkoniyatlari: DFR dasturlari nafaqat faol javob berishga, balki voqeadan keyingi tahlilga ham yordam beradi. Dronlar tomonidan olingan tasvirlar tergov maqsadlarida, mashg'ulotlarda va favqulodda vaziyatlarga javob berish strategiyalarini takomillashtirishda HMQO ishini yaxshilashga yordam beradi.

7. Jamoatchilik bilan aloqalar: Dronlar jamoatchilikda xavfsizlikni oshirish va ogohlantirish tizimlarida qo'llanilishi mumkin, bu esa jamoatchilikning HMQOga bo'lgan ishonchini oshiradi.

Bu afzalliklar HMQOning samaradorligini va xavfsizligini oshirishga yordam beradi, shuningdek, jamoat xavfsizligini ta'minlashda muhim rol o'ynaydi.

Xulosa qilib aytadigan bo'lsak, dronlar jamoat xavfsizligini ta'minlashda bir qancha foydali imkoniyatlarni yaratadi. Ulardan foydalanish bir necha asosiy sohalarida samarali natijalar berishi mumkin. Shuningdek, ularni qanday nazorat qilish va ishlatishni belgilovchi qonunchilikni ham naqadar muhim ahamiyatga ega ekanligini inobatga olish zarur.

Umuman olganda, dronlar jamoat xavfsizligini ta'minlashda samarali vosita bo'lib, ularning foydali imkoniyatlari to'g'ri va mas'uliyat bilan foydalanilganda yuqori natijalar berishini ko'rishimiz mumkin.

Yuqoridagilarni inobatga olgan mamlakatimizda aholining tinch va osoyishta hayotini ta'minlash, shu bilan birga, bugungi globallashuv sharoitida jamoat xavfsizligini ta'minlash,

huquqbuzarliklar profilaktikasi va jinoyatchilikka qarshi kurashish bo'yicha amalga oshirilayotgan chora-tadbirlarni izchil davom ettirish maqsadida taklif etiladi:

Ichki ishlar vazirligi va Milliy gvardiya bo'linmalarining jamoat xavfsizligini ta'minlash va jamoat tartibini saqlash faoliyatida "The Drone as First Responder" (DFR) uchuvchisiz uchish apparatlari dasturi imkoniyatlaridan foydalanish. Bunda:

- 102 (112) avtomatlashtirilgan tizimga jinoyat yoki hodisa haqida xabar kelib tushgan zahoti, hodisa sodir bo'lgan joyga uchuvchisiz uchish apparati (dron)larni yuborish va kameralar yordamida hodisa to'liq yozib olish hamda to'g'ridan-to'g'ri ma'lumotlar IIV bazalarida qayd etish;

- hodisa sodir bo'lgan joydagi shaxslarning yuzlarini maxsus kameralar orqali qayd etish (tungi vaqtlarda issiqlik (termal) tasvirlardan foydalangan holda) hamda IIVning "Poliface" tizimi orqali solishtirgan holda skanerlash imkoni yaratish;

- yuqori aniqlikdagi kameralar va boshqa sensorlar bilan jihozlangan dron, tergov-tezkor yoki boshqa qidiruv-qutqaruv guruhlariga real vaqtda havo tasvirlari va ma'lumotlarni taqdim etish hamda vaziyatni baholash, hudud bilan tanishish, potensial tahdidlarni aniqlash va qarorlar qabul qilish.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

[1] O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi. Jamoat xavfsizligini ta'minlash va jinoyatchilikka qarshi kurashishda uchuvchisiz uchadigan apparatlardan keng foydalanishni joriy etish chora-tadbirlari to'g'risida. – Qaror №13, 2025-yil 14-yanvar.

[2] Sabino A., & Lopes J. Police drones and public trust: An exploratory study in urban surveillance. // Policing: A Journal of Policy and Practice. – 2022. – Vol. 16, Issue 2. – pp. 198–213. // – DOI: 10.1093/police/paab083.

[3] Crider A. How Drones Are Changing Law Enforcement // Simple Flying. – 2023. – Rejim kirish: <https://simpleflying.com>.

[4] Howe S. Drone Programs in US Police Departments: A 2024 Overview // Commercial UAV News. – 2024. – Rejim kirish: <https://www.commercialuavnews.com>.

[5] National Fire Protection Association (NFPA). Public Safety Drone Operations Guidelines. – 2023. – Rejim kirish: <https://www.nfpa.org>.

[6] Drone Industry Insights. Top Public Safety Drones in 2024. – 2024. – Rejim kirish: <https://droneii.com>.

[7] BRINC. BRINC Lemur 2 Specifications. – 2024. – Rejim kirish: <https://www.brincdrones.com>

[8] DJI Enterprise. Matrice 30 Drone for Public Safety. – 2024. – Rejim kirish: <https://enterprise.dji.com>

[9] Skydio. Skydio X2 for Public Safety Missions. – 2024. – Rejim kirish: <https://www.skydio.com> (murojaat qilingan sana: 20.07.2025).

[10] DJI. Matrice 300 RTK Features and Capabilities. – 2024. – Rejim kirish: <https://enterprise.dji.com/matrice-300>

[11] DJI. Mavic 3T for Tactical Applications. – 2024. – Rejim kirish: <https://enterprise.dji.com/mavic-3t>

[12] Skyfire Consulting. Drone as First Responder (DFR) Program Support. – 2024. – Rejim kirish: <https://skyfireconsulting.com>

[13] Axon Air. Integrated Public Safety Drone Solutions. – 2024. – Rejim kirish: <https://www.axon.com>

[14] Chula Vista Police Department. Drone as First Responder (DFR) Program Report. – 2023. – Rejim kirish: <https://www.chulavistaca.gov>

[15] Daytona Beach Police Department. Unmanned Aircraft Systems Program Report. – 2024. – Rejim kirish: <https://www.codb.us>

ИНТЕРФЕРОМЕТРИК ОПТИК ТОЛАЛИ НАМЛИК СЕНСОРЛАРИ ПАРАМЕТРЛАРИНИ ОПТИМАЛЛАШ УСУЛИНИ МАТЕМАТИК МОДЕЛЛАШТИРИШ

М.М. ХАСАНОВ

Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети

Аннотация. Мақолада интерферометрик оптик толали намлик сенсорининг ишлаш самарадорлигини ошириш учун унинг асосий параметрларини оптималлаштириш мақсадида янги усулнинг математик модели таклиф қилинади. Оптималлаштириш мақсад функциясини шакллантириш йўли келтирилган. Моделнинг параметрлар ўзгаришига сезгирлиги бўйича натижалар тақдим этилган. Оптималлаштириш алгоритми учун хулосалар тузилган.

Калим сўзлар: оптик толали намлик сенсорлари, градиент усули, мақсад функцияси, резонатор, интерферометр.

Аннотация. В статье предлагается математическая модель нового метода повышения производительности интерферометрического волоконно-оптического датчика влажности с целью оптимизации его основных параметров. Приведено формирование целевой функции оптимизации. Показаны результаты чувствительности к изменению параметров модели. Составлены заключения для алгоритма оптимизации.

Ключевые слова: волоконно-оптические датчики влажности, градиентный метод, целевая функция, резонатор, интерферометр.

Abstract: The article proposes a mathematical model of a new method for improving the performance of an interferometry fiber-optic humidity sensor in order to optimize its main parameters. The formation of the objective optimization function is presented. The results of sensitivity to changes in the model parameters are shown. Conclusions for the optimization algorithm are drawn.

Key words: fiber optic humidity sensors, gradient method, target function, resonator, interferometer.

Газсимон муҳит (ҳаво, саноат газлари ва бошқалар) намлигини аниқ ва барқарор ўлчаш кўплаб соҳаларда, жумладан, авиакосмик ва ҳарбий соҳаларда, саноат ишлаб чиқаришда, энергетика соҳасида, метеорология ва атроф-муҳит мониторингида ҳамда тиббиёт ва фармацевтикада муҳим аҳамиятга эга. Намликнинг меъёрдан ошиши ёки камайиши технологик жараёнларга, маҳсулот сифатига ва ускуналарнинг ишончлилигига салбий таъсир кўрсатиши мумкин. Оптик толали сенсорларнинг энг сезгир турларидан бири бу интерферометрик сенсорлардир [1]. Замонавий оптик толали сенсорикада асосан уч турдаги интерферометрлар кенг қўлланилади: Майкельсон, Мах-Цендер ва Фабри-Перо.

Интерферометрик оптик толали намлик сенсорларининг аниқлигини ошириш замонавий сенсор технологияларининг устувор йўналишларидан биридир. Мавжуд усулларни уч асосий гуруҳга бўлиш мумкин: аппаратли ечимлар, алгоритмик усуллар ва гибрид ёндашувлар. Бу усулларни таҳлил қилиш асосида қуйидаги хулосани келтириш мумкин: Ҳарорат компенсацияси - энг самарали ва арзон усул, аниқликни 3-5 марта оширади; Рақамли сигнал ишлаш усуллари содда ва самарали, 2-3 марта яхшилаш беради; Машинали ўрганиш алгоритмлари юқори аниқлик (5-10×) таъминлайди, лекин мураккаб; Гибрид ёндашувлар энг юқори натижа (8-15×) беради, лекин қимматроқ; Замонавий технологиялар (AI, квантум, метасурфейс) келажакда инқилобий ўзгаришлар ваъда қилади.

Юқорида кўриб чиқилган ёндашувларнинг чекланишларини инобатга олган ҳолда, янги ёндашув – градиентли усуллардан фойдаланиш таклиф этилади. Градиентли усуллар (хусусан, градиентли кўтарилиш/тушиш) мақсадли функциянинг градиенти (ҳосиласи)

асосида ишлайди. Градиент – бу функциянинг энг тез ўсиш йўналишини кўрсатувчи вектордир. Градиент усулини танлаш қуйидаги афзалликлар билан изоҳланади:

1) Ҳисоблаш самарадорлиги: Тўлиқ қидирувга нисбатан анча тез ишлайди ва кўп ҳолларда эвристик алгоритмларга қараганда камроқ итерацияда ечимга яқинлашади.

2) Математик аниқлик: Ҳар бир қадам тасодифий эмас, балки функциянинг ўсиши кафолатланган йўналишда аниқ математик қонуният асосида амалга оширилади.

3) Физик мазмун: Градиентнинг катталиги ҳар бир параметрнинг мақсадли функцияга таъсир даражасини кўрсатади, бу эса лойиҳачига қўшимча маълумот беради.

Кўп мақсадли оптималлаштириш ёндашуви билан Фабри-Перо интерферометрли оптик толали намлик сенсорининг асосий параметрлари математик моделлаштириш асосида самарали оптималлаштирилди. Градиент тушиш методининг адаптив градиент тушиш (AdaGrad) модификацияси барқарор конвергенцияни таъминлайди. Натижада ҳарорат барқарорлиги, чизиқлилиқ ва шовқин сезгирлиги бўйича сезиларли яхшиланишларга олиб келиши назарий жиҳатдан асосланди.

Оптималлаштириш мақсад функциясини шакллантириш. Фабри-Перо интерферометрли оптик толали намлик сенсорининг оптимал ишлашини таъминлаш учун бир неча муҳим параметрларни бир вақтда оптималлаштириш зарур. Бу параметрлар орасида ҳарорат барқарорлиги, жавоб чизиқлилиги ва шовқин сезгирлигини камайтириш асосий ўринни эгаллайди. Оптималлаштириш масаласи кўп мақсадли оптималлаштириш сифатида қаралади, чунки бир неча мақсад функциялари мавжуд ва улар орасида тўғри ечимни топиш зарур [2].

1. Мақсад функцияларини таърифлаш

а) Ҳарорат барқарорлиги функцияси. Фабри-Перо резонаторининг спектрал характеристикаси ҳарорат ўзгаришига нисбатан барқарорлиги қуйидаги ифода орқали баҳоланади:

$$f_1(\theta) = \int_{T_1}^{T_2} \left| \partial \lambda / \partial T \right|^2 dT \quad (1)$$

бунда λ - резонанс тўлқин узунлиги, T - ҳарорат, $\theta = [d, n_{\text{eff}}, \alpha]$ - оптималлаштирилувчи параметрлар вектори, d - резонатор узунлиги, n_{eff} - эффектив синдириш кўрсаткичи, α - чизиқли кенгайиш коэффициентлари.

Ҳарорат коэффициентлари қуйидаги ифода орқали аниқланади [3]:

$$\partial \lambda / \partial T = 2d / m \times (\partial n_{\text{eff}} / \partial T + n_{\text{eff}} \times \alpha) \quad (2)$$

бунда m - интерференция тартиби.

б) чизиқлилиқ функцияси. Сенсор жавобининг чизиқлилигини баҳолаш учун чизиқли регрессия хатоси ишлатилади:

$$f_2(\theta) = \sqrt{\left\{ \left[1 / N \times \sum_{i=1}^N (y_i - a \times x_i + b) \right]^2 \right\}} \quad (3)$$

бунда N - ўлчов нуқталари сони, x_i - намлик қийматлари, y_i - сенсор жавоби, a , b - чизиқли регрессия коэффициентлари.

Корреляция коэффициентлари R^2 орқали ҳам баҳоланади [4]:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2} \quad (4)$$

в) шовқин сезгирлиги функцияси. Сигнал-шовқин нисбати (SNR) ни максималлаштириш учун шовқин функцияси қуйидагича аниқланади:

$$f_3(\theta) = \sigma_{\text{noise}}^2 / \sigma_{\text{signal}}^2 \quad (5)$$

бунда σ_{noise}^2 - шовқин дисперсияси, σ_{signal}^2 - сигнал дисперсияси.

Фотон шовқини ва термик шовқин ҳисобга олинади [4]:

$$\sigma_{total}^2 = \sigma_{shot}^2 + \sigma_{thermal}^2 + \sigma_{1/f}^2 \quad (6)$$

2. Қўп мақсадли оптималлаштириш функцияси

Учта мақсад функциясини бирлаштириш учун вазнли йиғинди усули қўлланилади:

$$F(\theta) = w_1 \times f_1(\theta) + w_2 \times f_2(\theta) + w_3 \times f_3(\theta) \quad (7)$$

бунда w_1, w_2, w_3 - нормаллаштирилган вазн коэффицентлари ($w_1 + w_2 + w_3 = 1$).

Чегаравий шартлар: $d_{\min} \leq d \leq d_{\max}$, $n_{\min} \leq n_{\text{eff}} \leq n_{\max}$, $\alpha_{\min} \leq \alpha \leq \alpha_{\max}$

3. Градиент тушиш усули

а) классик градиент тушиш. Оптималлаштириш алгоритми қуйидаги итератив формула бўйича амалга оширилади [5]:

$$\theta(k+1) = \theta(k) - \eta \times \nabla F(\theta(k)) \quad (8)$$

бунда k - итерация индекси, η - ўрганиш коэффицент (learning rate), $\nabla F(\theta)$ - градиент вектори.

Градиент компонентлари:

$$\nabla F = (\partial F / \partial d, \partial F / \partial n_{\text{eff}}, \partial F / \partial \alpha)^T \quad (9)$$

б) адаптив градиент тушиш (AdaGrad). Конвергенцияни яхшилаш учун адаптив ўрганиш коэффицент ишлатилади [5]:

$$\theta_i^{(k+1)} = \theta_i^{(k)} - \left[\eta / \sqrt{(G_i^{(k)} + \varepsilon)} \times g_i^{(k)} \right] \quad (10)$$

бунда $G_i^{(k)} = \sum_{j=1}^k (g_i^{(j)})^2$ - градиент квадратларининг йиғиндиси, $g_i^{(k)} = \partial F / \partial \theta_i$ - градиент компоненти, ε - кичик доимий ($\approx 10^{-8}$)

4. Алгоритм босқичлари

а) бошланғич параметрларни белгилаш: $\theta^{(0)} = [d_0, n_{\text{eff}0}, \alpha_0]$, $\eta_0 = 0.01$, $\varepsilon = 1e-8$, $\text{maxiter} = 1000$, $\text{tol} = 1e-6$

б) ҳар бир итерацияда: $F(\theta^{(k)})$ ни ҳисоблаш, $\nabla F(\theta^{(k)})$ ни ҳисоблаш, AdaGrad бўйича янгилаш, конвергенция шартини текшириш.

в) тўхтатиш шarti: $\|\theta^{(k+1)} - \theta^{(k)}\| < \text{tol}$ ёки $k > \text{maxiter}$.

5. Рақамли натижалар

а). Моделлаштириш параметрлари. Қуйидаги параметрлар ишлатилган (1-расм):

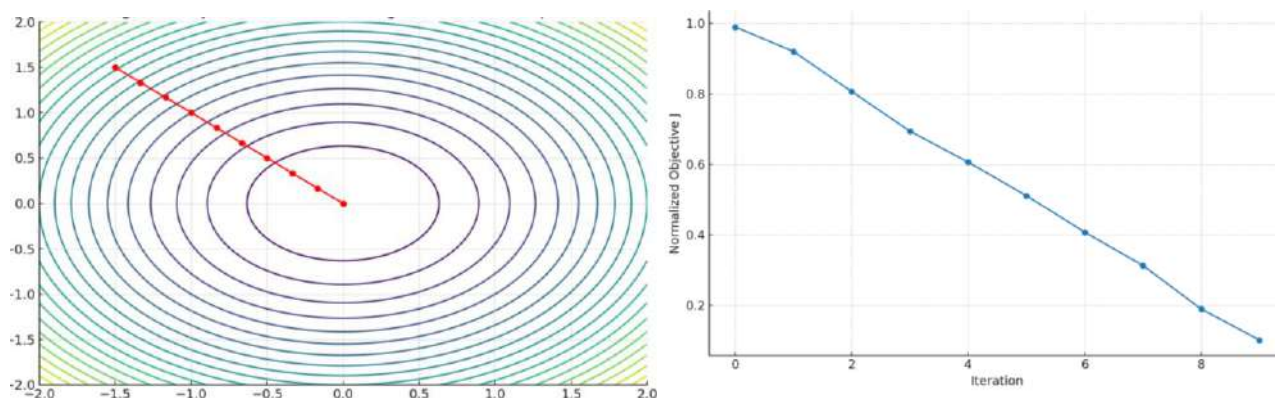
- Ишлаш диапазони: 0-100% RH
- Ҳарорат диапазони: 20-60°C
- Тўлқин узунлиги: 1550 нм
- Оптик толанинг ядро диаметри: 9 мкм

б). Оптималлаштириш натижалари:

Параметр	Бошланғич қиймат	Оптимал қиймат	Яхшиланиш
d (мкм)	50	38.7	22.6%
n_{eff}	1.45	1.52	4.8%
α (1/K)	8.5×10^{-6}	6.2×10^{-6}	27.1%

Мақсад функциялари бўйича натижалар:

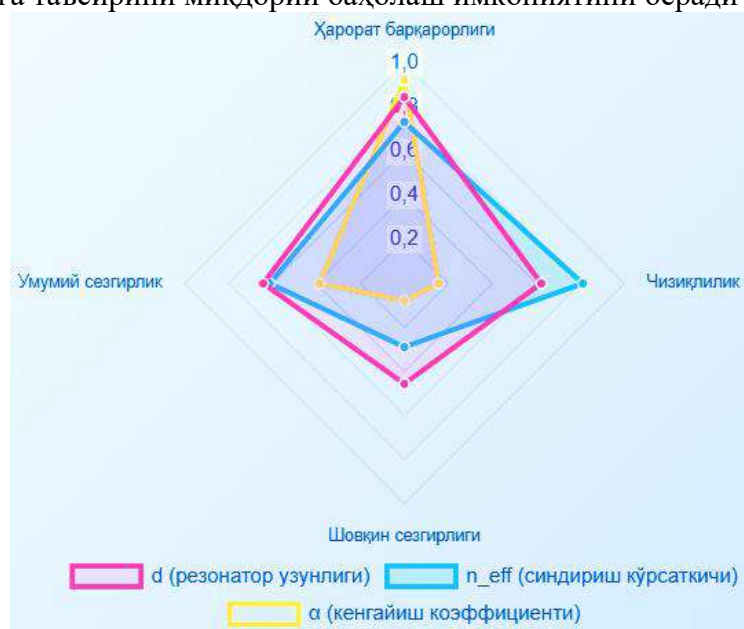
- Ҳарорат барқарорлиги: 67% яхшиланиш
- Чизиқлилиги: $R^2 = 0.998$ (аввал 0.985)
- SNR: 15 дБ яхшиланиш



1-расм. Мақсад функция контурлари ва градиент тушиш йўли (чапда), градиент тушиш итерациялари давомида мақсад функция қийматининг ўзгариши (ўнгда)

Модельнинг параметрлар ўзгаришига сезгирлиги (S-параметрик таҳлил)

Математик модельнинг параметрларга сезгирлиги таҳлили оптималлаштириш жараёнида муҳим аҳамиятга эга [6]. S-параметрик таҳлил ҳар бир кириш параметрининг чиқиш тавсифларига таъсирини миқдорий баҳолаш имкониятини беради (2-расм).



2-расм. Параметрларнинг сезгирлик коэффициентлари

Фабри-Перо интерферометрли толали оптик намлик сенсори учун асосий параметрлар:

d - резонатор узунлиги (мкм)

n_{eff} - эффектив синдириш кўрсаткичи

α - чизиқли кенгайиш коэффициентлари (1/K)

Параметрлар орасидаги ўзаро таъсир

1. Корреляция матрицаси. Параметрлар орасидаги ўзаро боғлиқлик корреляция коэффициентлари орқали баҳоланади [7]:

$$\rho_{ij} = \text{Cov}(\theta_i, \theta_j) / (\sigma_i \times \sigma_j) \quad (11)$$

Параметр	d	n_{eff}	α
d	1.000	-0.342	0.156
n_{eff}	-0.342	1.000	-0.089
α	0.156	-0.089	1.000

Оптималлаштириш алгоритми учун хулосалар.

1. Асосий хулосалар. Энг муҳим параметр: Резонатор узунлиги (d) - 64.2% таъсир, икки энг муҳим параметр: d ва n_{eff} - жами 78.4% таъсир, корреляция: d ва n_{eff} орасида умумий корреляция (-0.342), ишончилилик: барча параметрлар 95% ишонч оралиғида барқарор.

2. Оптималлаштириш стратегияси. Биринчи босқич: d параметрини оптималлаштириш (энг юқори таъсир), иккинчи босқич: n_{eff} параметрини сошлаш, учинчи босқич: α параметрини кичик сошлаш.

Адаптив ўрганиш коэффициентлари:

$\eta_d = 0.01$ (асосий), $\eta_n = 0.008$, $\eta_\alpha = 0.005$.

S-параметрик таҳлил натижасида аниқландики:

Математик модель параметрларнинг тартибли таъсирга эга;

Градиент усули учун барқарор конвергенция кутилади ($\det(H) > 0$);

Оптималлаштириш алгоритми учун устувор тартиби белгиланди;

Ишончилилик талаблари қондирилади (вариация коэффициенти $< 7\%$).

Хулоса. Кўп мақсадли оптималлаштириш ёндашуви билан Фабри-Перо интерферометрли оптик толали намлик сенсорининг асосий параметрлари самарали оптималлаштирилди. Градиент тушиш методининг AdaGrad модификацияси барқарор конвергенцияни таъминлади. Натижада газсимон муҳит намлигини ўлчовчи интерферометрик оптик толали сенсор ҳарорат барқарорлиги, чизиқчилиги ва шовқин сезгирлиги бўйича сезиларли яхшиланишларга эришади.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ:

[1] Волоконно-оптические сенсоры. Вводный курс для инженеров и научных работников / Под ред. Э. Удда. – М.: Техносфера, 2008. – 520 с.

[2] Wu, Y., Zhang, Y., Wu, J., & Yuan, P. Temperature-insensitive fiber optic Fabry-Perot interferometer based on special air cavity for transverse load and strain measurements. Optics Express, 25(8), p.9443-9448, 2017.

[3] Montgomery, D. C., Peck, E. A., & Vining, G. G. Introduction to linear regression analysis. John Wiley & Sons. 2021.

[4] Goodman, J. W. Statistical optics. John Wiley & Sons. 2015.

[5] Ruder, S. An overview of gradient descent optimization algorithms. Arxiv preprint arxiv:1609.04747, 2016.

[6] Saltelli, A., Ratto, M., Andres, T., Campolongo, F., Cariboni, J., Gatelli, D., Tarantola, S. Global sensitivity analysis: the primer. John Wiley & Sons. 2008.

[7] Гуляев, Ю. В., Никитов, С. А., Плеханов, А. И. Методы анализа чувствительности в задачах оптимизации оптических сенсоров. Радиотехника и электроника, 64(8), с.823-831, 2019.

МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОТИВНИКА ПО СОЗДАНИЮ РАДИОПОМЕХ

Ш.Т. МУХИТДИНОВ, доцент А.Я. ВАГНЕР

Институт информационно-коммуникационных технологий и военной связи УВБнО ВС РУ

Annotatsiya. Ushbu maqolada dushmanning radio [alaqitlarni yaratish qobiliyatini baholashning asosiy usullari, shuningdek ularning RLS va qurollarni boshqarish tizimlarining samaradorligiga ta'siri muhokama qilinadi.

Kalit so'zlar: radioelektron kurash, radiohalaqit, xalaqit quvvati, xalaqit sig'imi, usul, modellashtirish, ko'rish zonasi.

Аннотация. В данной статье рассматриваются основные методы оценки возможностей противника по созданию радиопомех, а также их влияние на эффективность обнаружения воздушных целей в условиях радиопомех РЛС и системы управления вооружением.

Ключевые слова: радиоэлектронная борьба, радиопомеха, мощность помехи, плотность помехи, метод, моделирование, зона обнаружения.

В современном вооружённом конфликте средства радиоэлектронной борьбы (РЭБ) играют ключевую роль в обеспечении информационного превосходства. Одним из важнейших аспектов РЭБ является создание радиопомех, которое может существенно нарушить работу системы связи, навигации и управления вражеской армии. Оценка возможностей противника по созданию радиопомех является важной задачей для планирования операций, а также для повышения эффективности защиты собственных систем [1].

Что такое радиопомехи и как они влияют на боевые действия?

Радиопомехи - это искусственное воздействие на радиочастотный спектр с целью подавления, искажения или нарушения работы электронных систем, которые используют радиочастоты для передачи информации. Это может касаться как отдельных радиоустройств (например, раций, спутниковых систем связи), так и более крупных комплексов, таких как системы GPS, навигации, управление беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) и оружием. Это все создает для РЭС сложную помеховую обстановку.

Основные понятия о степени сложности помеховой обстановки.

Под помеховой обстановкой (ПО) следует понимать часть общей обстановки, которая представляет собой совокупность электромагнитных полей, несущих ложную информацию (дезинформацию) или создающих помеху приему полезной информации, в определенной области пространства, в заданном частотном диапазоне волн, в конкретный период времени.

Оценка помеховой обстановки проводится как до начала военных действий, так и в ходе их ведения. В зависимости от этого ее следует разделять на оценку прогнозируемой и текущей ПО.

Оценка прогнозируемой помеховой обстановки проводится с целью поиска наиболее оптимальных для противника вариантов действий СВН и планированию действий своих войск.

Оценка ПО в ходе военных действий ведется уже в рамках принятой стратегии действий (решения на операцию (боевые действия, боевое применение)) и имеет целью обеспечение требуемого уровня информационного обеспечения устойчивого управления войсками и оружием.

Степень сложности помеховой обстановки для группировки РЭС.

$$K_{\text{сл по}} = 0,25a + 0,5b + 0,75c + d \quad (1)$$

a, b, c, d – относительное количество РЭС, подавленных в слабой (a), средней (b), сильной (c), подавляющей (d) степенях соответственно.

$$(a, b, c, d) = \frac{N_{\text{под(слр, сил, под)}}}{N_{\text{рэс}}} \quad (2)$$

При выполнении условия нормировки

$$a + b + c + d + e = 1 \quad (3)$$

e – количество неподавленных РЭС в группировке.

Рассчитанное значение $K_{\text{сл по}}$ по используется для определения степени снижения эффективности группировки РЭС.

При $K_{\text{сл по}} < 0,3$ (ПО слабой интенсивности) считается, что эффективность по сравнению с потенциальной эффективностью ($\text{Эп} / \text{Эо}$) снижается на величину не ниже 0,8;

при $K_{\text{сл по}} = 0,3 \dots 0,5$ (ПО средней интенсивности) – $\text{Эп} / \text{Эо}$ – не ниже 0,5;

при $K_{\text{сл по}} = 0,5 \dots 1,0$ (ПО сильной интенсивности) – $\text{Эп} / \text{Эо}$ – не превышает величину 0,5.

Алгоритм создания помеховой обстановки на оперативно-тактических мероприятиях.

Определить возможность привлечения различных средств помех для создания помеховой обстановки, затем по этим результатам определить степень сложности ПО ($K_{\text{сл по}}$), которую возможно создать на оперативно-тактических мероприятиях.

По выбранной величине $K_{\text{сл по}}$, варьируются значения a, b, c, d в зависимости от практически отрабатываемых боевых задач, возможностей средств помех и др. параметров.

После определения предполагаемой степени подавления каждой РЭС определяется интенсивность помех, способ их создания, места (районы, маршруты) расположения средств помех.

Согласовывается график действия средств помех с порядком проведения мероприятий оперативной (боевой) подготовки (вариантом действий обозначаемого противника, временем подхода СВН к зонам действия РЭС и т.д.) и отрабатывается управление этими средствами.

Степень подавления РЛС определяется величиной коэффициента сжатия зоны обнаружения $K_{\text{сж}}$, который при действии активных помех количественно выражается отношением дальностей обнаружения целей: в помехах и без помех.

$$K_{\text{сж}} = \frac{D_{\text{п}}}{D_{\text{о}}} \quad (4)$$

Для средств РТВ

при $K_{\text{сж}} = 0,6 \dots 0,8$ – средняя степень;

при $K_{\text{сж}} = 0,4 \dots 0,6$ – сильная степень;

при $K_{\text{сж}} < 0,4$ – подавляющая степень (табл. 1).

Таблица 1.

Количественные характеристики степеней подавления
для средств ЗРВ, ИА и связи

Степени подавления	Показатели степени подавления			
	РТВ - $K_{\text{сж}}$	ЗРВ - α	ИА - $K_{\text{п}}$	Связь - $W_{\text{п}}$
слабая	0,8	0,9	0,9	0,1
средняя	0,6 ÷ 0,8	0,6 ÷ 0,9	0,7 ÷ 0,9	0,1 ÷ 0,5
сильная	0,4 ÷ 0,6	0,5 ÷ 0,6	0,1 ÷ 0,7	0,5 ÷ 0,9
подавляющая	0,4	0,5	0,1	0,9
	$K_{\text{сж}} = \frac{D_{\text{п}}}{D_{\text{о}}}$	$\alpha = \frac{D_{\text{оп}}}{D_{\text{тр д}}}$	$K_{\text{п}} = \frac{W_{\text{п}}}{W_{\text{Бп}}}$	$W_{\text{п}}$ – вероятность подавления

Степень подавления РЛС пассивными помехами.

Определяется возможностями работы РЛС при различных плотностях пассивных помех путем сравнения характеристик приемника РЛС ($K_{\text{п}}$, $K_{\text{пв сдц}}$) с величиной $K_{\text{пп}}$, создаваемой противником (табл. 2).

$$K_{\text{пп}} = \frac{\rho_{\text{пас}} C \tau_{\text{п}} \sigma_{\text{пач}}}{2 \cdot 100 \sigma_{\text{п}}} \quad (5)$$

$\rho_{\text{пас}}$ - задана в пач/100м.

Таблица 2.

Характеристики степеней подавления
РЛС пассивными помехами

Степени подавления			
слабая	средняя	сильная	подавляющая
$K_{\text{пп}} \leq K_{\text{п}}$	$K_{\text{п}} < K_{\text{пп}} \leq K_{\text{п}} \cdot K_{\text{пв}}$	$K_{\text{п}} K_{\text{пв}} < K_{\text{пп}} \leq K_{\text{пв}}$	$K_{\text{пп}} > K_{\text{пв}}$

Коэффициент подпомеховой видимости СДЦ $K_{\text{ПВ}}$:

$$K_{\text{ПВ}} = \frac{(P_{\text{с}} / P_{\text{п}})_{\text{ВЫХ}}}{(P_{\text{с}} / P_{\text{п}})_{\text{ВХ}}} \quad (6)$$



Рис. 1. Пример алгоритма подготовки и оценки данных о воздушном противнике

Основные методические подходы при оценке возможностей противника по созданию помеховой обстановки

Классификация РЭС ПВО и ВВС

РЭС первой группы важности – РЭС управления оружием (ЗРК, ЗАК, БРЛС).

РЭС второй группы важности – РЭС обеспечения применения оружия (РЭС ЦУ на зрдн, на задн, пунктах наведения авиации).

РЭС третьей группы важности – РЭС управления войсками и РЛС фланговых и второстепенных подразделений РТВ [2].

Тактические приемы использования средств РЭБ:

постановка помех радиоэлектронным средствам управления войсками за несколько часов до начала действий СВН (ДРВ, Ближний Восток, Ирак), или непосредственное начало операции без упреждающей постановки помех (Югославия);

перед подходом СВН к дальним рубежам обнаружения возможна постановка пассивных помех средствам РТВ на нескольких направлениях с последующим началом постановки активных помех с самолетов РЭБ;

в районах (зонах) действия истребительной авиации, в зонах поражения ЗРК и ЗАК применяются индивидуальные средства РЭБ ударных самолетов для их самоприкрытия от огневых средств ПВО;

средства групповой защиты (обеспечивающие самолеты, самолеты РЭБ) осуществляют подавление РЭС 2-й и 3-й групп важности;

самолеты – носители противорадиолокационного оружия действуют, как правило, на малых и предельно малых высотах под прикрытием активных помех от самолетов РЭБ.

Методики учета влияния средств РЭБ противника на РЭС ПВО

«Ручной метод» или метод «эквивалентного источника»

Широко используется в войсках до настоящего времени. Применение его позволяет получить приблизительные экстремальные (минимальные и максимальные) оценки, которые служат своеобразными ориентирами для определения потенциальных возможностей РЭС при планировании операций (боевых действий, боевого применения).

В основу оснащения средствами РЭБ авиации положены априорные (до начала боевых действий) знания ТТХ РЭС, подлежащих радиоподавлению, и так называемый принцип разумной достаточности, содержание которого достаточно полно отражает ранжирование основных РЭС по группам важности и оснащение СВН средствами РЭБ в соответствии с содержанием и характером решаемых ими задач.

Спектральная плотность мощности помех:

$$\rho_{\pi} = \frac{P_{\pi} G_{\pi}}{\Delta f_{\pi}} \quad (7)$$

Ширина спектра формируемой помехи Δf_{π} зависит от соотношения количества передатчиков помех (N_{π}) на борту самолета- постановщика и количества одновременно работающих РЭС (частотных каналов - N_k) данного диапазона [3].

При условии $N_{\pi} \geq N_k$ формируется прицельная помеха и величина Δf_{π} примерно равна полосе пропускания подавляемого приемника ($\Delta f_{\pi} \approx \Delta f_{\pi p}$).

При условии $N_{\pi} < N_k$ формируется заградительная помеха. В этом случае ширина ее спектра примерно равна ширине частотного диапазона, в пределах которого могут работать подавляемые РЭС ($\Delta f_{\pi} \approx \Delta f_{\pi p}$). По такому алгоритму следует поступать в том случае, когда неизвестны величины Δf_{π} и $\Delta f_{\pi p}$ средства помех.

Спектральная плотность мощности помехи от одного (каждого) средства РЭБ в прицельном режиме:

$$\rho_{\pi p} = \frac{P_{\pi} G_{\pi}}{\Delta f_{\pi p}} \approx \frac{P_{\pi} G_{\pi}}{\Delta f_{\pi p}} \quad (8)$$

Спектральная плотность мощности помехи от одного (каждого) средства РЭБ в заградительном режиме:

$$\rho_{\pi z} = \frac{P_{\pi} G_{\pi}}{\Delta f_{\pi z}} \approx \frac{P_{\pi} G_{\pi}}{\Delta f_{\pi z}} \quad (9)$$

При сложении нескольких случайных процессов складываются их дисперсии. Суммарная спектральная плотность мощности помехи $\rho_{\pi \Sigma}$ от нескольких источников может быть сведена к одному – эквивалентному и рассчитана по выражению:

$$\rho_{\pi \Sigma} = \frac{R_{\pi z}^2 K_{\text{акз}}}{(G_{\pi}(\beta, \varepsilon) / G_{\pi o})} \sum_{i=1}^n \rho_{\pi i} \frac{(G_{\pi}(\beta, \varepsilon) / G_{\pi o})_i}{R_{\pi i}^2 K_{\text{акi}}} \quad (10)$$

где $R_{\pi z}$ – расстояние от приемника РЭС до выбранного места «установки» эквивалентного источника помех (чем меньше $R_{\pi z}$, тем ближе к входу приемника);

$K_{\text{акi}}$ – коэффициент ослабления автокомпенсатора в направлении на эквивалентный (парциальный) источник помехи;

$(G_{\pi}(\beta, \varepsilon) / G_{\pi o})_i$ – уровень ДНА РЭС в направлении на эквивалентный (парциальный) источник помехи;

ρ_{pi} – спектральная плотность мощности помехи от парциального источника;

R_{pi} – расстояние от приемника РЭС до парциального источника помех;

n – количество постановщиков помех.

Расчетная зона обнаружения РЛС при методе эквивалентного источника помехи приведена на рис. 2.

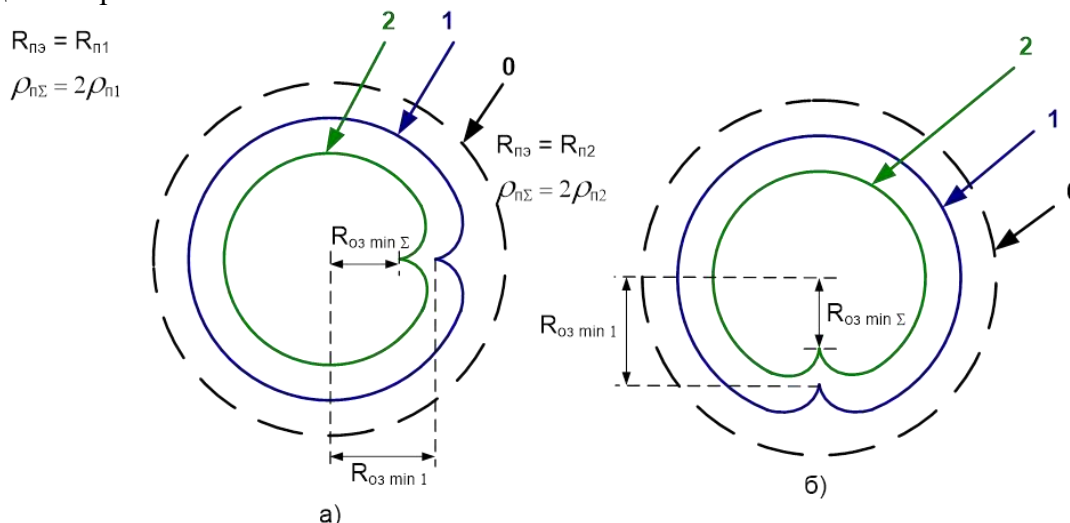


Рис. 2. Расчетная зона обнаружения РЛС при методе эквивалентного источника помехи: 0 – потенциальная зона обнаружения РЛС без помех; 1 – зона обнаружения РЛС при воздействии одного, источника помех; 2 – зоны обнаружения РЛС при воздействии двух источников помех.

Недостатки метода невозможность в реальном масштабе времени ранжирования по опасности для СВН одностипных РЭС, функционирующих одновременно. В силу этого, при превышении количества работающих РЭС над количеством передатчиков помех данного частотного диапазона, последние переводятся в заградительный по частоте режим, что значительно (на 1...2 порядка) снижает интенсивность помех.

Метод имитационного моделирования, получил право на жизнь с развитием быстродействующих ЭВМ, обладающих широкими возможностями моделирования реальных физических процессов [4].

Методика базируется:

на широком внедрении в системы управления СВН быстродействующих ЭВМ с большим объемом памяти;

созданием малогабаритных и мощных твердотельных приемо-передающих модулей радиоаппаратуры;

построением на основе этих модулей активных фазированных антенных решеток (АФАР), способных одновременно обеспечивать решение задач радиотехнической и радиолокационной разведок, управления оружием и создавать квазиодновременные прицельные по частоте и направлению мощные помехи.

Основу метода составляет расчет значений спектральной плотности мощности помех каждого источника помех на каждом шаге моделирования. Многократная «прокрутка» модели позволяет найти наиболее вероятные оперативно-тактические приемы преодоления (подавления) системы ПВО вероятным противником и выработать соответствующие меры противодействия им.

Главное отличие второй методики заключается в возможности многократно наблюдать на модели весь прогнозируемый процесс развития радиоэлектронной (помеховой) обстановки. Скорость изменения реальной радиоэлектронной обстановки не сопоставима даже со скоростью изменения оперативно-тактической, воздушно-космической, обстановки.

Она, как правило, на один - два порядка может быть выше. В таких условиях единственным способом получения достоверной и оперативной информации может служить метод моделирования (рис. 3).

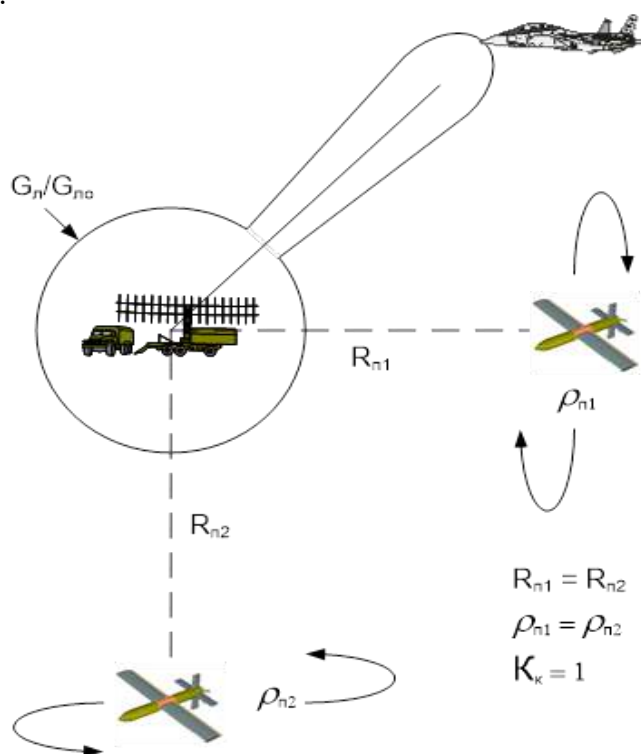


Рис. 3. Пример метода моделирования

На РЛС обнаружения и целеуказания воздействуют два пространственно разнесенных источника помех с одинаковой дальности (R_p), создающие активные маскирующие шумовые помехи одинаковой спектральной плотности мощности $\rho_{p1} = \rho_{p2}$. Диаграмма направленности приемной антенны РЛС имеет только 2 уровня аппроксимации: главный лепесток и боковые лепестки одного уровня [5].

Пример зоны обнаружения РЛС при методе имитационного моделирования приведен на рис. 4.

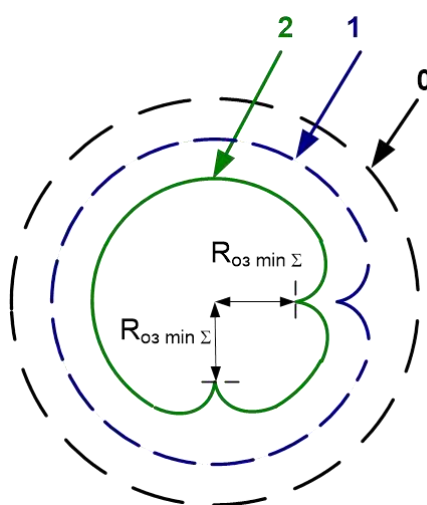


Рис. 4. Пример зоны обнаружения РЛС при методе имитационного моделирования: 0 – потенциальная зона обнаружения РЛС без помех; 1 – зона обнаружения РЛС при воздействии одного, источника помех; 2 – зоны обнаружения РЛС при воздействии двух источников помех.

Недостатки метода отсутствие аппаратно-программных средств.

Для того чтобы оценить возможности противника в области радиопомех, необходимо учесть несколько факторов, включая техническую оснащённость, структуру и тактику применения средств РЭБ.

Заключение. Оценка возможностей противника по созданию радиопомех - это многогранная задача, которая требует анализа технических, тактических и оперативных аспектов использования средств радиоэлектронной борьбы. Правильная оценка этих возможностей позволяет эффективно противодействовать угрозам в области РЭБ и обеспечить информационное превосходство на поле боя.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

- [1] Методические рекомендации по созданию помеховой обстановки на оперативно-тактических учениях войск ПВО. М; 1987 г.
- [2] Решетников Г.М. Устойчивость противовоздушной обороны. Тверь: ВА ПВО, 2000.
- [3] Организация РЭБ. Учебное пособие. Тверь: ВА ВКО, 2000 г. Электронная версия.
- [4] Радиоэлектронная борьба. Учебное пособие. Тверь: ВА ВКО, 2015 г. Электронная версия.
- [5] По материалам онлайн-сервиса «Википедия» [электронный ресурс] // ru.wikipedia.org.

UCHUVCHISIZ UCHISH APPARATLARIDA YO‘LINI REJALASHTIRISH ALGORITMLARI

X.B. XUSANOV

O‘R HX va MU Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari va harbiy aloqa instituti

Annotatsiya. Ushbu maqolada uchuvchisiz uchish apparatlarida (UUA) yo‘lini rejalashtirish algoritmlarining turlari, ularning afzalliklari, kamchiliklari va turli muhitlardagi samaradorligi tahlil qilinadi. Global va mahalliy yo‘l rejalashtirish yondashuvlari o‘rganilib, A*, GA, PSO, DE, ACO kabi global rejalashtirish algoritmlari va RRT, APF, FL, NN, RL kabi mahalliy rejalashtirish metodlarining ishlash printsiplari, moslashuvchanligi hamda amaliy qo‘llanilishi batafsil ko‘rib chiqiladi. Shuningdek, ko‘p UUA tizimlarida yuzaga keladigan sinxronlash va to‘qnashuvdan qochish muammolari, real vaqtli qaror qabul qilish, hisoblash murakkabligi va muhit o‘zgaruvchanligiga moslashuv darajasi tahlil qilinadi. Tadqiqot natijalari UUA navigatsiyasida har xil algoritmlarning samaradorligini solishtirish, ularni amaliy sharoitlarga mos tanlash hamda kombinatsiyalangan yondashuvlar orqali kompleks muhitlarda xavfsiz va optimal parvozni ta‘minlash imkoniyatlarini ochib beradi.

Kalit so‘zlar: uchuvchisiz uchish apparati (UUA), yo‘lini rejalashtirish, global rejalashtirish, mahalliy rejalashtirish, to‘siqlardan qochish, algoritmlar taqqoslanishi, avtonom navigatsiya.

Аннотация. В данной статье анализируются типы алгоритмов планирования маршрута для беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), их преимущества, недостатки и эффективность в различных условиях среды. Рассматриваются как глобальные, так и локальные подходы к планированию маршрута. Подробно изучаются принципы работы, адаптивность и практическое применение глобальных алгоритмов планирования, таких как A*, GA, PSO, DE, ACO, а также локальных методов, включая RRT, APF, FL, NN и RL. Кроме того, анализируются проблемы, возникающие в многоагентных системах БПЛА, такие как синхронизация, предотвращение столкновений, принятие решений в реальном времени, вычислительная сложность и адаптация к динамически изменяющейся среде. Результаты исследования позволяют сравнить эффективность различных алгоритмов в навигации БПЛА, выбрать наиболее подходящие методы для практического применения, а также демонстрируют потенциал комбинированных подходов для обеспечения безопасного и оптимального полета в сложных условиях.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат (БПЛА), планирование маршрута, глобальное планирование, локальное планирование, избегание препятствий, сравнение алгоритмов, автономная навигация.

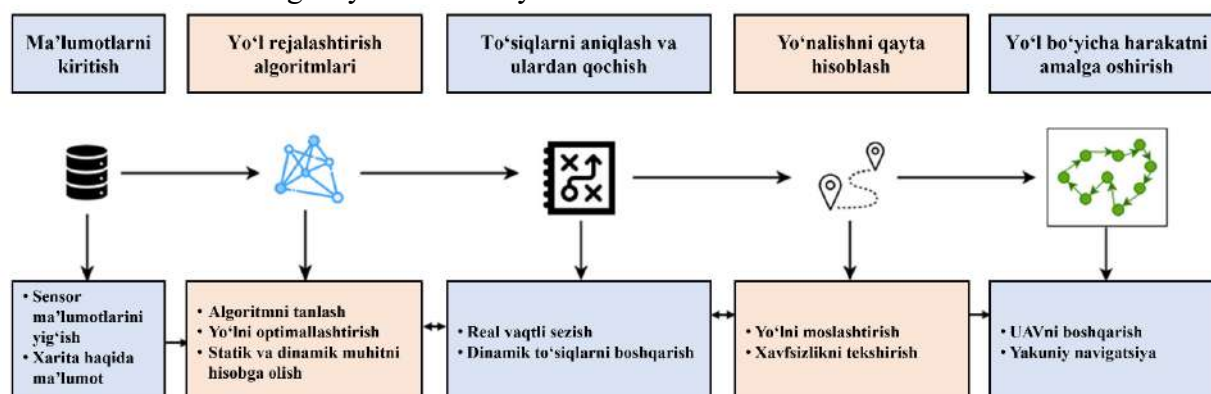
Abstract: This article analyzes various types of path planning algorithms used in Unmanned Aerial Vehicles (UAVs), focusing on their advantages, disadvantages, and effectiveness in different environments. Both global and local path planning approaches are explored in detail. The operational principles, adaptability, and practical applications of global planning algorithms such as A*, GA, PSO, DE, and ACO, as well as local planning methods including RRT, APF, FL, NN, and RL, are thoroughly examined. Additionally, challenges encountered in multi-UAV systems—such as synchronization, collision avoidance, real-time decision-making, computational complexity, and adaptability to dynamic environments—are analyzed. The results of the study provide a comparative evaluation of the efficiency of different algorithms in UAV navigation, offer guidance for selecting suitable methods for practical use, and highlight the potential of hybrid approaches to ensure safe and optimal flight in complex environments.

Keywords: Unmanned Aerial Vehicle (UAV), path planning, global planning, local planning, obstacle avoidance, algorithm comparison, autonomous navigation.

Uchuvchisiz uchish tizimlari (UUT) yoki dronlar, vaqt o'tishi bilan o'z ish faoliyati va samaradorligi jihatidan tobora avtonom va ilg'or bo'lib bormoqda hamda anqlik bilan qishloq xo'jaligi, transport logistikasi, kartografiya, favqulotda vaziyatlar, mudofaa kabi ko'plab sohalarda qo'llanilmoqda. UUT faqatgina Uchuvchisiz uchish apparati emas, balki parvozni nazorat qiluvchi UUT pilotlari va ularni bog'lovchi tizimni ham o'z ichiga oladi. Aslida, UUA — bu faqatgina havo vositasining o'zi bo'lib, UUT tizimining bir qismi hisoblanadi.

Ushbu tizimlar UUA va yerda joylashgan boshqaruv stansiyasidan iborat bo'lib, stansiya maxsus dasturiy ta'minot, sensor tizimlari va uzatuvchilar bilan jihozlangan bo'lib, parvoz paytida UUA va boshqaruv stansiyasi o'rtasida xavfsiz integratsiyani ta'minlaydi. UUA atamasi markaziy boshqaruv ostida yoki avtonom tarzda uchiriladigan havo kemalarini anglatadi. UUA lar ilmiy, tijorat, kuzatuv va mudofaa operatsiyalari kabi keng ko'lamli vazifalar uchun mos keladi. Dronlar xaritalash, ob'ektlarni monitoring qilish va joylashuvni aniqlash uchun keng qo'llaniladi, chunki ular kichik o'lchamli, arzon ekspluatatsiya xarajatlariga ega va vertikal ko'tarilish hamda qo'nishni amalga oshira oladi [1]. UUA yo'l rejalashtirish jarayoni — bu dronlarning maqsadli hududga xavfsiz va tez yetib borish strategiyasini ishlab chiqishi jarayonidir. Bu reja asosan mavjud atrof-muhit va UUA ning joylashuvi kabi omillarga tayanadi. UUA lar vazifalarni samarali bajarish uchun o'z holatidan to'liq xabardor bo'lishi kerak. Holatlar misolida uning pozitsiyasi, harakat tezligi, to'g'ridan-to'g'ri yo'li, shuningdek, ma'lumot nuqtasi va manzili keltirilishi mumkin. Biroq, bir nechta UUA larning birgalikdagi operatsiyalari murakkab va ko'proq vaqt talab qiluvchi mavzu bo'lib, bunday missiyalar yagona UUA missiyasiga nisbatan yuqori hisoblash xarajatlarini keltirib chiqaradi [2].

Samarali yo'l rejalashtirish UUT operatsiyalari uchun muhim bo'lib, UUA ga o'z joylashuvidan maqsadli manzilga eng yaxshi yo'lni hisoblash imkonini beradi, shu bilan birga to'siqlardan qochish va operatsion cheklovlariga rioya qilishni ta'minlaydi [3]. 1-rasmda ko'rsatilishicha, yo'l rejalashtirish jarayoni atrof-muhit ma'lumotlarini sensorlar va xaritalardan yig'ish bilan boshlanadi, bu esa navigatsiya qarorlarining asosini tashkil etadi. So'ngra UUA yo'l rejalashtirish algoritmlarini qo'llab, eng samarali yo'lni hisoblaydi va optimallashtiradi, atrof-muhitning statik yoki dinamik xususiyatlarini hisobga oladi. Real vaqtda to'siqlardan qochish va ularni aniqlash UUA ga atrof-muhitga diqqatni jamlab, zarurat tug'ilganda yo'lini o'zgartirish imkonini beradi. To'siqlar yoki sharoitlar o'zgarishini aniqlaganda, UUA xavfsizlikni ta'minlash va samaradorlikni oshirish uchun traektoriyasini moslashtiradi. Nihoyat, UUA rejalashtirilgan yo'lni bajaradi va kutilmagan burilishlarga doimiy ravishda moslashadi. Ushbu jarayon murakkab hududlarda, oldindan aytib bo'lmaydigan sharoitlarda va operatsion cheklovlarda ishonchli, samarali va xavfsiz navigatsiyani ta'minlaydi.



1-rasm. Turli sharoitlarda UUA yo'l rejalashtirish jarayoni

Tadqiqotning maqsadi - yo'l rejalashtirish algoritmlari, to'siqlarni aniqlash va ulardan qochish usullariga oid turli holatlardagi yaxshi ishlaydigan algoritmlarni hamda ularning cheklovlarini aniqlash uchun yagona va ko'p UUA tizimlarini baholashdir. Buning uchun har bir toifa uchun aniq

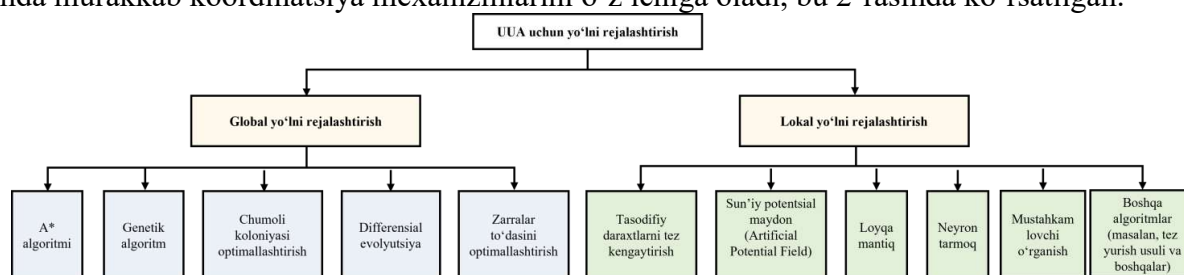
mezonlar belgilandi. Ushbu mezonlar algoritmlarning moslashuvchanligi, optimallashtirish imkoniyatlari, cheklovlari va umumiy samaradorligini baholash uchun standart sifatida xizmat qiladi.

UUALarda qo'llaniladigan yo'lni rejalashtirish algoritmlari. Yo'l rejalashtirish UUA operatsiyalarining muhim jihati hisoblanadi, chunki u transport vositasiga to'siqlardan qochib, samarali tarzda harakatlanishga va missiya spetsifikatsiyalariga rioya qilish imkonini beradi.

Yo'l rejalashtirish texnikalari ikki asosiy kategoriya bo'yicha tasniflanishi mumkin:

1. Global yo'l rejalashtirish
2. Mahalliy yo'l rejalashtirish

Global yo'l rejalashtirish — bu UUAning hozirgi joylashuvidan kerakli manzilgacha eng optimal yo'lni ishlab chiqish, bu yo'lda atrof-muhitni chuqur tushunish, sayohat masofasini minimallashtirish va statik to'siqlardan qochish maqsadida amalga oshiriladi. Boshqa tomondan, mahalliy yo'l rejalashtirish dinamik holatlar uchun maxsus ishlab chiqilgan, bu erda UUA kutilmagan to'siqlardan qochish yoki o'zgarayotgan sharoitlarga javob berish uchun real vaqtda yo'lni sozlashi kerak. Ushbu strategiya tez qaror qabul qilishni va hisoblash samaradorligini ustuvor qiladi, ko'pincha mutlaq optimal yechimni topishdan voz kechib. Bundan tashqari, ko'p UUALar uchun yo'l rejalashtirish qo'shimcha darajadagi murakkablikni keltirib chiqaradi, chunki bir nechta UUA ni birgalikda ishlashga, to'qnashuvlardan qochishga va ularning birgalikdagi samaradorligini optimallashtirishga sinxronlash kerak. Koordinatsiyalangan UUA operatsiyalari, ayniqsa ular uyumlar (swarm) sifatida ishlayotgan bo'lsa, samarali rejalashtirishni talab qiladi. Ushbu rejalashtirish jarayoni odatda global va mahalliy yo'l rejalashtirishning ikkala jihatini ham hamda murakkab koordinatsiya mexanizmlarini o'z ichiga oladi, bu 2-rasmda ko'rsatilgan.



2-rasm. Turli holatlarda yagona UUALar uchun o'rganilgan yo'l rejalashtirish algoritmlari

Global yo'lni rejalashtirish

Global yo'l rejalashtirishda ishlatiladigan turli algoritmlar statik sharoitda, ya'ni topografiya va to'sqinliklar oldindan aniqlangan holatlarda ishlab chiqilgan. Ushbu metodlar UUAning yo'l tanlashini samarali va xavfsiz qilish uchun turli algoritmlardan foydalanadi. E'tiborga loyiq misollar qatoriga A* algoritmi [4] kiradi, bu ko'p ishlatiladigan tarmoq qidirish strategiyasi bo'lib, eng qisqa yo'lni topishga imkon beradi; genetik algoritmlar (GA) [5], ular evolyutsion printsiplardan foydalanib yo'l echimlarini asta-sekin yaxshilaydi; qismcha to'plam optimizatsiyasi (PSO), bu to'planning kollektiv harakatini simulyatsiya qilib yo'llarni yaxshilaydi; differential evolyutsiya (DE) [6], global optimizatsiyani mutatsiya va qayta birlashtirish strategiyalari orqali amalga oshiradi; va antonlar koloniyasi optimizatsiyasi (ACO) [7], bu antonlarning feromonlarini qo'yish xulqini taqlid qilib optimal yo'llarni aniqlaydi. Har bir algoritm o'ziga xos foydalarini taqdim etadi, xususan, hisoblash samaradorligi, moslashuvchanlik va samaradorlik jihatidan, turli sharoitlarda UUALarning global yo'l rejalashtirishda ular muhim vositalar hisoblanadi.

A* algoritmi: A algoritmi avtonom tizimlar uchun ishlab chiqilgan tarmoq qidirish usuli hisoblanadi. Matematika jihatidan samarali heuristik yondoshuv yordamida tarqatilgan tizimda optimal yo'lni aniqlaydi. Dilip et al. A*, Theta*, va Lazy Theta* algoritmlarini 3D muhitda UUA navigatsiya rejalashtirishda taqqoslashni taqdim etdi [8]. A* algoritmi tez ishlaydi, lekin uzoqroq va kamroq muammosiz yo'llarni hosil qiladi, shu bilan birga Theta* va Lazy Theta* algoritmlari qisqaroq va silliqroq yo'llarni taqdim etadi, ayniqsa Lazy Theta*, bu jarayon samaradorligining

yuqoriligini ko'rsatadi. Shunga qaramay, tadqiqotlar statik sharoitlarda cheklangan bo'lib, dinamik to'sqinliklarni hisobga olmaydi. Bu cheklovlarni yengish uchun Bai va boshqalar tomonidan A algoritmini dinamik oynali yondashuv (DWA) bilan integratsiyalashgan gibril metodologiyani taqdim etdi [9]. Bu ikki yondoshuvni birlashtirish global yo'l rejalashtirishni optimallashtiradi va DWA lokal optimalarga to'sqinlik qilib, eng silliq yo'llarni taqdim etadi.

ACO algoritmi: ACO yondashuvi anton koloniyalarida ko'rish mumkin bo'lgan hamkorlikka asoslanadi, u yerda oziq-ovqat manbasiga eng qisqa yo'lni topish uchun birgalikda ishlash amalga oshiriladi. Duo Qi et al. UUA yo'l rejalashtirish uchun ACO algoritmini takomillashtirdi [10]. Bu yaxshilanishlar dinamik heuristik funktsiyani, holat o'tishlarini va kubik B-splaynni silliqlashni qo'llashni o'z ichiga oladi. Shu bilan birga, algoritm o'zgaruvchan muhitlarga moslashishda qiyinchiliklarga duch keladi va uning real vaqt rejimida ishlash samaradorligini ta'sir qilish mumkin.

DE algoritmi: DE algoritmi global optimizatsiya uchun ishlatiladi, bunda mutatsiya, krossover va tanlov integratsiyalashgan. Zhang et al. o'z tadqiqotlarida DE algoritmining UUA trajektoriyalarini rejalashtirishda foydalanishga mo'ljallangan yangi versiyasini taqdim etdi. Biroq, MSIDE algoritmi hisoblash murakkabligini oshiradi, bu esa real vaqt rejimida qo'llashda qiyinchiliklar keltirib chiqarishi mumkin.

PSO algoritmi: PSO algoritmi ko'pincha UUA yo'l rejalashtirish muammolarini hal qilish uchun ishlatiladi. Mingyu et al. statik to'siqlar bilan 2D holatlarda PSO metodini o'zgartirdi [11]. Yangi dinamik inertsiya og'irliklari orqali partiklarni diversifikatsiya qilish va ekspluatatsiya qilishni balanslashga yordam beradi. Shu bilan birga, bu usul murakkab inertsiya og'irliklarining ortishi sababli real vaqt rejimida amalga oshirilishi qiyinlashadi.

GA algoritmi: Genetik algoritm (GA) tabiiy tanlash va genetik printsiplarga asoslangan qidirish yondoshuvidir. UUA yo'l rejalashtirishda optimal yoki deyarli optimal yo'llarni topish uchun ishlatiladi. GA yordamida turli muammolarni hal qilish mumkin. Majeed et al. o'zlarining tadqiqotlarida GA metodini UUA uchun hududlarni samarali qoplashni yaxshilashda qo'llashni taklif qilishdi [12]. Ushbu yondashuv ko'p maqsadlarni muvaffaqiyatli hal qiladi, ammo keng hududlarda ko'lamni kengaytirishda qiyinchiliklarga duch keladi.

1-jadval.

UUA navigatsiyasida ishlatilgan global yo'l rejalashtirish algoritmlari

Algoritm	Asosiy xususiyatlar	Foydalar	Cheklovlar	Mos Sharoitlar
A* Algoritmi	Tarmoqli qidirish usuli, evristik asoslangan, optimal yo'lni topish	Yo'lni optimallashtirishda samarali, keng qo'llaniladi	Katta xotira iste'moli, keng hududlar bilan muammolar	Statik sharoitlarda va kam dinamik to'siqlar mavjud bo'lsa eng yaxshi
Genetik Algoritm (GA)	Evolutsion hisoblash, populyatsiya asosida, takrorlanadigan yaxshilanish	Ko'p maqsadli optimallashtirish uchun juda yaxshi	Hisoblashlarini ko'p talab qiladi, dinamik sharoitlarda qiyinchiliklar	Murakkab ko'p maqsadli optimallashtirish uchun ideal
Particle Swarm Optimization (PSO)	Populyatsiya asosida, qushlarning ijtimoiy xulqidan ilhomlangan, tez konvergensiya	Tez konvergensiya, o'rtacha hajmdagi vazifalar uchun mos	Mahalliy optima bilan to'xtashi mumkin, katta hududlar bilan muammolar	O'rtacha hajmdagi statik sharoitlar uchun samarali
Differential Evolution (DE)	Global optimallashtirish, mutatsiya va krossover mexanizmlari	Yuqori global optimallashtirish aniqligi, kamroq iteratsiyalar	Dinamik sharoitlarda yuqori hisoblash xarajatlari	Murakkab manzaralar va statik sharoitlar uchun yaxshi
Ant Colony Optimization (ACO)	Antlar xulqini taqlid qiladi, feromon asosida, ehtimoliy qaror qabul qilish	Moslashuvchan, dinamik sharoitlarda murakkab muhitlar uchun juda yaxshi	Yuqori hisoblash talablaridan, real vaqtga moslashish muammolari	Dinamik sharoitlar va bir nechta to'siqlar bo'lgan muhitlar uchun samarali

Taqqoslash tahlili (1-jadval) yordamida turli global yo'l rejalashtirish algoritmlarining moslashuvchanligi va samaradorligini yaxshiroq tushunishga harakat qilindi. Quyidagi jadvalda asosiy algoritmlarning xususiyatlari, afzalliklari va cheklovlari qisqacha ko'rsatilgan. Har bir algoritmi o'zining maxsus sharoitlariga moslashtirilgan va har xil holatlarda samarali ishlashni ta'minlaydi. A* algoritmi statik muhitlarda samarali, GAs ko'p maqsadlar bilan yaxshi ishlaydi, PSO tez konvergentsiya ko'rsatadi, DE global optimizatsiyani yaxshilaydi, ACO esa moslashuvchan va yuqori samaradorlikka ega.

Lokal yo'lni rejalashtirish

RRT algoritmi: Random sampling asosidagi metod bo'lgan rapidly exploring random tree (RRT) algoritmi yuqori o'lchamli robot manipulyatorlari uchun dinamik yo'l rejalashtirishda ishlab chiqilgan. U o'zining statistik to'liqligini, tez qidiruv qobiliyati va tezkor kashfiyot tezligi bilan boshqa rejalashtirish usullaridan ustun turadi, ayniqsa qiyin sharoitlarda. Chen va boshqalar, RRT* algoritmining yangilangan versiyasini ishlab chiqdilar. Ushbu yaxshilangan algoritmi, ikki tomonlama tez kengaytirish va biased sampling strategiyalarini integratsiya qilib, yo'lni yaratishda tasodifiylikni kamaytiradi. Ushbu texnika konvergentsiya tezligini va yo'l optimallashtirishni yaxshilasa-da, u hali ham real vaqtli dinamik sharoitlarda hisoblash murakkabligi bilan duch keladi. Guo va boshqalar "FC-RRT" metodini taklif qildilar, bunda 3D muhitlarda tugunlarni tanlash tasodifiyligini boshqarish uchun fuzzy control (FC) qo'shilgan. Algoritmi ko'plab to'siqlar mavjud bo'lgan sharoitlarda yuqori samaradorlikni ko'rsatadi, ammo qo'shimcha boshqaruv logikasi jarayon vaqtini va murakkabligini oshirishi mumkin. Ren va boshqalar esa dinamik cheklovlar va heuristik qidiruv strategiyalarini qo'llash orqali an'anaviy RRT algoritmlarining cheklovlarini engish uchun usulni taqdim etdilar, bu esa ko'p maqsadli vazifalar uchun samaradorlikni oshiradi. Ammo, bu usulning kengayishi kattaroq va murakkab sharoitlarda kamayishi mumkin. Yang va boshqalar an'anaviy RRT algoritmini dinamik qadam usuli va to'siqlarni chetlab o'tish mexanizmini integratsiya qilish orqali rivojlantirdilar. Bu algoritmining yo'l samaradorligi va xavfsizligini yaxshilasa-da, u hali ham kutilmagan va juda dinamik muhitlar bilan ishlashda cheklovlarga ega. Zhao va boshqalar RRT algoritmini UUA etkazib berish sharoitlari uchun vaqt cheklovlari va moslashuvchan qadam o'lchamlarini qo'shish orqali yaxshiladilar. Ta distribution muhitining murakkab tuzilishi tufayli bu usul real vaqtga moslashishda qiyinchiliklarga duch kelishi mumkin, ammo u yo'l ishonchligini oshirish va etkazib berish vaqtini qisqartirishda samarali[13,14].

APF algoritmi: Sun'iy potentsial maydon (Artificial Potential Fields) yo'l rejalashtirish metodidir, bu metod UUA ni kerakli manzilga yo'naltirish uchun sun'iy kuchdan foydalanadi va shu bilan birga to'siqlardan qochish vazifasini bajaradi. Selvam va boshqalar o'zlarining ishlarida an'anaviy APF ni dinamik siqish omili yordamida mahalliy minimumlar va ilgari erishib bo'lmaydigan muammolarni hal qilish uchun takomillashtirdilar. Bu strategiya to'siqlar doimiy o'zgarayotgan yuqori darajadagi dinamik sharoitlarda hali ham qiyinchiliklarga duch kelishi mumkin, ammo yo'l rejalashtirish samaradorligini oshiradi. Chen va boshqalar 3D yo'l rejalashtirish algoritmini taklif qildilar, bu APF metodini potentsial maydon ko'rsatkich nuqtalarini integratsiya qilib yaxshilaydi. Ushbu ko'rsatkich nuqtalar UUA ni mahalliy minimumlar va oscillatsiyalardan qochishga yordam beradi. Ammo, algoritmining murakkabligi hisoblash yukini oshiradi, bu esa real vaqtli ilovalar uchun qiyinchiliklar yaratadi. Hao va boshqalar APF ni yanada takomillashtirib, siqish funksiyasiga to'siqlarni yaratuvchi gravitatsion funktsiyani qo'shdilar. Ushbu metod simulyatsiyada muvaffaqiyatli bo'lishi mumkin bo'lsa-da, real dunyo ilovalarida parametrlarni sozlashga yuqori sezgirligi tufayli qiyinchiliklarga duch kelishi mumkin. Chen va boshqalar tomonidan yana bir yaxshilanish optimal boshqaruv nazariyasini qo'shib, potentsial maydonni puxta sozlash orqali yo'llarning kamroq notekis bo'lishini ta'minladilar. Ammo, yondashuvning aniq atrof-muhit ma'lumotlariga tayanishi kutilmagan sharoitlarda moslashuvchanligini cheklashi mumkin. Yuhong va boshqalar UUA larning uchish hududini cheklash uchun yangi chegara funktsiyasini taqdim etdilar. Ammo, algoritmi hali ham to'siqlar

zichligi yuqori bo'lgan joylarda yo'l oscillyatsiyalari bilan bog'liq muammolarga duch kelishi mumkin.

FL algoritmi: Fuzzy logic (FL) matematik metod bo'lib, u noaniqlikni boshqarishda samarali ishlaydi va haqiqiy sharoitlarda murakkab qarorlar qabul qilish uchun juda mos keladi. Tadqiqot UUALarning qidiruv va qutqarish (SAR) missiyalaridagi yo'l rejalashtirishni optimallashtirish uchun fuzzy logicdan foydalanishni amalga oshirdi. Bu, UUALarga eng muhim joylarni aniqlashda yordam beruvchi xavf joylashuv xaritasini yaratdi. Ushbu strategiya xavfni va sayohat vaqtini kamaytirishda samarali bo'lib, ayniqsa o'zgaruvchan sharoitlarda qidiruv jarayonini optimallashtiradi. Ammo, hisoblash qiyinchiliklari va real vaqtli dinamik to'siqlardan qochishning yo'qligi murakkab, dinamik sharoitlarda uning ishlatilishini cheklaydi. Dong va boshqalar, FLni virtual kuch texnikalari bilan birlashtirib, qiyin muhitlarda to'siqlardan qochish va yo'l samaradorligini optimallashtirdilar. Ushbu metod real vaqt ilovalarida hisoblash samaradorligi bilan bog'liq qiyinchiliklarga duch kelishi mumkin, ammo u harakatlanish va xavfsizlikni yaxshilaydi. Charis va boshqalar FLni GA bilan birlashtirib, masofa, yonilg'i samaradorligi va xavfsizlik kabi bir nechta maqsadlarni optimallashtirdilar. Gibril usul yaxshi ishlashni ta'minlasa-da, u yuqori hisoblash murakkabligiga olib keladi va tez javob talab qiladigan missiyalar uchun ideal bo'lmasligi mumkin. Qi va boshqalar, ACO'ni takomillashtirilgan versiyasini FL bilan birlashtirib, o'zgaruvchan sharoitlarga yuqori moslashuvchanlikni ta'minladilar. Bu kombinatsiya xavfsiz va samarali yo'llar uchun salohiyatni ko'rsatishi mumkin, ammo u juda dinamik sharoitlarda tadqiqot va ekspluatatsiyani birlashtirishda qiyinchiliklarga duch kelishi mumkin.

NN algoritmi: Neyron tarmoq (NN) sun'iy neyronlar orqali naqshlarni aniqlash va qarorlar qabul qilishni amalga oshiradigan mashinani o'rganish modelidir. Yang va boshqalar o'zlarining ishlarida residual konvolyutsion neyron tarmog'ini (RCNN) taklif qildilar, bu murakkab sharoitlarda UUA yo'l rejalashtirishda aniqlikni oshiradi va to'qnashuv xavfini kamaytiradi. RCNN simulyatsiya muhitlarida kuchli ish faoliyatini ko'rsatsa-da, uning kengaytirilgan hisoblash talablarini resurslari cheklangan sharoitlarda ishlatish murakkab bo'lishi mumkin. Shuningdek, Wai va boshqalar neyron tarmoqni boshqaruv tizimi bilan birlashtirib, yo'l rejalashtirishni optimallashtirib, energiya iste'molini kamaytirishga yordam berishdi. Ushbu tizim samarali ishlashni ta'minlasa-da, o'zgarishlarga tezda moslashishda qiyinchiliklarga duch keladi va dinamik sharoitlarda ideal natijalarga erisha olmaydi.

RL algoritmi: (Reinforcement Learning) - bu robot tizimlarida umumiy mukofotlarni optimallashtirish uchun sinab ko'rish va xato qilish usulidan foydalanadigan avtomatlashtirilgan o'rganish usuli hisoblanadi. Lei va boshqalar tomonidan UUALarda qaror qabul qilish jarayonining tushunarli va aniq bo'lishini yaxshilaydigan yangi (Deep Reinforcement Learning, DRL) tizimi taklif qilindi. Garchi u eksploratsiya (o'rganish) va ekspluatatsiya (foydalanish) o'rtasida yaxshi muvozanatni ta'minlasa-da, algoritmnining hisoblash yukining katta bo'lishi uni murakkab sharoitlarda keng qo'llashni qiyinlashtiradi. Shunga o'xshash tarzda, Bohao va boshqalar DRL yordamida mobil yer usti maqsadini kuzatayotgan UAV yo'lini optimallashtirish ustida ishlashdi. Algoritm kuzatish aniqligini oshirgan bo'lsa-da, real vaqt rejimida dinamik holatlarga moslashishda qiyinchiliklarga duch kelishi mumkin. Chao va boshqalar esa xavfli vaziyatlarda UUA yo'lini rejalashtirish uchun "duelling double deep Q-networks" (DDQNs) deb nomlangan yangi usulni taqdim etdi. Ammo bu usulning hisoblash xarajatlari uning real vaqt rejimida qo'llanilishini cheklaydi, garchi u dinamik vaziyatlarga yaxshiroq moslasha olsa-da.

DDQNing yana bir qo'llanilishi Micro va boshqalar tomonidan quvvat chegaralarining o'zgaruvchanligi bilan shug'ullanayotganda UAVning qamrov samaradorligini oshirishga qaratilgan edi. Ushbu strategiya qamrov va quvvatdan foydalanish o'rtasida samarali muvozanatni ta'minlasa-da, quvvat iste'moli kutilmagan tarzda o'zgaradigan sharoitlarda muammolarga duch kelishi mumkin. Zhengyang va boshqalar ko'p qatlamli mustahkamlash o'rganish orqali UAVning murakkab muhitlarda harakatlanish qobiliyatini yaxshilashni taklif qildilar. Garchi algoritm ko'p qatlamli murakkab tizimlarni boshqarishda foydali bo'lsa-da, uning murakkabligi real vaqt javob

berish imkoniyatini cheklashi mumkin. Bundan tashqari, Ronglei va boshqalar katta muhitlarda juda yaxshi ishlaydigan, ammo tezkor o'zgarishlarga moslashishda qiyinchiliklarga duch keladigan boshqa bir DRL usulini taklif qildilar.

Boshqa algoritmlar: Gonzalez va boshqalar DE (differential evolution) va tez harakatlanuvchi kvadrat (Fast Marching Square, FM2) texnikalarini birlashtirib, UAV qamrov missiyalari samaradorligini oshirishni taklif qildilar. Ushbu gibrid strategiya yo'llarning silliqligi va samaradorligini yaxshilaydi, ammo real vaqt rejimida yuqori hisoblash talablariga javob berishda qiyinchiliklarga duch kelishi mumkin. Boshqa FM2 yondashuvi parvoz balandligi chegaralarini bajarilishini ta'minlab, yo'llarni silliq ushlab turishga qaratilgan. Garchi usul samarali bo'lsa-da, juda xilma-xil muhitlarda yo'llarni optimallashtirishda muvaffaqiyatsiz bo'lishi mumkin. UAV operatsiyalaridagi xavflarni kamaytirish uchun xavfsizlikka yo'naltirilgan yo'l rejalashtirish algoritmini o'z ichiga olgan nosozlik tahlili yondashuvi taklif etildi. Ushbu algoritm xavfsizlikni oshirsa-da, marshrutlarni cho'zilishi mumkin, bu esa tez bajarilishi zarur missiyalar uchun samarali bo'lmasligi mumkin. Bundan tashqari, Xianjin va boshqalar 3D muhitlar uchun maxsus ishlab chiqilgan yaxshilangan bat algoritmini (BA) taqdim etdilar. Ushbu yondashuv ajoyib konvergeniya va yo'l optimallashtirish qobiliyatlarini namoyish etadi, ammo o'zgaruvchan vaziyatlarga tez javob berishda qiyinchiliklarga duch keladi.

2-jadval.

UUA navigatsiyasida ishlatiladigan mahalliy yo'l rejalashtirish algoritmlari

Algoritmlar	Afzalliklari	Cheklovlari	Moslashuvchanlik	Optimallashtirish	Ijro Muhiti
RRT	Tez baholash, batafsil statistik qamrov	Dinamik muhitlarda murakkab hisoblash	Statik sharoitlarda yuqori, dinamik sharoitlarda o'rtacha	Katta, statik muhitlar uchun samarali	Yuqori o'lchamli, statik va dinamik muhitlar
APF	Mahalliy minimumlardan qochish qobiliyati, yo'l rejalashtirishni yaxshilash	Harakatlanuv-chi to'siqlar bilan ishlashda qiyinchiliklar va parametrlar-ning qiymatlariga juda ta'sirli	Statik muhitlarda o'rtacha, juda dinamik muhitlarda past	Oddiy sharoitlar uchun yaxshi	Statik muhitlar, to'siq boy sharoitlar
FL	Dinamik qaror qabul qilishdan qochish qobiliyati	Yuqori hisoblash murakkabligi, dinamik sharoitlarda qiyinchiliklar	Oddiy dinamik muhitlarda yuqori, murakkab sharoitlarda o'rtacha	O'rtacha	Dinamik va oldindan aytib bo'lmaydigan muhitlar
NN	Yuqori aniqlik darajasi va shuning uchun murakkab sharoitlarda samarali	Cheklangan hisoblash quvvati, yuqori hisoblash talablar	Muhitning murakkabligiga qarab, o'rtacha va yuqori	Yuqori	Murakkab, resurslarga boy muhitlar
RL	Yuqori moslashuvchanlikni ko'rsatadi va murakkab sharoitlarni samarali boshqaradi	Yuqori hisoblash talablar, o'qish jarayonining sekinligi	Dinamik muhitlarda yuqori	Yuqori	Dinamik, murakkab muhitlar
Boshqa algoritmlar	Optimal yo'lni optimallashtirish va barqarorlik	Yuqori ishlov berish talablari va real vaqt rejimida dasturlarni bajarishda qiyinchiliklar	Dinamik muhitlarda o'rtacha	O'rtacha va yuqori	Katta o'lchamli, murakkab muhitlar

Mahalliy yo‘l rejalashtirish UUA operatsiyalarida juda muhimdir, ayniqsa murakkab va doimiy ravishda o‘zgarib turadigan atrof-muhitlarda tezkor o‘zgartirishlar talab etilgan holatlarda. To‘siqlardan qochish, hisoblash samaradorligini oshirish va dinamik sharoitlarda moslashuvchanlikni yaxshilash kabi masalalarni hal qilish uchun turli xil algoritmlar ishlab chiqilgan. 2-jadval taniqli mahalliy yo‘l rejalashtirish algoritmlarining asosiy xususiyatlari, afzalliklari va cheklovlari haqida qisqacha ma’lumot beradi. Bu jadval, algoritmlarning moslashuvchanlik, optimallashtirish imkoniyatlari va amalga oshirish uchun mos sharoitlarini taqqoslaydigan tahlilni taklif etadi.

RRT — juda samarali usul bo‘lib, tez baholash va batafsil statistik qamrovni taqdim etadi. Bu usul ayniqsa murakkab va o‘zgaruvchan sharoitlarda, ko‘p o‘lchamli muhitda yaxshi ishlaydi. Biroq, dinamik muhitlarda hisoblash jarayonlari murakkab bo‘lib, statik sharoitlarda yuqori moslashuvchanlikni, dinamik sharoitlarda esa o‘rtacha moslashuvchanlikni ko‘rsatadi. APF algoritmi mahalliy minimumlardan qochish va yo‘l rejalashtirishni yaxshilashda samarali. Biroq, harakatlanuvchi to‘siqlar bilan navigatsiya qilishda va uning parametrlariga haddan tashqari bog‘liq bo‘lishi sababli qiyinchiliklarga duch keladi. U statik muhitlarda ko‘p to‘siqlar bilan yaxshi ishlaydi, lekin statik sharoitlarda o‘rtacha moslashuvchanlikni va juda dinamik sharoitlarda past moslashuvchanlikni namoyish etadi. FL dinamik qarorlar qabul qilish va to‘siqlardan qochish qobiliyatiga ega, ammo u hisoblash jihatidan murakkab va murakkab dinamik sharoitlarda qiyinchiliklarga duch keladi. Ushbu tizim oddiy dinamik sharoitlarda yuqori moslashuvchanlikni, murakkab sharoitlarda esa o‘rtacha moslashuvchanlikni ko‘rsatadi, bu uni dinamik va oldindan aytib bo‘lmaydigan sharoitlar uchun mos qiladi. NN algoritmlari murakkab sharoitlarda aniqlik va samaradorlikni ko‘rsatadi; ammo, ularning hisoblash quvvati va talab qilinadigan resurslar cheklangan. Ular murakkab, resurslarga boy muhitlarda optimallashtirilgan va o‘rtacha hamda yuqori darajadagi moslashuvchanlikni ko‘rsatadi. RL algoritmi moslashuvchan va qiyin sharoitlarni samarali boshqaradi, ammo u yuqori hisoblash quvvati va sekin o‘qish jarayonlarini talab qiladi. Dinamik va murakkab sharoitlarda yaxshi ishlaydi, yuqori darajadagi moslashuvchanlik va optimallashtirishni ta’minlaydi. Boshqa algoritmlar foydali yo‘l optimallashtirish va barqarorlikni ta’minlaydi, ammo ular yuqori ishlov berish quvvatini talab qiladi va real vaqt rejimida ishlashda qiyinchiliklarga duch keladi. Ular o‘rtacha moslashuvchanlik va o‘rtacha yuqori optimallashtirishni ko‘rsatadi, katta o‘lchamli, murakkab muhitlar uchun ideal hisoblanadi. Har bir algoritim UUA navigatsiyasidagi turli muammolarni hal qilish uchun mo‘ljallangan bo‘lib, sharoitning murakkabligi va dinamik tabiati asosida moslashtirilgan yechimlarni taqdim etadi.

Uchuvchisiz uchish apparatlari (UUAlar) uchun yo‘lni rejalashtirish algoritmlari zamonaviy avtonom navigatsiya tizimlarining ajralmas qismi hisoblanadi. Bu algoritmlar dronlarning murakkab va o‘zgaruvchan muhitlarda xavfsiz, samarali va tezkor harakatlanishini ta’minlashda muhim rol o‘ynaydi. Tadqiqot doirasida global va mahalliy yo‘l rejalashtirish algoritmlarining turlari, ularning afzallik va cheklovlari, shuningdek, qo‘llanilish sharoitlari chuqur o‘rganildi va tahlil qilindi.

Global yo‘l rejalashtirish algoritmlari (A*, GA, PSO, DE, ACO) asosan statik sharoitlarda optimal yo‘lni topishga qaratilgan bo‘lsa, Mahalliy yo‘l rejalashtirish algoritmlari va sensorlarga asoslangan navigatsiya tizimlari, ayniqsa uchuvchisiz avtomatik qurilmalar (UUA) sohasida, dinamik va murakkab muhitlarda xavfsiz va samarali harakat qilish uchun muhimdir. Turli yondashuvlar, shu jumladan RRT, APF, FL, NN, va RL asosidagi algoritmlar, har biri o‘zining afzalliklari va cheklovlari bilan ajralib turadi. Masalan, RRT algoritmi tez va samarali global yo‘l topishda qo‘llaniladi, ammo murakkab dinamik to‘siqlarda uni lokal rejalashtirish bilan birlashtirish zarur bo‘ladi. APF esa oddiy va tez bajariladigan yechim taqdim etsa-da, potentsial maydonlardagi mahkamlanish (lokal minimum) muammosi tufayli har doim mukammal natija bermaydi. Neyron tarmoqlar va RL esa murakkab muhitlarda o‘rganish asosida yanada moslashuvchan va samarali traektoriya rejalashtirish imkonini beradi, biroq katta hisoblash quvvati va malakali ma’lumotlar talab qiladi.

Xulosa qilib aytganda, UUA uchun samarali yo‘l rejalashtirish tizimlarini yaratishda algoritmlarning o‘ziga xos afzalliklari va cheklovlarini hisobga olish, sensorlar ma’lumotlarining aniq va tezkor integratsiyasini ta’minlash zarur. Kelajakda ushbu sohada yanada mustahkam, ko‘p vazifali va real vaqtda ishlaydigan yechimlarni ishlab chiqish muhim bo‘ladi.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

- [1] Yu, Y.; Tingting, W.; Long, C.; Weiwei, Z. Stereo vision based obstacle avoidance strateg[y] for quadcopter UAV. In IEEE Industrial Electronics (IE) Chapter, Proceedings of the 2018 Chinese Control And Decision Conference (CCDC), Shenyang, China, 9–11 June 2018; IEEE: Piscataway, NJ, USA, 2018; pp. 490–494. [CrossRef]
- [2] Meng, Q.; Qu, Q.; Chen, K.; Yi, T. Multi-UAV Path Planning Based on Cooperative Co-Evolutionary Algorithms with Adaptive Decision Variable Selection. *Drones* 2024, 8, 435. [CrossRef]
- [3] Debnath, D.; Hawary, A.F.; Ramdan, M.I.; Alvarez, F.V.; Gonzalez, F. QuickNav: An Effective Collision Avoidance and Path-Planning Algorithm for UAS. *Drones* 2023, 7, 678. [CrossRef]
- [4] Dechter, R.; Pearl, J. Generalized Best-First Search Strategies and the Optimality of A*. *J. ACM* 1985, 32, 505–536. [CrossRef]
- [5] Gobb, H.G.; Grefenstette, J.J. Genetic Algorithms for Tracking Changing Environments. In Proceedings of the 5th International Conference on Genetic Algorithms, Urbana, IL, USA, 1 June 1993; Morgan Kaufmann Publishers Inc.: Burlington, MA, USA, 1993; pp. 523–530.
- [6] Storn, R.; Price, K. Differential Evolution—A Simple and Efficient Heuristic for Global Optimization over Continuous Spaces. *J. Glob. Optim.* 1997, 11, 341–359. [CrossRef]
- [7] Colomi, A.; Dorigo, M.; Maniezzo, V. Distributed Optimization by Ant Colonies. In Proceedings of the First European Conference on Artificial Life, Paris, France, 11–13 December 1991; pp. 134–142.
- [8] Mandloi, D.; Arya, R.; Verma, A.K. Unmanned aerial vehicle path planning based on A* algorithm and its variants in 3d environment. *Int. J. Syst. Assur. Eng. Manag.* 2021, 12, 990–1000. [CrossRef]
- [9] Bai, X.; Jiang, H.; Cui, J.; Lu, K.; Chen, P.; Zhang, M. UAV Path Planning Based on Improved A* and DWA Algorithms. *Int. J. Aerosp. Eng.* 2021, 2021, 4511252. [CrossRef]
- [10] Qi, D.; Zhang, Z.; Zhang, Q. Path Planning of Multirotor UAV Based on the Improved Ant Colony Algorithm. *J. Robot.* 2022, 2022, 2168964. [CrossRef]
- [11] Nayeem, G.M.; Fan, M.; Akhter, Y. A Time-Varying Adaptive Inertia Weight based Modified PSO Algorithm for UAV Path Planning. In Proceedings of the 2021 2nd International Conference on Robotics, Electrical and Signal Processing Techniques (ICREST), Dhaka, Bangladesh, 5–7 January 2021; pp. 573–576. [CrossRef]
- [12] Majeed, A.; Hwang, S.O. A multi-objective coverage path planning algorithm for uavs to cover spatially distributed regions in urban environments. *Aerospace* 2021, 8, 343. [CrossRef]
- [13] Noreen, I.; Khan, A.; Habib, Z. Optimal Path Planning using RRT* based Approaches: A Survey and Future Directions. *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.* 2016, 7, 97–107. Available online: www.ijacsa.thesai.org (accessed on 15 July 2024). [CrossRef]
- [14] Zhao, Y.; Liu, K.; Lu, G.; Hu, Y.; Yuan, S. Path Planning of UAV Delivery Based on Improved APF-RRT* Algorithm. *J. Phys. Conf. Ser.* 2020, 1624, 042004. [CrossRef]
- [15] Selvam, P.K.; Raja, G.; Rajagopal, V.; Dev, K.; Knorr, S. Collision-free Path Planning for UAVs using Efficient Artificial Potential Field Algorithm. In Proceedings of the 2021 IEEE 93rd Vehicular Technology Conference (VTC2021-Spring), Helsinki, Finland, 25–28 April 2021; Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.: Piscataway, NJ, USA, 2021; pp. 1–5. [CrossRef]

**BUYUK BRITANIYA QUROLI KUCHLARI ZAXIRADA VA REZERVDA
OFITSERLAR HARBIY TAYYORGARLIK TIZIMINING RIVOJLANISH
TENDENSIYALARI**

t.f.n, dotsent Sh.K. QURBANOV, dotsent Q.M. ABDUSATTAROV

O'R HX va MU Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari va harbiy aloqa instituti

Annotatsiya. Xorijiy davlatlarda harbiy tayyorgarlik tizimlarini paydo bo'lishi va ularning rivojlanish tendensiyalari. Buyuk Britaniya Qurolli kuchlarga zaxirada va rezervdagi ofitserlar harbiy tayyorgarlik tizimining fuqarolik oliy ta'lim muassasalariga kirib kelishi, ularning bosqichma bosqich rivojlanishi.

Kalit so'zlar: harbiy tayyorgarlik, zaxirada va rezervdagi ofitserlar, professional kadrlar, kursant, talaba, armiya, flot, korpus, kavaleriya, artilleriya, piyoda qo'shinlar, muassasa, maktab.

Аннотация. Возникновение и тенденции развития систем военной подготовки в зарубежных странах. Внедрение системы военной подготовки офицеров запаса и резерва в Вооруженные силы Великобритании в гражданские высшие учебные заведения, их поэтапное развитие.

Ключевые слова: военная подготовка, офицеры запаса и резерва, профессиональные кадры, курсант, студент, армия, флот, корпус, кавалерия, артиллерия, пехота, учреждение, школа.

Abstract. Emergence and development trends of military training systems in foreign countries. Implementation of the system of military training of reserve and reserve officers in the Armed Forces of Great Britain in civilian higher educational institutions, their phased development.

Keywords: military training, reserve and reserve officers, professional personnel, cadet, student, army, navy, corps, cavalry, artillery, infantry, institution, school.

Xorijiy davlatlar harbiy tayyorgarlik tizimlarining (HTT) dastlabki tahlili shuni ko'rsatdiki, G'arb mamlakatlarida mazkur tizimlar o'xshash tarzda yuzaga kelgan va rivojlangan, qolaversa, bu rivojlanishning umumiy borishi va tarkibiy qismlari Vatanimiz HTT nazariyasi va amaliyoti bilan qiyoslanishi mumkin.

Harbiydan tashqari tayyorgarlik tizimini yaratishda ustuvorlik Buyuk Britaniyaga taalluqlidir. Boshqa rivojlangan G'arb mamlakatlari, jumladan AQSH HTT ko'plab parametrlari (o'lchamlari) Britaniya tajribasini hisobga olgan holda rivojlangan. Britaniya tarixiy tajribasi 500 yildan ortiq vaqtni qamrab olgani, bunda Britaniya jamiyatining harbiy ta'lim sohasidagi faoliyatida asrlar davomida shakllangan an'analar saqlanib qolgani va rivojlantirilayotgani bois ham bu tarixiy-pedagogik tajribaga birinchi navbatda batafsil to'xtalish lozim bo'ladi.

Buyuk Britaniya tajribasi

Mamlakatning fuqarolik (noharbiy) ta'lim muassasalarida harbiy tayyorgarlik tizimining yuzaga kelishi Britaniya imperiyasining ko'p sonli urushlar olib borishi va buning oqibatida arimiya va flotning, jumladan qo'mondonlik kadrlariga ehtiyojlari bilan belgilangan.

Yuz yilliklar mobaynida ishlab chiqilgan harbiy, jumladan harbiydan tashqari tayyorgarlik tizimining tashkil qilinishi, strukturasi va vazifalari Buyuk Britaniyaning ko'pchilik harbiy-siyosiy maqsadlariga erishishni ta'minlagan va hozirda ham ta'minlab kelmoqda. Bu tizim xatto harbiy nuqtai nazardan kuchli mamlakatlar bilan qurolli to'qnashuvlar, jumladan, Rossiya bilan 1853-1856 yillardagi Qrim urushida ham g'alaba qozonish imkonini bergan.

Aynan professional kadrlardan iborat armiyani, shuningdek, uning tashkil qilingan (uyushtirilgan) zaxiralarini qurish tajribasi, qo'mondonlik kadrlarining, mutaxassislarining harbiydan tashqari tayyorgarligini tashkil qilish va amalga oshirish bilan bog'liq bo'lib, boshqa mamlakatlarning istalgan analogik tajribasidan ustunlik qiladi.



1-rasm. Qrim urushida ingliz harbiy xizmatchilari

Qurolli kuchlar qurilishi umumiy tajribasini to'plash bilan parallel ravishda harbiy maqsadlar uchun fuqarolik ta'lim muassasalaridan foydalanish bo'yicha dastlabki amaliy tajriba ham ortirilgan. Bunday ta'lim muassasalaridan foydalanish bilan bog'liq tarixiy faktlardan biri XV asrga oid. Bu Plimut shahar-portida dastlabki dengizchilik maktablarining yaratilishidir, keyinroq ular Britaniya dengiz kadetlik korpusiga berilgan. Besh yuz yil oldin tashkil qilingan bu dengizchilik maktablari hozir ham Britaniya savdo floti kursantlari tayyorgarligini amalga oshiradigan politexnik ta'lim muassasasining maxsus bo'limlari sanalib, tashkiliy nuqtai nazardan Buyuk Britaniya Harbiy dengiz kuchlari (HDK. 2-rasm) yordamchi kuchlariga mansub (urush vaqtida to'lig'icha HDK tarkibiga kiradi).



2-rasm. Buyuk Britaniya Harbiy dengiz kuchlari

1641-1649 yillardagi Fuqarolik urushi davrida Oksford universiteti talabalari safidan birinchi ko'ngilli harbiy tuzilma – qirol Karl I-ning (3-rasm) shaxsiy qo'riqchilari shakllantirilgan. Keyinchalik bunday muvaqqatli tuzilmalar Britaniyaning turli universitetlarida butun XVIII asr mobaynida tashkil qilingan. 1803 yilda Fransiya bilan tinchlik bitimlarining buzilishi va harbiy shart-sharoitlarning keskinlashishi munosabati bilan Kembrij universiteti negizida militsiya tipidagi maxsus "Volonterlik korpus"i tashkil qilingan bo'lib, u zamonaviy ofitserlar tarkibini tayyorlash harbiydan tashqari xizmatining (Officers' Training Corps - OTC) prototipi bo'lib xizmat qilgan. Bu xizmat ("quruqlikdagi korpus") – fuqarolik OTMlarida harbiy tayyorgarlik britanacha zamonaviy tizimining tarkibiy qismi.



3-rasm. Qirol Karl I

Kembrij va Oksforddagi ofitserlar tayyorlash Korpusi kabi HTT yoyilishining boshlanishi sifatida 1859-yilda Hindistondagi kolonial qo'zg'olonlarni keltirish mumkin. Ofitserlar (ingliz universitetlari bitiruvchilari va talabalari) tashkil qilingan rezerv komandirlari sifatida o'zlarining

ko'ngilli "hududiy" tuzilmalariga qo'mondonlik qilgan, ular amaldagi armiya rezerviga kiritilgan bo'lib, metropoliyadan urush maydonlariga yuborilgan doimiy dislokatsiya joylarida kadrlardan iborat tuzilmalarning o'rnini egallagan. Shu asosda tashkil qilingan universitet tuzilmalari deb nom olgan tuzilmalar (amalda, tashkil qilingan rezervlar) Janubiy afrikadagi urush yillari jangovar harakatlarda bevosita ishtirok etgan (1900-1901 yy.).

Birinchi jahon urushiga tayyorgarlik harbiydan tashqari tayyorgarlik ("kichik", boshlang'ich kabi "katta" OTM bosqichi) mavjud strukturaviy bo'linmalari bazasida qo'mondonlik kadrlarini tayyorlashning to'laqonli harbiy tizimini yoyishda asosiy omil bo'lgan. OTMlarda yoyilgan harbiy tayyorgarlik tizimining rasman tashkil qilinishi 1908-yilda to'g'ri keladi. 1909-yilga kelib, ofitserlar tarkibini tayyorlash kurslari (strukturaviy bo'linmalari) Angliyaning 9ta universitetida (jumladan, Oksford, Kembrij, London, Edinburg universitetlarida) shakllantirildi.

Ularda kavaleriya, artilleriya, piyoda qo'shinlar, muhandislik qo'shinlari kabi qo'shin turlari uchun qo'mondonlik kadrlar, shuningdek tibbiy xizmat ofitserlari tayyorlanargan. Universitet kurslari (bo'linmalari) rota, batareya yoki kavaleriya vzvodlariga tenglashtirilgan. Universitet kurslarini tamomlagan talabalarga birinchi ofitserlik unvoni berilar va ular "Ofitserlar takribi maxsus rezerv"iga yoki "Hududiy armiya"ga (an'anaviy britanacha tashkil qilingan, birinchi navbatdagi rezervga) ro'yxatga olinar edi. Talabalarga tayyorgarlik davrida kursantlar kabi pul mablag'lari, kurslarni tamomlagandan keyin esa ofitserlik pul mukofoti berilar edi.

Birinchi jahon urushiga tayyorgarlik va uni olib borish davrida yuzaga kelgan britanacha HTT keyingi 40-yilda prinsipial o'zgarishlarga uchramadi. Biroq uning tarkibi va vazifalari kengayib bordi. Quruqlikdagi qo'shinlar uchun ofitser kadrlarni tayyorlash alohida xizmatidan keyin qurolli kuchlarning boshqa turlari (v 1919-yilda HDK, 1925-yilda HHK) alohida xizmatlari ham tashkil topdi. Fuqarolik OTMlarida texnik va maxsus qo'shin turlari uchun ofitser kadrlar tayyorlana boshladi, qolaversa, ushbu tayyorlangan rezerv muntazam mamlakat armiyasi salohiyatini yuksalishiga xizmat qilardi.

Ikkinchi jahon urushi boshlanishi bilan OTMlar qoshida asosan texnik mutaxassislar tayyorlaydigan tezlashtirilgan (olti oylik) kurslar tashkil qilindi. Universitet kurslari ofitser sifatida tugallanmagan oliy ma'lumotli talabalarni tayyorlardi.

Buyuk Britaniya Qurolli kuchlari ikkinchi jahon urushi davrida, 1939-yillarda professional kadrlar armiyasi ommaviy (ko'p sonli) armiyani talab qiladigan uzoq muddatli to'laqonli urush harakatlarini olib borishni ta'minlamagani sababli, joriy qilingan harbiy xizmatga chaqiruv asosida komplektlandi.

Urushdan keyingi davrda Britaniya HTT tashkiliy-mazmuniy komponentlari, uning umumiy yaxlitligi saqlangan holda, Buyuk Britaniya qurolli kuchlarini tashkil qilishdagi islohotlar, harbiy qurilishni amalga oshirishning yangi omillari, fuqarolik kabi harbiy sohalar uchun ham kadrlar salohiyatini qayta tiklash bilan bog'liq universallashtirish modifikatsiyalari sifatida ta'riflanadigan o'zgarishlarga duch keldi. Bu modifikatsiyalar, harbiy qurilish (50-yillar oxiri –60-yillar boshlari) va ta'lim (70-yillar), sohasidagi islohotlarda ko'zga tashlanadi, ular prinsipial jihatdan kadrlar tayyorlash tizimini ratsionallashtirish, unifikatsiyalash va universallashtirishga yo'naltirildi. Ya'ni mazkur sohada amalga oshirilgan siyosat tizimni ratsional boshqarish, uning tashkiliy strukturasi unifikatsiyalash va tayyorgarlik jarayoni mazmunining universal xarakteri (universal prinsiplar, egiluvchan, rotatsion ko'p bosqichli kasbiy tayyorgarlik dasturlaridan foydalanish), shuningdek, tayyorlanadigan kadrlardan "universal" (ko'p yo'nalishli) foydalanishni nazarda tutar edi. Bunday ratsional asoslangan siyosat HTT universallashtirishning asosiy liniyasini ta'minladi.

Tizimni boshqarishda, uni unifikatsiyalash va universallashtirishni ko'zda tutgan, umumiy ratsional yondashuv HTT ni isloh qilish jarayonlariga ijobiy ta'sir ko'rsatdi. Urushdan keyingi britaniya jamiyatida mavjud umumiy, jumladan ijtimoiy-iqtisodiy, harbiy-siyosiy inqiroz omillariga qaramay, kadrlarni qayta yaratish bo'yicha zamonaviy salohiyatini oshirishni belgilab berdi.

Harbiy kadrlar tayyorlashning nazariy asoslari yuzaga kelishi tarixi butun ta'lim tizimi rivojlanishini, Buyuk Britaniya oliy harbiy maktabi va HTTning tiklanishi va zamonaviy holatini

aks ettiradi. Bunday tiklanish jarayonida tarixiy jarayonning umumiy borishi kabi Britaniya jamiyatida g'oyaviy, siyosiy, ijtimoiy va harbiy ustanovkalarining o'zgarishi bilan belgilanadigan bir necha bosqichni ajratib ko'rsatish mumkin:

a) yuzaga kelish yoki boshlanish bosqichi (XIX asr oxiriga kelib);

b) tiklanish (XX-asrning 20-yillariga kelib);

v) alohida davrlar bo'yicha keyingi rivojlanish (o'tgan asrning

20-yillari oxiri va 40-yillari boshlari, 40-yillar boshlari - 50-yillar oxirlari; 60-yillar boshlari - 70-yillar oxirlari va, nihoyat, 80-yillar boshlari va bugungi davr).

Amerika tarixiy tajribasida Britaniya HTT yuzaga kelishi va amal qilishi jarayonida nazariya hamda amaliyotning rivojlanishiga o'xshash elementlar kuzatiladi.

NATO a'zolari sanalgan boshqa mamlakatlar

Harbiy qurilish sohasida o'zaro tajriba almashish, jumladan barcha toifadagi ofitserlarni tayyorlashning nazariy va amaliy jihatlari, mazkur tayyorgarlikni takomillashtirish nafaqat AQSh va Buyuk Britaniya, balki umuman NATOga a'zo mamlakatlar uchun analog sanaladi.

Profesional armiya uchun komandir kadrlarni tayyorlash tajribasi bilan bir qatorda komplektlashning aralash (ham chaqiriq asosida, ham shartnoma bo'yicha) tizimi qabul qilingan va qurolli kuchlarda ixtiyoriylik-professionallik prinsiplariga izchillik bilan o'tish amalga oshirilayotgan Shimoliy Atlantika bloki davlatlari uchun ofitserlar tarkibini tayyorlash tajribasi ham katta ahamit kasb etadi.

NATOga a'zo mamlakatlarda (masalan, AQSh bilan qiyoslaganda) HTT nisbatan kichik miqyoslarda, odatda, nisbatan cheklangan maqsadlarda (ofitser kadrlar kontingenti tayyorlanadigan yo'nalishlar soni nuqtaiy nazaridan), ya'ni asosan ofitser-mutaxassislarni (ma'lum harbiy-hiso mutaxassisliklari bo'yicha) tayyorlashda qo'llanadi. NATOga a'zo bir qator mamlakatlarda (masalan, Germaniya, Daniya, Italiya) HTT qandaydir rasmiy maqomi yoki strukturasi mavjud emas.

Shu bilan birga mazkur mamlakatlarda oliy maktabdan ofitserlar tayyorlashda foydalanish nafaqat mavjud, balki milliy qurolli kuchlarni va NATOning umumiy qurolli kuchlarini isloh qilish ma'nosida rivojlanishda keng istiqbollarga ega. Bu Shimoliy Atlantika ittifoqi qurolli kuchlari qurilishida tobora sezilarli tendensiyaga aylanib bormoqda. Masalan, Ispaniyada harbiy xizmatga yiliga o'rtacha 4 ming naar atrofida zaxiradagi ofitser – fuqarolik oliy ta'lim muassasasi bitiruvchisi chaqiriladi. Bular sirasiga, birinchi navbatda, universitetlarning tibbiyot, texnika va texnologiya fakltetlarini tamomlagan ofitser-mutaxassislar kiradi.

Fransiyada murakkab texnik va harbiy-tibbiy mutaxassisliklar, shuningdek, ma'muriy-xo'jalik yo'nalishlari bo'yicha OTM bitiruvchilari bo'lgan ofitserlarni tayyorlash ko'payib bormoqda.

NATOga a'zo mamlakatlarning deyarli hammasida fuqarolik OTMlari orqali ofitser kadrlar tarkibi va zaxiradagi ofitserlarning ayrim toifalari malakasini oshirish va ularni qayta tayyorlash, jumladan, ularning harbiy-ilmiy va ilmiy tadqiqot ishlari amalga oshiriladi. Chunonchi, Germaniyada fuqarolik OTMlari orqali qo'mondonlik kadrlarini qayta tayyorlashni tashkil qilish tajribasi keng qo'llanmoqda. Hozirgi vaqtda bundesver ofitserlari fuqarolik oliy ma'lumot, jumladan, bundesver universitetlari deb nom olgan (Gamburg i Myunxen, Bavariya)universitetlarida ilmiy daraja olish bilan, o'z malakasini oshirmoqda.

Shunday qilib, oliy maktabni ofitser kadrlar tayyorlashga (yoki ularni qayta tayyorlashga) jalb qilish amaliyoti NATOning barcha yetakchi mamlakatlarida mavjud.

HTTning faoliyat ko'rsatishi masalalariga milliy hariy qo'mondonliklar va davlat strukturalari qatori Shimoliy Atlantika bloki oliy boshqaruv organlari tomonidan ham tobora katta e'tibor qaratilmoqda. Jumladan, NATO armiyalari ofitserlari va harbiy xizmatchilarning boshqa toifalarini tayyorlash va qayta tayyorlash tizimlarini unifikatsilash maqsadida blokka a'zo mamlakatlarning turli hamjamiyatlari, jumladan, "Ittifoqchilararo zaxiradagi ofitserlar konfederatsiyasi" kabi tashkilotlar yaratilmoqda(CIOR).

Shaxsiy tarkibni tayyorlash sohasidagi an'anaviy o'zaro hamkorlik asosida, shuningdek, izchillik bilan ixtiyoriy-professional armiyaga o'tish bilan komplektlash prinsiplari, islohotlar jarayonlarini hisobga olgan holda ko'plab Yevropa mamlakatlari milliy sharoitlarga nisbatan olingan Amerika va Britaniya tizimlarida sinovdan o'tgan komandirlar tarkibining harbiy tayyorgarligini tashkil qilish va amalga oshirish elementlarini joriy qilmoqda.

Bu, birinchi navbatda, Fransiya va Ispaniya, shuningdek, keyingi vaqtda harbiy kadrlarni qayta yaratishning an'anaviy tizimlarini yangilash yo'llarini izlayotgan Germaniya kabi NATOga a'zo mamlakatlarga taalluqli.

GFR QK uchun ofitserlar tarkibini komplektlash va tayyorlash amaliyotining o'ziga xosligi NATOning boshqa mamlakatlarida qabul qilinganiga o'xshash HTT strukturalarining nominal mavjud emasligi sanaladi. Shu bilan birga, mazkur amaliyotga yangi tendensiya sifatida oliy kasbiy ta'lim muassasalarini bundesver komandir kadrlarini tayyorlash va qayta tayyorlash uchun tobora faol faktlar jalb qilish kuzatilmoqda.

Umuman, xorijiy oliy maktabda yuzaga kelgan harbiy tayyorgarlik tizimi milliy qurolli kuchlar kabi Shimoliy Atlantika ittifoqi QKni komplektlash, tayyorlashning uyg'un (organik) qismini tashkil qiladi. Qo'mondon kadrlar va muntazam hamda rezerv tuzilmalarni mutaxassislar bilan to'ldirishning manbasi sifatida NATOning ko'plab yetakchi davlatlarida harbiy bo'lmagan tayyorgarlikdan foydalaniladi. Alohida olingan turli mamlakatlarning HTT umumiy tizimli parametrlar bilan bir qatorda o'ziga xosliklarga ham ega.

Buyuk Britaniya va Amerika Qo'shma Shtatlarida yuzaga kelgan harbiy tayyorgarlik tizimlari tobora rivojlangan hamda natijaviy sanaladi. Bu mamlakatlarda HTT ni rivojlantirish bo'yicha tarixiy tajriba inqirozli davrlarda islohotlarni amalga oshirish, qurolli kuchlarni professional asosda komplektlashga o'tishda paradigma sifatida xizmat qilishi mumkin.

HTT rivojlanganlik darajasi ko'rsatkichlari kadrlarni qayta yaratishning umumiy yuqori sifati (miqdoridan qat'i nazar) sanaladi, bunga umumiy moddiy xarajatlar balanslashtirilgan holda ehtiyojlarga adekvat moddiy rag'batlantirish, shuningdek, strukturaning asosiy elementlari (mikrotizimlar), ularning joriy vaqtda ham, istiqbolda ham talab qilinadigan harbiy kadrlarni qayta yaratish bo'yicha salohiyatini saqlab qolish (jumladan, rezervlash) hisobiga erishiladi.

Hozirgi kunda, Qurolli kuchlarni professional asosda komplektlashga o'tishni amalga oshirayotgan NATOga a'zo mamlakatlarda HTT asoslarini shakllantirish professional armiyalar uchun komandir kadrlar va mutaxassislarni harbiydan tashqari tayyorlashni rivojlantirish analoglari bo'yicha kechmoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

[1] Кудрявцев Ю., Подготовка командных кадров к воспитательной деятельности в вузах США, ФРГ и Великобритании / Зарубежное военное обозрение № 5–6/ 2001.

[2] Уткин В., Особенности воспитательной работы в ВС США, Великобритании и Франции / Зарубежное военное обозрение № 11/ -2001.

[3] В. Н. Богданов, Военная подготовка в зарубежных странах: учебник для вузов / В. Н. Богданов, М. Г. Лешин, С. П. Поляков; под общей редакцией С. П. Полякова. 2-е изд. - Москва.

[4] Издательство Юрайт, 2025. -332 с. (Высшее образование). электронный//Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/563742>.

[5] Система вневойсковой подготовки офицерского состава в армиях НАТО: (Великобритания, США, ФРГ). - М.: МГИМО, 1986.

[6] Чумичев Н.Г. Педагогический анализ системы подготовки личного состава в зарубежных армиях // Военная психология и педагогика. – М., 1996. – С.285-307.

[7] Чумичев Н.Г. Подготовка офицеров вооруженных сил США//Сб. научн.ст. - М.: ВПА, 1980. - №17 и др.

**QUROLLARDAN OTISH NATIJALARINI AVTOMATIK BAHOLASH UCHUN
QO'LLANILADIGAN YORUG'LIK DATCHIKLARGA ASOSLANGAN NISHONLAR
TAHLILI****t.f.f.d.(PhD) N.T. BOBOYEV, M.Z. RASULOV***O'R HX va MU Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari va harbiy aloqa instituti*

Annotatsiya: Maqolada yorug'lik datchiklariga asoslangan nishonlar tavsifi berilgan, bu nishonlar otuvchilarning otish mahoratini oshirish uchun ishlatiladi. Yorug'lik manbai va datchiklar orqali otish natijalari real vaqt rejimida baholanadi, bu otuvchilarga mahoratlarini darhol takomillashtirish imkonini beradi. Yorug'lik datchikli nishonlar ko'p marta qayta ishlatilishi mumkin bo'lib, harajatlarni kamaytiradi, biroq ular qimmat va ko'p energiya talab qiladi. Ushbu texnologiya harbiy mashqlar samaradorligini oshirishga yordam beradi.

Kalit sozlar: Yorug'lik datchiklari, Otish, Aniqlik, tezlik, real vaqt, energiya, texnologik echimlar, zarba, koordinata, signal detection.

Аннотация: Документ описывает мишени на основе световых датчиков, используемые для улучшения стрелковых навыков солдат. С помощью источников света и датчиков результаты стрельбы анализируются в режиме реального времени, что позволяет солдатам немедленно улучшать свои навыки. Светочувствительные мишени могут использоваться многократно, что снижает затраты, однако они дороги и требуют значительного количества энергии. Эта технология помогает повысить эффективность военных учений.

Ключевые слова: датчики света, выстрел, точность, скорость, в реальном времени, энергия, технологические решения, удар, координата, обнаружение сигнала.

Yorug'lik datchikli nishonlar, harbiylarning otish mahoratini oshirish, nishonga aniqlik bilan zarba berish qobiliyatini rivojlantirish va real jangovar vaziyatlarda tez va samarali harakat qilish ko'nikmalarini mustahkamlash maqsadida ishlab chiqilgan. Bu kabi nishonlar, maxsus texnologik echimlar bilan jihozlanadi, bu esa ularni harbiy ta'lim va mashqlar uchun juda mos qiladi[2].

Yorug'lik nishoni, yuqori energiya intensivligiga qaramay, akustik datchikga ega nishonlarning kamchiliklaridan xoli. Yorug'lik nishoni har qanday tovush tezliklarining tezlanishi va sekinlashishini aniqlaydi. Shamol parvoz va tezlik koordinatalarini hisoblash aniqligiga ta'sir qilmaydi[1].

Yorug'lik nishonlari va akustik datchiklarga ega nishonlar bilvosita o'lchovlar tizimi hisoblanadi hamda shuning uchun model parametrlarini aniqlash uchun ular identifikatsion ma'lumotlaridan foydalanadilar, bunda har bir o'q uchun asosiy parametrlar o'lchanadi - o'qning yorug'lik ekranlari orqali uchib o'tish vaqti yoki vaqt oraliqlari hamda tovush to'liqlinining old qismi akustik datchiklarga va bir vaqtning o'zida identifikatsiyalash vaqtida o'rnatilgan qog'oz yoki karton nishoni orqali parvozning koordinatalariga yetib kelganida aniqlanadi[2].

Yorug'lik datchikli nishonlarning ishlash prinsipi quyidagi prinsipda ishlaydi:

yorug'lik manbai va datchiklar: nishonlar yorug'lik manbalaridan (masalan, lazer yoki LED) va datchiklardan (fotodiodlar yoki fototranzistorlar kabi) foydalanadi. Yorug'lik manbai nishon yoki uning atrofidagi maxsus belgilangan hududlarga yo'naltiriladi. Otish amalga oshirilganda, o'q yoki boshqa otish vositasi yorug'lik yo'lini kesib o'tadi va bu kesishma datchiklar tomonidan qayd etiladi[3].

Signalning qayd etilishi va qayta ishlanishi: signalning qayd etilishi - otish amalga oshirilganda, o'q yoki boshqa otish vositasi yorug'lik yo'lini kesib o'tadi. Bu kesishma vaqtida yorug'lik manbai (masalan, lazer yoki LED) tomonidan yoritilgan hudud kesiladi. Yorug'lik manbai orqali yoritilgan hududdan o'tgan o'q yoki boshqa jism yorug'lik yo'lini to'sib, bu yorug'lik datchiklari (fotodiodlar yoki fototranzistorlar) tomonidan qayd etiladi[4].

Bu yerda:

I_0 - to'silmagan holatdagi vorug'lik intensivligi,

$x(t)$ - o'qning yorug'lik yo'lini kesib o'tish holatini (0 yoki 1) ifodalaydi.

2. Signalni qayta ishlash - datchiklar tomonidan qayd etilgan elektr signallar mikrokontroller yoki boshqa signalni qayta ishlash moslamasiga yuboriladi. Bu moslama, kelgan ma'lumotlarni o'qish, tahlil qilish va kerakli ma'lumotlarni ajratib olish uchun dasturiy ta'minot orqali boshqariladi[5].

Signallarga ishlov berish bosqichlari:

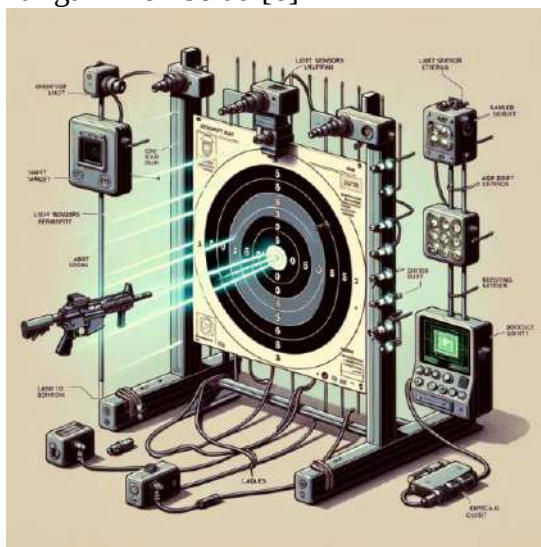
1. Filtratsiya va shovqinni kamaytirish - signalning foydali qismini fon shovqinidan ajratib olish.

2. Chetlash tezligi analizi - signalning o'zgarish tezligini hisoblab, o'qning yorug'lik yo'lini kesib o'tish tezligini aniqlash.

3. Edge Detection (Chegara Aniqlash) - signalda yorug'lik kesishmasining boshlanishi va tugashini aniqlash.

Bu yerda $\delta(t - t_0)$ - dirac delta funksiyasi, t_0 - o'qning yorug'lik yo'lini kesib o'tgan vaqti.

Natijalarni ko'rsatish: tahlil qilingan ma'lumotlar asosida mikrokontroller yoki qayta ishlash moslamasi, o'qning nishonga qanchalik yaqin yoki aniq qaysi qismiga tegilganligi haqida ma'lumotlarni chiqaradi. Bu natijalar raqamli displeylar, kompyuter ekranlari yoki boshqa ko'rsatish vositalari orqali otuvchilarga taqdim etiladi, bu esa ularning mahoratlarini darhol baholash va takomillashtirishlariga imkon beradi[6]



1-rasm: Zamonaviy yorug‘lik datchikli otish nishoni tizimi

Bu chizmada nishon, uning atrofida joylashgan yorug‘lik datchiklari, lazer manbai, ulanish kabellari va otuvchining hisobini ko‘rsatuvchi displey qurilma aks ettirilgan.

Afzalliklari quyidagilardan iborat:

- aniqlik va tezlik: Yorug‘lik datchikli nishonlar yuqori aniqlik va tezlik bilan otish natijalarini taqdim etadi, bu esa otuvchilarning tez va aniq harakat qilish qobiliyatlarini oshirishga yordam beradi.

- real vaqt rejimida tahlil: Otish jarayoni va natijalarini real vaqt rejimida tahlil qilish imkoniyati, askarlarga darhol o'z mahoratlarini baholash va takomillashtirish imkoniyatini beradi.

- xavfsizlik: Real o'q-dorilarsiz mashq qilish imkoniyati otuvchilarning xavfsizligini ta'minlaydi, ayniqsa yangi boshlovchilar voki murakkab mashqlar davomida.

- qayta ishlatish: Yorug'lik datchikli nishonlar ko'p marta ishlatilishi mumkin, bu esa ta'lim va mashqlar uchun sarf-xarajatlarni kamaytiradi.

Kamchiliklari quyidagilardan iborat:

Energiya iste'molini orttirish: Yorug'lik datchiklari ko'p energiya sarflaydi, masalan, datchikning qurilishidan foydalanish uchun kerakli elektr energiyasi va iste'mol uchun qo'llaniladigan boshqa elektron energiyasi. Bu, qurilishning o'rnatilishi va energiya ta'minoti uchun qo'shimcha mablag'larni talab qiladi.

Tajribali sozlash: Yorug'lik datchiklari sozlash va sozlash qiyin bo'lishi mumkin, chunki ularning ishlashini o'zgartirish uchun murakkab dasturlar va boshqa vositalar kerak bo'lishi mumkin.

Qimmat narx: Yorug'lik datchiklari qimmat bo'lishi, chunki ularni ishlab chiqarish va sozlash oson emas. Bu, ularni sotib olish va saqlashning yanada qimmat bo'lishiga sababdir [3].

Har bir kamchilik tizimning xususiyatlariga, ishlash usullariga va uning xarakteristikalariga bog'liq bo'ladi. Bu muammolar, yorug'lik datchiklarning yuqori darajada ishlaydigan va moslashishga tayyorlangan bo'lishi talab qilinadi.

Yorug'lik datchikli nishonlar, jangovar sharoitlarda otish mahoratini oshirishda muhim vosita hisoblanadi va ularning yuqori texnologik imkoniyatlari harbiy ta'lim va mashqlar samaradorligini sezilarli darajada oshiradi.

Yorug'lik yoki akustik datchiklarning mavjudligi nishon modelining turini va shunga mos ravishda matematik modelni va o'lchash tizimining ish rejimida tashqi ballistik parametrlarni aniqlash va identifikatsiyalash algoritmlarini belgilaydi. Aks holda, tizim tuzilishi va dasturiy ta'minoti bir xil bo'ladi. Axborot o'lchov tizimida katta hisoblash imkoniyatlariga ega kuchli EHM (Elektron hisoblash mashinasi) mavjudligi katta hisoblash quvvatini talab qiluvchi samarali baholash va usullardan foydalanish imkoniyati va maqsadga muvofiqligini belgilaydi.

Xulosa. Maqolada yorug'lik datchiklari asosidagi zamonaviy nishonlar tizimi haqida ma'lumot berilgan. Bunday tizimlar askarlarning otish mahoratini oshirish uchun ishlatiladi va otish natijalarini real vaqt rejimida baholash imkonini yaratadi. Yorug'lik datchikli nishonlar takroriy ishlatish uchun mo'ljallangan bo'lib, bu harajatlarni kamaytiradi. Shunga qaramay, ular qimmat va ko'p energiya talab etadi. Texnologiya, otish aniqligi va xavfsizlikni oshirish bilan birga, harbiy mashqlar samaradorligini ham yaxshilaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

[1] Вдовин А.Ю., Марков Е.М., Корнилов И.Г. Современная автоматизированная система для оценки скорости перемещения затвора стрелкового оружия // Интеллектуальные системы в производстве. 2017. Т. 15, № 3. С. 82–87.

[2] Aphanasiev V.A., Vdovin A.U., Kornilov I.G. Weight functions of light shield and the signal at the input of optical sensor at the intersection of the bullets of light shield // Journal of Measurements in Engineering. 2019. Vol. 7, iss. 2. P. 74–83.

[3] Шарипов Р.М. Световой экран для определения координат пролета пули и комплект элементов светового экрана. Патент на полезную модель RU 109284 U1, МПК F41J 5/00. № 2011122389/28

[4] Chu W., Zhao D., Liu B., Zhang B., Gui Z. Research on Target Deviation Measurement of Projectile Based on Shadow Imaging Method in Laser Screen Velocity Measuring System // Sensors. 2020. Vol. 20, iss. 2, art. 554. P. —. MDPI

[5] Tian H., et al. Design on the optical screen target by using the line-scan camera and distributed light sources // Proceedings of SPIE (Conference). 2011. SPIE Conf. Proc., 8192, 81920H. SPIE Digital Library

[6] Zanevskyy I., et al. Specificity of shooting training with the optoelectronic target (SCATT) // [Journal / PubMed]. 2009. P. —. PubMed

**UCHUVCHISIZ UCHISH APPARATLARIGA QARSHI KURASHISH
MUTAXASSISLARINI TAYYORLASHNING O'ZIGA XOS JIHATLARI****t.f.f.d. (PhD) A.A. AXUNOV, J.A. ABDUSAMADOV***O'R HX va MU Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari va harbiy aloqa instituti*

Annotatsiya. Ushbu maqolada uchuvchisiz uchish apparatlari (UUA) ga qarshi kurashish mutaxassilarini tayyorlashning jahon tajribasi tadqiq etilgan. O'rganishlar AQSh, Yevropa davlatlari, Xitoy va Rossiya federatsiyasida UUA ga qarshi kurashish mutaxassilarini tayyorlash tizimlari asosida olib borilib, ularda mavjud ta'lim tizimlari qiyosiy tahlil qilingan. Olingan natijalar asosida yurtimizda UUA ga qarshi kurashish mutaxassislarini tayyorlash tizimi bo'yicha taklif keltirilgan.

Kalit so'zlar: uchuvchisiz uchish apparati, uchuvchisiz uchish apparatiga qarshi kurashish, uchuvchisiz uchish apparatiga qarshi kurashish mutaxassisi, ilmiy-amaliy markaz, o'quv dasturi, o'qish davomiyligi, integratsiya, hamkorlik.

Аннотация. В данной статье исследуется мировой опыт подготовки специалистов по борьбе с беспилотными летательными аппаратами (БПЛА). Исследования проводились на основе систем подготовки специалистов по борьбе с БПЛА в США, странах Европы, Китае и Российской Федерации, проведен сравнительный анализ существующих в них систем образования. На основе полученных результатов представлено предложение по системе подготовки специалистов по борьбе с БПЛА в нашей стране.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, борьба с беспилотными летательными аппаратами, специалист по борьбе с беспилотными летательными аппаратами, научно-практический центр, учебная программа, продолжительность обучения, интеграция, сотрудничество.

Abstract. This article examines the global experience in training specialists in combating unmanned aerial vehicles (UAVs). The research was conducted based on the systems of training specialists for combating UAVs in the USA, European countries, China, and the Russian Federation, and a comparative analysis of the existing educational systems in them was conducted. Based on the obtained results, a proposal for a system for training specialists in combating UAVs in our country has been presented.

Keywords: This article examines the global experience in training specialists in combating unmanned aerial vehicles (UAVs). The research was conducted based on the systems of training specialists for combating UAVs in the USA, European countries, China, and the Russian Federation, and a comparative analysis of the existing educational systems in them was conducted. Based on the obtained results, a proposal for a system for training specialists in combating UAVs in our country has been presented.

Zamonaviy qurolli nizolarda uchuvchisiz uchish apparatlari, masofadan boshqariladigan robotlashtirilgan tizimlar, aqlli (smart) harbiy texnologiyalardan keng foydalanilmoqda. Ayniqsa Rossiya-Ukraina qurolli nizosida olib borilayotgan jangovar harakatlar dunyo olimlari tomonidan "dronlar urushi" nomi bilan atalmoqda. Bu esa shuni anglatadiki, bugungi kunda bo'lib o'tayotgan qurolli harakatlar maydoni bevosita zamonaviy harbiy texnologiyalarni ishlab chiqish va amalda qo'llash uchun tajriba maydoni bo'lib xizmat qilmoqda. Shunday sharoitda ayniqsa uchuvchisiz uchish apparatlari operatorlari va uchuvchisiz uchish apparatlariga qarshi kurashish mutaxassislari bo'lgan ehtiyojni ortib, ularga nisbatan yuqori bilim va malakalarga ega bo'lishni talab etmoqda. Jangovar harakatlar tahlillaridan kelib chiqib aytish mumkinki, uchuvchisiz uchish apparatlari operatorlari va uchuvchisiz uchish apparatlariga qarshi kurashish mutaxassislari qisqa vaqt davomida kasbiy malaka va ko'nikmalarga ega bo'lishlari lozim. O'zbekiston Respublikasi Prezidenti, Qurolli Kuchlari Oliy Bosh Qo'mondoni Shavkat Miromonovich Mirziyoyev

ta'kidlaganlaridek, "Askar va ofitserlarning professional mahorati, harbiy bilim yurtlarida ta'lim-tarbiya samaradorligini oshirish, malakali harbiy kadrlar zahirasisini yaratish doimo ustuvor vazifamiz bo'lib qoladi".

Yurtimizda olib borilayotgan harbiy islohotlar, jumladan harbiy kadrlarni tayyorlash yo'nalishidagi so'nggi o'zgarishlar natijasida, bugungi kunda Qurolli Kuchlarimizda sun'iy intellekt, robototexnika, uchuvchisiz uchish apparatlari va ularga qarshi kurashish kabi istiqbolli yo'nalishlarga ham alohida e'tibor qaratilmoqda. Bundan maqsad zamonaviy qurolli nizolar tajribasidan kelib chiqqan holda harbiy xizmatchilarni yuqorida keltirilgan istiqbolli yo'nalishlar mutaxassiliklari bo'yicha tayyorlash hisoblanadi. Ushbu jarayonni amalga oshirishda rivojlangan mamlakatlar tajribalari va o'zimizda mavjud imkoniyatlardan kelib chiqqan holda sun'iy intellekt, robototexnika, uchuvchisiz uchish apparatlari va ularga qarshi kurashish metodologiyalarini ishlab chiqish hamda bevosita amaliyotga joriy qilish dolzarb masala hisoblanadi.

Yuqorida keltirilgan istiqbolli harbiy sohalaridan biri – uchuvchisiz uchish apparatlariga qarshi kurashish mutaxassislarini tayyorlash bo'yicha metodologiyaga alohida to'xtalamiz. Bunda dastlab ushbu yo'nalishda mavjud rivojlangan mamlakatlarning tajribalarini o'rganib chiqamiz.

AQSH. Bugungi kunda dunyoning eng rivojlangan mamlakati – AQShda UAA ga qarshi kurashish mutaxassislarini tayyorlash bo'yicha bir nechta ilmiy-amaliy markazlar mavjud. Jumladan, Kichik uchuvchisiz uchish apparatlari tizimlari qo'shma universiteti (Joint Counter-Small Unmanned Aircraft Systems University, Fort-Sill, Oklohoma), Milliy o'quv markazi (Fort Irwin NTC, Kaliforniya), Green Sands dasturi (US Army Central), Kichik uchuvchisiz uchish apparatlariga qarshi kurash bo'yicha birlashgan boshqarma (Joint C-sUAS Office, Pentagon), UUA-lar bo'yicha ilg'or tajriba markazi (Joint Unmanned Aircraft Systems Center of Excellence, Kridj, Nevada). Ushbu markazlarning asosiy maqsadi barcha qo'shin turlari bo'yicha harbiy xizmatchilarni uchuvchisiz uchish apparatlariga qarshi kurashish dasturlari asosida tayyorlashdan iborat bo'lib, harbiy xizmatchilar UUA ga qarshi kurashish tizimlarini eksplutatsiya qilish, qurollar va sensorlarni joylashtirishni loyihalash, harbiy bazalarni UUA xavfidan himoya qilish, turli xil zamonaviy jang sharoitlarida UUA larga qarshi kurashish, turli sensorlar va HHM tizimlarini integratsiyalash va kichik o'lchamli UUA larga qarshi qo'llash kabi dasturlar asosida o'qitiladi. O'qish davomiyligi o'rtacha 3-4 xaftani tashkil etadi [2].



1-rasm. AQSh ta'lim muassasalarida UUA ga qarshi kurashish operatorlarini tayyorlash jarayoni

Dastular davomida harbiy xizmatchilar nazariy bilimlar bilan birga, dastlab amaliy mashg'ulotlar simulyatsiya trenajorlarida, malaka va ko'nikma hosil bo'lgach, maxsus o'quv dala maydonlarida turli xil jangovar sharoitlarda haqiqiy yoki imitatsiya qiluvchi UUA lari bilan amaliy

mashg'ulotlar o'tkazadilar. Nazariy bilimlar asosan UUA lari, ularning turlari, boshqaruv tamoyili, UUA larni aniqlash va ularga qarshi kurashish usullari haqida ma'lumotlardan iborat bo'ladi. Amaliy mashg'ulotlar esa portativ, mobil va statsionar UUA larni aniqlash, ularga radioelektron bosim berish tizimlari va vositalri, maxsus tutuvchi UUA lar, lazerli qurollar maxsus ssenariyli (masalan ma'lum bir obyektga, kollonnga hujum kabi) mashqlar orqali amalga oshiriladi. Yuqorida keltirilgan dasturlardan o'tgan AQSH harbiy xizmatchilari bevosita Iroq, Suriya va Afg'onistondagi harbiy harakatlarda maxsus guruhlar tarkibida ishtirok etganlar.

Yevropa Ittifoqi davlatlarida ham so'nggi yillarda UUA va ularga qarshi kurashish mutaxassislarini tayyorlashga alohida e'tibor qaratilmoqda. UUA larga qarshi kurashish mutaxassislari tayyorlash ko'p bosqichli tizim asosida harbiy ta'lim muassasalarida, NATO maxsus markazlarida ishlab chiqaruvchilar bilan hamkorlikda amalga oshiriladi. Bugungi kunga kelib Fransiya (DCI Formations), Germaniya (airsight GmbH), Buyuk Britaniya (Shield UAS Solutions), Belgiya (Eurocontrol), Daniya (BVLOS markazi, Odense), Estoniya (Nurmsi), Belgiya (Living Lab b JRC Geel), Germaniya (DroneWISE, Bavariya), Ispaniya (Inta markazi, Moger va Galasiya) kabi mamlakatlarda UUA larga qarshi kurashish mutaxassislarini tayyorlash markazlari mavjud. Ta'lim tizimi modul tizimiga asoslanib, kurslar boshlang'ich, ilg'or va maxsus darajalarga bo'linadi. Boshlang'ich kurslarda UUA larni qo'llash va ularning xavfi o'rganiladi. Ilg'or kurslar UUA ga qarshi harakatlanish taktikasi, radioelektron kurash va maxsus qurilmalarni qo'llashdan iborat bo'ladi [3].

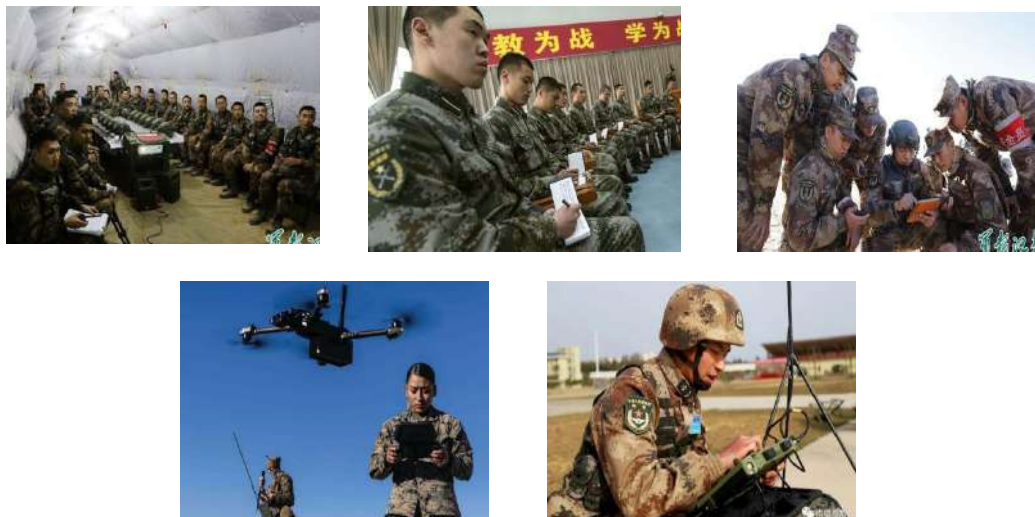


2-rasm. Yevropa Ittifoqi davlatlarida UUA ga qarshi kurashish operatorlarini tayyorlash jarayoni

Ta'lim olish davomiyligi ham kurslarning xususiyatidan kelib chiqib belgilanadi (boshlang'ich kurs – 1-3 kun, ilg'or kurslar 1-2 hafta, maxsus kurslar - 6 haftagacha). Ta'lim jarayoni nazariy va amaliy tayyorgarlik qismlaridan iborat bo'lib, nazariy tayyorgarlikda UUA ga qarshi harakatlanishning huquqiy asoslari, UUA larning taktik-texnik tavsifi, sinflanishi, radiolokatsiya, radioelektron razvedka va radioelektron kurash asoslari, UUA lar bilan bog'liq kiberxavflar o'rgatiladi. Amaliy tayyorgarlikda UUA larni aniqlash tizimlari (radiolokatsiya qurilmalari, akustik sensorlar, radiochastota skanerlari), radioelektron bosim berish vositalarin qo'llash, UUA larning ommaviy xujumi vaqtida harakatlanish haqidagi bilim, malaka va ko'nikmalar berilib, amaliy mashg'ulotlar poligonlarda real sharoitda haqiqiy UUA lar yordamida amalga oshiriladi. Yevropa Ittifoqi mamlakatlarida UUA larga qarshi kurash bo'yicha mutaxassislarni tayyorlash milliy va kollektiv xavfsizlikni ta'minlashda muhim yo'nalish hisoblanadi. UUA lar bilan bog'liq tahdidlarning ko'payishi qisqa muddatli seminarlar, amaliy kurslar va uzoq muddatli dasturlarni o'z ichiga olgan moslashuvchan tayyorgarlik tizimini yaratishni talab qiladi. Fransiya, Germaniya, Buyuk Britaniya va Belgiyada allaqachon zamonaviy markazlar tashkil etilgan bo'lib, u yerda mutaxassislar nafaqat texnik bilimlarni, balki jamoaviy hamkorlik va huquqiy tartibga solish ko'nikmalarini ham oladilar. Istiqbolda Yevropa Ittifoqi va NATO siyosati doirasida bunday markazlar tarmog'i kengayishi kutilmoqda.

Xitoy ham yuqori texnologiyalar va mudofaa sanoati bo'yicha dunyoning yetakchi davlatlaridan biri sifatida ham UUA lar ishlab chiqarishni, ham ularga qarshi kurashish tizimlarini faol rivojlantirmoqda. Shu munosabat bilan, UUA larga qarshi kurashish texnologiyalari sohasidagi

mutaxassislarni tayyorlash harbiy va fuqarolik tayyorgarligining ustuvor yo'nalishi hisoblanadi. Xitoyda UUA larga qarshi kurashish mutaxassislarni tayyorlash harbiy universitet va akademiyalar (XMOA Harbiy fanlar akademiyasi, Aloqa va radioelektron kurash akademiyasi, Milliy mudofaa universiteti), ilmiy tadqiqot institutlari (Xitoy aerokosmik tadqiqotlar instituti, Mudofaa ilmiy tadqiqot institutlari), mudofaa korporatsiyalari qoshidagi o'quv markazlar (CETC, NORINCO va boshqa), fuqarolik universitetlari negizida tashkil etiladi.



3-rasm. Xitoyda UUA ga qarshi kurashish operatorlarini tayyorlash jarayoni

Tayyorlov dasturlari bir necha bosqichlarga bo'linadi:

boshlang'ich tayyorgarlik 1-2 hafta davomida UUA lar turlari, xavflari, radiotexnik razvedka asoslari o'rgatiladi;

o'rta muddatli tayyorgarlik 1-3 oy davomiylikda radioelektron kurash tizimlari bilan ishlash, UUA larga bosim beruvchi mobil va statsionar majmualarni qo'llash o'rgatiladi;

chuqurlashtirilgan tayyorgarlik 6 oy va undan ko'p muddatda UUA lar va ularga qarshi kurashish vositalarini qo'llash taktikasi, jangovar vaziyatlarni modellashirish, qo'shin turlari bo'yicha hamkorlikni ta'minlash o'rgatiladi.

Tayyorlash dasturlari davomida asosiy e'tibor UUA larning radio aloqa kanallariga radioelektron bosim berish, UUA boshqaruvini tutish va majburiy qo'ndirish, UUA larni jismoniy yakson qilish, UUA larga qarshi kurashish tizimlarini qo'llashning huquqiy va tashkiliy jihatlariga qaratiladi.

Xitoyda UUA larga qarshi kurashish mutaxassislarni tayyorlashda amaliy mashg'ulotlarga alohida e'tibor qaratiladi. Amaliy mashg'ulotlar davomida tinglovchilar harbiy bazalar, aerodromlar va davlat obyektlarini qo'riqlash, UUA larning ommaviy hujumlarini qaytarish, turli mobil komplekslardan foydalanish, radiolokatsiya aniqlash tizimlari va radioelektron kurash vositalarini qo'llashni amaliy mashq qiladilar.

Xitoy Xalq Respublikasi uchuvchisiz uchish apparatlariga qarshi kurashish sohasida mutaxassislarni tayyorlashni faol rivojlantirmoqda. O'qitish ko'p darajali tizim bo'yicha quriladi: operatorlar uchun qisqa muddatli kurslardan tortib uzoq muddatli muhandislik-ilmiy tayyorgarlikkacha. Xitoy nazariy asos, amaliy tayyorgarlik va o'z texnologiyalarini ishlab chiqishni birlashtiradi, bu esa mamlakatga uchuvchisiz uchish apparatlariga qarshi kurashish sohasida dunyoda yetakchi o'rinlarni egallash imkonini beradi.

Uchuvchisiz uchish apparatlariga qarshi kurashish sohasida mutaxassislarni tayyorlashga bo'lgan ehtiyoj ayniqsa Rossiya Federatsiyasida ortib bormoqda. Shu sababli Rossiya Federatsiyasida uchuvchisiz uchish apparatlariga qarshi kurashish mutaxassislarni tayyorlash RF oliy harbiy ta'lim muassasalari bilan birga harbiy okruglarda tashkil etilgan o'quv markazlarida

UUA larga qarshi kurashish bo'yicha maxsus kurslarda amalga oshirilmoqda. Kurslar davomiyligi o'quv dasturlari va harbiy xizmatchilarning tayyorgarlik darajasidan kelib chiqib, 2 haftadan 3 oygacha davom etadi. Asosiy ta'lim yo'nalishlari UUA larni aniqlash va sinflash, radioelektron kurash tizimlari bilan ishlash, kichik masofali HHM tizimlarini qo'llash, obyektlarni UUA larning ommaviy hujumlaridan himoya qilish uchun bo'linmalar taktikasini ishlab chiqishga qaratiladi. Ushbu markazlarda mutaxassislarni tayyorlash metodikasi asosan amaliy mashg'ulotlarga yo'naltirilgan bo'lib, tarkibiy jihatdan nazariy va amaliy bloklarga ajratiladi [5]:

nazariy blokda UUA larining taktik va texnik xususiyatlarini o'rganish, ularni qo'llashni huquqiy tartibga solish, havo hujumidan mudofaa va radioelektron kurash asoslari o'rganiladi.

amaliy blokda esa aniqlovchi va radioelektron bosim beruvchi real majmualar bilan ishlash, UUA hujumlarini modellash, dala sharoitida o'quvlar o'tkazish amalga oshiriladi. Amaliy mashg'ulotlarda asosiy e'tibor UUA larning ommaviy hujumi vaqtida radioelektron kurash, HHM va muhandislik bo'linmalarining hamkorlikda harakatlanishlariga qaratiladi.

Rossiya Federatsiyasida uchuvchisiz uchish apparatlariga qarshi kurashish bo'yicha mutaxassislarni tayyorlash strategik ahamiyatga ega. Zamonaviy tahdidlar harbiy va fuqarolik ta'limi, innovatsion texnologiyalar va amaliyotga yo'naltirilgan metodikalarni joriy etishni o'z ichiga olgan kompleks yondashuvni talab qilmoqda. Rossiya allaqachon harbiy akademiyalar va o'quv markazlarida uchuvchisiz uchish apparatlariga qarshi kurashish mutaxassislarni tayyorlash uchun asos yaratgan, ammo ta'lim dasturlarini kengaytirish, fuqarolik tashabbuslarini birlashtirish va xalqaro hamkorlik zarur bo'lmoqda.

Yuqorida ko'rib chiqilgan ilg'or mamlakatlarda uchuvchisiz uchish apparatlariga qarshi kurashish mutaxassislarni tayyorlash tizimlari o'ziga xos bo'lgan jihatlarga ega bo'lib, umumiy tamoyillar asosida qiyosiy tahlil qilish mumkin (1-jadval).

1-jadval.

Ilg'or mamlakatlarda uchuvchisiz uchish apparatlariga qarshi kurashish mutaxassislarni tayyorlash tizimlarining qiyosiy tahlili

T/r	Mamlakat nomi	Kurs davomiyligi	Ta'lim tizmi	Ta'lim markazlari	O'ziga xosligi
1.	AQSH	3-4 hafta	-	o'quv markazlari	kuchli yagona harbiy tuzilma, qat'iy amaliyot (o'q otish, EW),
2.	Yevropa Ittifoqi	1-3 kundan 6 haftagacha	3 bosqichli	o'quv dasturlari markazlari	"laboratoriya - poligon - seminar" bog'larni
3.	Xitoy	1-2 haftadan 6 oy va undan ko'p	3 bosqichli	OHTM, markazlar	Intensive dala mashg'ulotlari, REK va yo'naltirilgan qurollarni keng qo'llash
4.	Rossiya Federatsiyasi	2 haftadan 3 oygacha	-	OHTM, markazlar	REK va HHM tizimlariga integratsiyalash

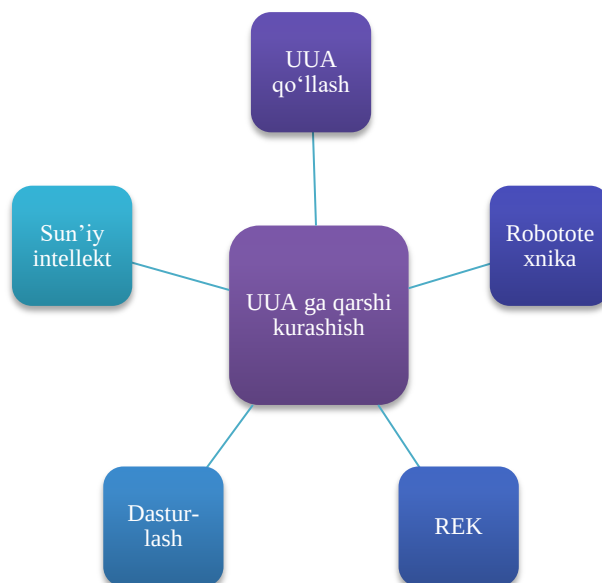
Bizda UUA lariga qarshi kurashish mutaxassislarni qanday tayyorlash kerak?

UUA ga qarshi kurashish mutaxassislarni tayyorlash bevosita UUA operatorlari tayyorlashning uzviy davomi bo'lib, UUA ga qarshi kurashish mutaxassisi UUA ni qo'llash, ularni boshqarish rejimlari, tarkibiy qismlari, texnik imkoniyatlari haqidagi bilimlarga ega bo'lishi zarur. Shu bilan birga UUA tizim va vositalaridan foydalanish, ekspluatatsiya qilish va takomillashtirish uchun bugungi kunda dolzarb sohalar hisoblanadigan robototexnika, radioelektron kurash, dasturlash va sun'iy intellekt kabi bilimlar ham tavsiya etiladi.

UUA ga qarshi kurashish mutaxassislarni tayyorlash metodologiyasi

Qurolli Kuchlarimizda ham uchuvchisiz uchish apparatlari va ularga qarshi kurashish mutaxassislarni tayyorlash, malakasini oshirish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Yuqorida keltirilgan ilg'or mamlakatlar tajribalaridan kelib chiqqan holda aytish mumkinki, uchuvchisiz

uchish mutaxassislarini tayyorlash modul tizimi asosida tashkil etish, ta'lim jarayonini uchuvchisiz uchish apparatlari va uchuvchisiz uchish apparatlariga qarshi kurashish modullariga bo'lish, kurslarni o'rta (1 oy) muddatli tarzda tashkil etish maqsadga muvofiqdir. Ushbu muddat davomida tinglovchilarga mashg'ulotlar nazariy va amaliy tarzda berib boriladi.



4-rasm. Uchuvchisiz uchish apparatlariga qarshi kurashish mutaxassilarini tayyorlashda o'zaro bo'g'liq fanlar

Uchuvchisiz uchish apparatlariga qarshi kurashish mutaxassilarini tayyorlash UUA larni qo'llash, robototexnika, radioelektron kurash, dasturlash, sun'iy intellekt kabi fanlar bilan o'zaro bo'g'liq bo'lib (4 rasm) havo hujumidan mudofaa, kiberxavfsizlik va taktikaga asoslanadi hamda quyidagi bir necha bosqichlarda amalga oshirish mumkin (5-rasm):



5-rasm. Uchuvchisiz uchish apparatlariga qarshi kurashish mutaxassilarini tayyorlash metodologiyasi bosqichlari

I bosqich. Tayyorgarlikning maqsadi va vazifalarini belgilab olish.

Uchuvchisiz uchish apparatlariga qarshi kurashish mutaxassilarini tayyorlashda dastlab ushbu ta'lim kursidan ko'zlangan maqsad, uning vazifasini aniq belgilab olish lozim. Ushbu jarayonda tinglovchilarda UUA larning zamonaviy tahdidlari haqida bilimlarni shakllantirish, UUA larni aniqlash, bosim berish va yo'q qilish tamoyillarini o'zlashtirish, UUA larga qarshi kurashish tizimlarini mudofaaning umumiy tuzilmasiga integratsiya qilish ko'nikmalarini rivojlantirish, real jangovar sharoitlarda harakat qilishga tayyorgarlik kabi jihatlariga alohida e'tibor qaratilishi lozim.

II bosqich. O'qitish ushlublari tanlab olish bosqichi.

Ushbu bosqichda tinglovchilarga beriladigan bilim, malaka va ko'nikmalarni fanlar, mavzular, mashg'ulotlar xususiyatlarida kelib chiqib belgilab olish va bosqichlarga bo'lish mumkin. Masalan:

1. Nazariy tayyorgarlik - tinglovchilarga UUA larni, ularning sinflanishi, aerodinamika, radiotexnika, navigatsiya va aloqa tizimlari asoslari, UUA larga qarshi kurashish tizimlarini qo'llashning huquqiy jihatlari, UUA larga qarshi kurashish tizimlarini qo'llash bo'yicha dunyo tajribalari haqida ma'lumotlar berish mumkin.

2. Texnik tayyorgarlik - optik-elektron qurilmalar, radiotutish va radiolokasiya stansiyasi ish jarayonini o'rganish, radioelektron kurash texnologiyalari, boshqaruv va navigatsiya kanallariga bosim berishni o'zlashtirish, kiberhimoya va UUA boshqaruvini tutish asoslarini tadqiq etishdan iborat bo'lishi mumkin.

3. Amaliy tayyorgarlik - UUA ga radioelektron bosim beruvchi portativ qurilmalar bilan ishlash, mobil va statsionar majmualardan foydalanish, uchuvchisiz uchish apparatlariga nisbatan amaliy o'q otish (lazer, o'qotar qurol, havo hujumidan mudofaa), UUA larning ommaviy hujumlarini qaytarish mashqlarini o'z ichiga olishi mumkin.

4. Taktik integratsiya – strategik muhim obyektlarni himoya qilishni tashkillashtirish, HHM qo'shinlari bilan hamkorlikda o'quvlar o'tkazish, bir nechta ssenariylar bo'yicha (razvedka UUA, kamikadze - dronlar, ommaviy hujumlar) o'trabotka qilish.

5. Yakuniy attestatsiya – o'quv dasturi, o'quv kursi va tinglovchilarning tarkibiy jihatdan tuzilishidan kelib chiqib, majmuaviy imtixon (nazariy va amaliy), qo'mondonlik-shtab o'quvlari, UUA ni qo'llagan holda real hujumni simulyatsiya qilish orqali amalga oshirilishi mumkin.

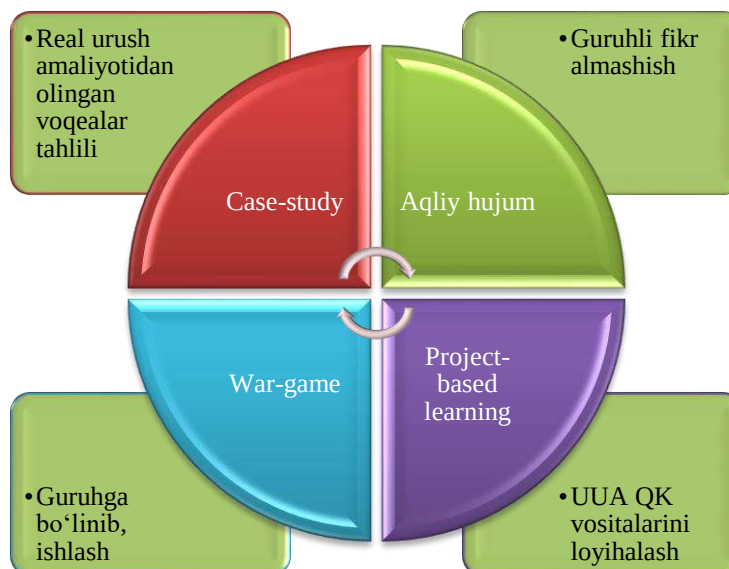
O'qitish uslublari sifatida quyidagilardan foydalanish mumkin:

- nazariy ta'limda ma'ruza va seminar;
- kompyuterda modellashtirish va hujum simulyatorlaridan foydalanish;
- radioelektron kurash va kiber himoya bo'yicha laboratoriya ishlarini o'tkazish;
- real UUA lar bilan dala o'quv maydonlarida amaliy mashg'ulotlar o'tkazish;
- hamkor bo'linmalar bilan hamkorlikda o'quvlar o'tkazish.

Natijada ushbu kursni tamomlagan bitiruvchilar quyidagi kompetensiyalarga ega bo'lishi mumkin:

- UUA lari va ularga qarshi kurashish usullari haqida nazariy bilimlar;
- zamonaviy UUA ga qarshi kurashish vositalari bilash ishlash ko'nikmalar;
- UUA lariga qarshi himoyalaniшни rejalashtirish va tashkillashtirish malakalari;
- Kiber va radioelektron urush sharoitida harakat qilishga tayyor bo'lish.

UUA ga qarshi mutaxassislarni tayyorlashda quyidagi interaktiv ta'lim metodlarini qo'llash mumkin (6-rasm):



6-rasm. UUA ga qarshi mutaxassislarni tayyorlashda interaktiv ta'lim metodlari

Case-study (amaliy vaziyat tahlili). Real urush amaliyotidan olingan voqealar tahlil qilinadi. Misol: "Ukrainadagi jangovar harkatlarda FPV-dronlar hujumidan mudofaa qanday tashkil etildi?" Sabab-oqibat va yechimlar ishlab chiqiladi.

Aqliy hujum (Brainstorming). Tinglovchilarga: “Dronlarni aniqlash va zararsizlantirishda qaysi yangi texnologiyalarni joriy qilish mumkin?” degan savol berish mumkin. Guruhli fikr almashish orqali innovatsion g'oyalar ishlab chiqiladi.

“War-game” - simulyatsion jang o'yinlar- Talabalar guruhga bo'linib, biri dushman dronlarini uchiradi, ikkinchisi esa qarshi choralarni amalga oshiradi. Bu jarayon tahlil qilinib, eng samarali usul tanlanadi.

Project-based learning - Texnik loyiha usuli tinglovchilarga kichik guruhlarda UUA ga qarshi kurashish vositalarini loyihalash topshiriladi. Masalan, portativ REBB qurilma modelini ishlab chiqish.

Shuningdek simulyatsiya va rol o'yinlari, debat va munozara, VR/AR texnologiyalarida trening-simulyatorlar, “Karusel” metodi, o'quvchilar bir-birini o'qitishi (Peer instruction), texnik viktorinalar va “Blits-so'rov” kabi interaktiv metodlarni qo'llash mumkin. Ushbu interaktiv metodlar quyidagi afzalliklarga ega:

- tinglovchilarni real vaziyatlarga tayyorlash;
- tinglovchilarning qaror qabul qilish tezligini oshirish;
- jamoaviy ishlash va muvofiqlashtirishni o'rgatish;
- texnologik yangiliklarni muhokama qilish.

Yuqorida taklif etilgan UUA ga qarshi kurashish bo'yicha mutaxassislarni tayyorlash metodologiyasi QShda (Fort Sill, Counter-UAS Center of Excellence), Yevropa Ittifoqida (EDA & NATO o'quv dasturlari), Rossiya Federatsiyasida (Harbiy aloqa va REK akademiyasi), Xitoyda (PLA National Defense University) qo'llaniladi.

“Uchuvchisiz uchish apparatlariga qarshi kurashish” kursini tamomlagan tinglovchilar quyidagi kompetensiyalarga ega bo'lishadi:

- UUA lari va ularga qarshi kurashish usullari haqidagi umumiy bilimlarga ega bo'lish;
- zamonaviy UUA ga qarshi kurashish vositalari bilish ishlash ko'nikmasi shakllanishi;
- Kiber va radioelektron urush sharoitida harakat qilishga tayyor bo'lish malakasiga ega bo'lish;
- UUA lariga qarshi himoyalaniшни rejalashtirish va tashkillashtirish bo'yicha bilim, malaka va ko'nikmalarga ega bo'lish.

Xulosa sifatida aytish mumkinki, UUA ga qarshi kurashish mutaxassislarni tayyorlash tizimli jarayon bo'lib, mutaxassis o'z ustida doimiy ishlashni, sohada joriy etilayotgan zamonaviy texnologiyalarni o'rganib borishni ta'ab etadi. Shu jihatdan ularni doimiy tarzda qayta tayyorlash va malaksini oshirib borish zarur. UUA ga qarshi kurashish mutaxassislarni tayyorlashda Case-study, aqliy hujum, simulyatsion jang o'yinlari, texnik loyihalash kabi pedagogic texnologiyalarning qo'llanilishi olayotgan bilimlarini yanada mustahkamlashga yordam beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

[1] B.N. Raximov, Q.M. Tursunov “Uchuvchisiz uchish apparatlari” o'quv qo'llanma T.:AKT va AHI, 2025-yil.

[2] ATP 3-01.81. Counter-Unmanned Aircraft System (C-UAS), AUGUST 2023, DISTRIBUTION RESTRICTION: Approved for public release; distribution is unlimited. Headquarters, Department of the Army

[3] Counter-Unmanned Aircraft Systems Technology. Homeland Security Science and technology. National urban security technology laboratory. Guide September 2019

[4] Smart Anti-Drone//C-UAV Solutions. Countering the threat from above. Sensor Tec.

[5] Программа курса Специалист по защите объектов от БПЛА. Код курса: antidron practice. Академия АйТи, 2025academy@academyit.ru | academyit.ru ©

**“E-HARBIY TA'LIM” AVTOMATLASHTIRILGAN BOSHQARUV VA MONITORING
TIZIMINING ARXITEKTURASINI ISHLAB CHIQISH****PhD A.A. KOMILOV, N.SH. KUZIBEKOV***O'R HX va MU Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari va harbiy aloqa instituti*

Annotatsiya. Ushbu maqolada avtomatlashtirilgan boshqaruv va monitoring tizimlarini ta'lim sohasida qo'llashning texnik va funksional talablari, shuningdek, ularning ta'lim jarayonlarini rivojlantirishdagi ahamiyati yoritilgan bo'lib, avtomatlashtirilgan tizimlarning texnologik imkoniyatlari, ularni samarali integratsiya qilish usullari va ta'lim muassasalarida foydalanish uchun zarur bo'lgan elektron tizm tahlil qilingan. Shuningdek, boshqaruv va monitoring jarayonlarini avtomatlashtirish orqali ta'lim sifati, o'quv jarayonlarini optimallashtirish va ma'lumotlarni boshqarish samaradorligini oshirish imkoniyatlari o'rganilgan.

Kalit so'zlar: monitoring tizimi, xavfsiz server, administrator, ma'lumotlar bazasi, veb-brauzer.

Аннотация. В данной статье освещены технические и функциональные требования к использованию автоматизированных систем управления и мониторинга в сфере образования, роль электронных журналов в повышении качества образования, а также их значение в развитии образовательных процессов. В статье анализируются технологические возможности современных автоматизированных систем, способы их эффективной интеграции и инфраструктура, необходимая для их использования в образовательных учреждениях. Также были изучены возможности повышения качества образования, оптимизации образовательных процессов и повышения эффективности управления данными за счет автоматизации процессов управления и мониторинга.

Ключевые слова: Система мониторинга, безопасный сервер, администратор, база данных, веб-браузер.

Abstract. This article covers the technical and functional requirements for the use of automated management and monitoring systems in the field of education, the role of electronic journals in improving the quality of education, as well as their importance in the development of educational processes. The article analyzes the technological capabilities of modern automated systems, methods for their effective integration and the infrastructure necessary for their use in educational institutions. The possibilities of improving the quality of education, optimizing educational processes and increasing the efficiency of data management through the automation of management and monitoring processes were also studied.

Keywords: monitoring system, secure server, administrator, database, web browser.

Harbiy ta'limni takomillashtirish jarayonida zamonaviy texnologiyalarning ahamiyati ortib bormoqda, ularning joriy etilishi ta'limni modernizatsiya va rivojlantirish, shuningdek, bo'lajak ofitserlarni tayyorlash sifatini oshirish va ta'limni ilimga yaqinlashtirishga xizmat qilmoqda. Harbiy ta'lim jarayonining sifati kelajakda Qurolli Kuchlarning harbiy kadrlar bilan ta'minlanishiga muqarrar ravishda ta'sir qiladi va shuning uchun harbiy ta'limga alohida e'tibor qaratish lozim.

O'zbekiston Respublikasining 2020- yil 23- sentyabrdagi O'RQ-637-son "Ta'lim to'g'risida" gi qonunining 43- moddasi va O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020- yil 5- oktyabrdagi PF-6079-son "Raqamli O'zbekiston — 2030" strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to'g'risida" farmoni hamda O'zbekiston Respublikasi Mudofaa vazirining 2024- yil 13- fevral kunidagi "Mudofaa vazirligi tarkibiy bo'linmalari xizmat faoliyatini raqamlashtirish konsepsiyasini tasdiqlash hamda sohalarni raqamlashtirish jarayonini jadallashtirish to'g'risida"gi buyrug'iga muvofiq oliy harbiy ta'lim muassasalariga avtomatlashtirilgan boshqaruv va monitoring qilish tizimi ta'lim tizimini takomillashtirish bilan ta'lim jarayonining samaradorligini oshirish, tartibga soluvchi idoraviy normativ-huquqiy hujjatlar ijrosini samarali

amalga oshirish, professor-o'qituvchilar faoliyatini soddalashtirish bilan takomillashtirish va kursantlarning bilimini nazorat qilish va baholash mexanizmini yanada samarali tashkil qilish, bitiruvchilarning diplom ma'lumotlar bazasini raqamlashtirish maqsadida keng ishlar amalga oshirilmoqda[1].

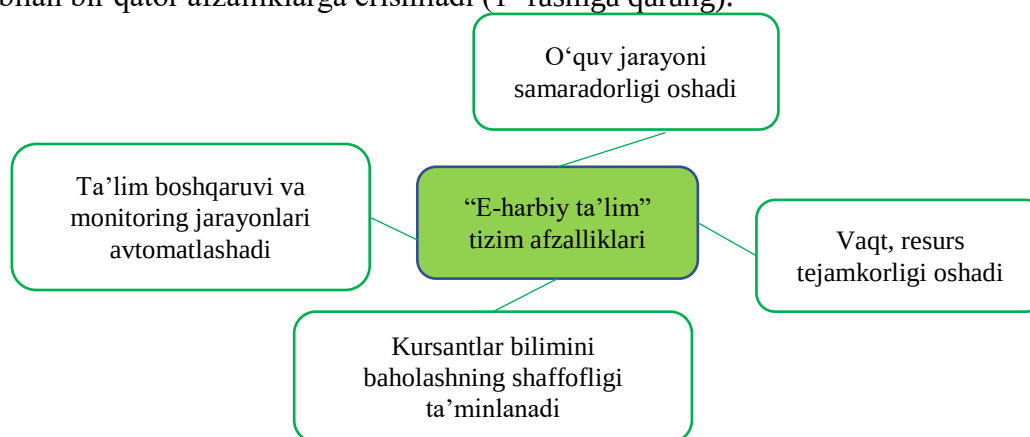
Jumladan, harbiy ta'lim tizimida boshqaruv va monitoring jarayonlarini avtomatlashtirish hamda raqamlashtirish bilan ta'lim jarayoning samaradorligini oshirishga, ma'lumotlarni real vaqt rejimida kuzatish va nazorat qilishga xizmat qiladigan, elektron jurnalni o'z ichiga oluvchi "E-harbiy ta'lim" tizimi zamonaviy raqamli texnologiyalarni jamlagan tizim bo'lib, harbiy sohada katta ahamiyat kasb etib, harbiy ta'lim jarayonini shaffoflashtiradi, kursantlar va harbiy xizmatchilarning bilim olish jarayonini avtomatlashtirib, sifatli va doimiy nazoratni ta'minlaydi.

"E-harbiy ta'lim" tizimi – bu harbiy ta'lim jarayonini avtomatlashtirish, samaradorlikni oshirish va ta'lim sifatini yaxshilash uchun muhim vositadir. Elektron jurnal va boshqaruv tizimining joriy etilishi kursantlarning o'quv jarayonini shaffof va nazorat qilinadigan holga keltiradi. Ta'lim jarayonida avtomatlashtirilgan monitoring va baholash tizimi orqali bilim darajasini aniq tahlil qilish va o'quv jarayonini optimallashtirish imkoniyatini yaratadi. Istalgan joydan turib bilim olishlari mumkin bo'lib, bu uzluksiz o'qitish jarayonini ta'minlaydi. O'quv jarayonining real vaqt rejimida monitoring qilinishi harbiy ta'lim muassasalarida intizom va sifatni oshirishga yordam beradi. Tizim orqali ta'lim jarayonida korrupsion holatlarning oldi olinib, kursantlarning bilimlari adolatli baholanadi.

"E-harbiy ta'lim" tizimi o'quv jarayonini shaffof va samarali boshqarish imkonini berish uchun monitoring va tahlil qilish kabi jihatlarni qamrab olgan. Tizim elektron hujjat almashinuvi va avtomatlashtirilgan boshqaruv orqali harbiy ta'lim jarayonini sezilarli tezlashtiradi. Qo'lda yuritiladigan qog'ozli jarayonlarni yo'q qilish orqali vaqt va resurslarni tejash, kursantlarning nazariy bilimlarini mustahkamlash, onlayn test va reyting tizimi natijasida harbiy ta'lim tizimi sifatini oshirish shuningdek, harbiy ta'lim muassasalari uchun masofaviy ta'lim, ma'lumotlarni tezkor qayta ishlash va tahlil qilish kabi imkoniyatlarni yaratadi.

Tizim orqali barcha ta'lim jarayonlari yozib boriladi va nazorat qilinadi. Shu sababli, ta'lim jarayonida yuzaga kelishi mumkin bo'lgan subyektiv baholash yoki korrupsion xavf omillarining oldini olishga xizmat qiladi.

"E-harbiy ta'lim" tizimi harbiy ta'lim sifatini oshirishda, kursantlarning bilimlarini avtomatik tahlil qilishda hamda umumiy boshqaruv tizimini yaxshilashda muhim rol o'ynaydi. Ushbu tizimni qo'llash bilan bir qator afzalliklarga erishiladi (1- rasmga qarang).



1- rasm "E-harbiy ta'lim" tizim afzalliklari

Avtomatlashtirilgan boshqaruv va monitoring tizimi harbiy kadrlarni tayyorlashda ta'lim jarayonining hujjatlarini, ma'lumotlarini va kursantlarning bilimlarini baholashni raqamlashtirish bilan sifatli ta'limga yo'naltiruvchi vositadir. Tizimda kursantlarning davomati va o'quv materiallarini o'zlashtirish natijalarini avtomatik hisoblaydi, ularning bilim saviyasini muntazam

The diagram illustrates the architecture of the 'Foydalanuvchi O'quv tizimi' (User Learning System). It is organized into several functional layers:

- User Interaction Layer:** A user icon is shown interacting with the system via HTTP, connecting to the 'monitoring tizimi frontent'.
- System Administration Layer:** The 'monitoring tizimi frontent' connects to the 'Tizim administratori' block, which contains:
 - Autentifikatsiya** (Authentication): Connects to the 'Server'.
 - Foydalanuvchilarga a'irarish** (User Management): Connects to the 'Tizim administratori'.
 - Middleware tizimi** (Middleware): Connects to the 'Tizim administratori'.
 - Firewall moduli** (Firewall Module): Connects to the 'O'quv bo'limi' and the 'O'qituvchi'.
- Learning Department (O'quv bo'limi):** Contains:
 - Foydalanuvchi profili** (User Profile)
 - Kafedralar** (Departments)
 - Fanlar** (Subjects)
 - Mashg'ulot** (Activities)
- Teacher's Work (O'qituvchi):** Contains:
 - Jurnal** (Journal)
 - Ilmiy faoliyat** (Scientific Activity)
 - Fanlarni** (Subjects)
 - Uslubiy faoliyat** (Stylistic Activity)
- System's Logical Part (Tizimning mantiyiy qismi):** Contains:
 - WEB** and **API** interfaces connected to the **Controller**.
 - Controller** connected to the **Model**.
 - Model** connected to the **Ma'lumotlar bazasi** (Database).
- Database Layer (Ma'lumotlar bazasi):** Contains three databases:
 - O'quv faoliyati** (Learning Activity)
 - Ilmiy-uslubiy faoliyat** (Scientific-Stylistic Activity)
 - Foydalanuvchi ma'lumotlari** (User Information)

Ushbu chizma “E-harbiy ta’lim” tizimining arxitekturasini aks ettiradi va u quyidagi asosiy elementlardan tashkil topgan ko‘p darajali (modulli) tizimni ifodalaydi:

2. Tizimning ichki ishlashini boshqaruvchi asosiy mexanizm bu ilova logikasi darajasi (Backend / Logic Layer) hisoblanib, foydalanuvchi bergan harakatlar (masalan: kirish, ma'lumot qo'shish) qanday amalga oshirilishi belgilanadi. Uning asosiy komponentlariga controller

(harakatlar logikasini masalan, "jurnalga baho qo'shish" buyrug'i qanday bajariladi) model (ma'lumotlar bilan bog'liq amallar yaratish, o'qish, yangilash, o'chirish), route (yo'naltiruvchi vazifasini bajarib, foydalanuvchi so'rovi qaysi modulga borishini aniqlaydi), middleware tizimi (foydalanuvchi huquqlarini, autentifikatsiyani, log yozuvlarini nazorat qiladi) kiradi hamda tizimdagi barcha foydalanuvchilar, ma'lumotlar va aloqalar xavfsizligini ta'minlovchi xavfsizlik modul to'plami (autentifikatsiya, foydalanuvchilarga ajratish, firewall) mavjud.

3. Tizimdagi barcha ma'lumotlar saqlanadi va boshqarish uchun ma'lumotlar bazasi (data layer) mavjud bo'lib, bazada foydalanuvchi ma'lumotlari, o'quv jarayoni, ilmiy va uslubiy faoliyat, monitoring tizimi ma'lumotlari saqlanadi [6, 50-bet]. Tizim ishini yanada faol ishlashi uchun tashqi tizimlar API (application programming interface) va monitoring tizimi (frontend qismi) komponentlari elektron kutubxona yoki ta'lim portlariaro integratsiyani ta'minlaydi va tizim holati, yuklama, ishlash statistikasi vizual ko'rinishda ko'rsatiladi. Shuningdek, tizimda foydalanuvchilarning tizim orqali qanday ish o'quv, ilmiy, uslubiy faoliyatlarini bajarishini ko'rsatadi faoliyat yo'nalishlari mavjud.

Qolaversa, tizim harbiy xizmatchilar, professor o'qituvchilar, kursantlar bilimi va salohiyatni oshirishga asoslangan hamda axborotni taqdim etish, ularni tahlil qilish va ma'lumotlarni saqlash va qayta ishlash (ma'lumotlar bazasi) kabi imkoniyatlarga ega.

Avtomatlashtirilgan boshqaruv va monitoring tizimida oliy harbiy ta'lim muassasasidagi professor-o'qituvchilarning faoliyatlarini baholashda uslubiy bo'limning ishtirokini ta'minlagan bo'lib, ularga tegishli ma'lumotlarni o'z vaqtida kiritilishini talab qiladi. Kursant bo'limida kursantlarning bilimlarini nazorat qilish bilan bir qatorda kursant haqidagi ma'lumotlar va u tomonidan qo'lga kiritilgan natijalar muntazam yangilab boriladi.

Oliy harbiy ta'lim muassasasining hujjatlar bo'limida ta'lim jarayoni uchun rejalashtirilgan hujjatlar ma'lumotlar bazasiga yuklanadi. Yuklangan hujjatlarning ijrosini ta'minlash, mashg'ulotlar jadvali bilan professor-o'qituvchilarni tanishtirish hamda kafedra boshliqlari bilan kelishish kabi jarayonlar avtomatlashtirilgan.

Tizimning elektron jurnali bo'limida o'quv yilining birinchi yilida kursantlar tomonidan tayyorgarlik saviyasini belgilovchi fanlar orqali erishilgan natijalar avtomatik hisoblanadi va belgilangan ta'lim yo'nalishining mezoni asosida ta'lim yo'nalishlariga taqsimlash amalga oshiriladi. Elektron jurnal bilan ta'lim tizimidagi raqamlashtirish jarayonlarini jadallashtirish, ma'lumotlar bazasini shakllantirish, baholashda inson omillarini kamaytirish, avtomatik baholash qaydnomalari, yig'ma vedomost hamda diplom iloalarini yaratish, har bir kursantlarning holatini avtomatik baholash bilan akademik qarzdorligi mavjudligi yoki yo'qligi kabi ma'lumotlar bazasini muntazam yangilab boorish kabi imkoniyatlar yaratilgan.

Elektron jurnalning bu imkoniyatlari ta'lim jarayonini samarali va qulay tashkil qilishga yordam beradi, o'qituvchilarga va kursantlarga o'zaro aloqalarni mustahkamlash, resurslardan samarali foydalanish va ta'lim sifatini oshirishda katta sharoitlar yaratadi. Tizimdagi elektron jurnal kursantlarning har bir o'quv guruhiga o'quv yili (semestr) uchun yuritiladi, ma'lumotlar bazada doimiy saqlab boriladi. Unda o'qituvchilar (bo'linma komandirlari) rahbarligida o'tkazilgan barcha mashg'ulotlar, kursantlarning davomati, nazorat, laboratoriya, hisob-grafika va kurs ishlarini (loyihalarini) bajarilishi, joriy, oraliq va yakuniy nazoratlar natijalari, ularning o'tkazilgan nazoratlar natijasida semestr davomida fan bo'yicha to'plagan umumiy ballari qayd etiladi. Jurnalning davomatni qayd etish va joriy baholash uchun mo'ljallangan ustunida faqat bitta ball qo'yilishi mumkin. Kursantlar tomonidan qoniqarsiz baholangan nazoratlarni qayta topshirish natijalari alohida bo'limning ustunlariga qayd etiladi. O'quv mashg'ulotlar hisobini yuritish elektron jurnalining baholash qaydnomalari o'quv bo'limi tomonidan chop etiladi hamda tegishli fan bo'yicha o'quv mashg'ulotlarini o'tgan professor-o'qituvchilar tomonidan imzolanadi [3; 100-101- b].

Elektron jurnal bilan ishchi o'quv rejadagi fanlarning nomlanishi, semestr davomidagi soatlar miqdori hamda fan bo'yicha kursantlar bilimini nazorat qilishdagi nazorat turlari integratsiya qilinadi, natijada ta'lim jarayonida quyidagi ijobiy natijalarga erishiladi:

professor-o'qituvchilarning o'quv yuklamalarini avtomatik boshqarish, nazorat turlarini avtomatik belgilash, turli omillar bilan kursantlarning baholariga o'zgartirish kiritish holatlariga barham berishga;

baholash qaydnomalari elektron shakllanadi, bu bilan kursantlarning diplom ilovalaridagi o'quv fanlarining yakuniy nazorat baholari avtomatik tarzda ishlab chiqilishiga;

kursantning semestr davomidagi o'zlashtirish ko'rsatkichi ishchi o'quv dasturining baholash mezonlariga asosan avtomatik sarhisob qilinishiga;

ma'lumotlarning raqamli formatda saqlanishiga, bu esa hujjatlarni yo'qotish yoki shikastlanishdan himoya qilinishiga;

qog'ozga ehtiyoj kamaytirish orqali tabiiy resurslarni tejashga;

kursantlarning baholari va yutuqlarini tahlil qilish imkoniyatiga va bu orqali professor-o'qituvchilar kursantlarning o'zlashtirish darajasi va ta'limdagi muammolarni aniqlashga;

kursantlar uchun mashg'ulotlar jadvali, nazoratlar va baholarni boshqarish, hujjatlarni saqlash va arxivlash osonlashishiga;

parol va boshqa xavfsizlik choralari bilan xavfsiz himoya qilish va saqlashga hamda ma'lumotlarini zaxirasini shakllantirishga, kursantlarning nazorat turlarining o'tkazish muddatlari o'quv bo'limi tomonidan kiritilishiga va o'z vaqtida o'tkazilishiga.

"E-harbiy ta'lim" tizimi harbiy ta'lim muassasalaridagi elektron axborot resurs markazining boyitilishiga, an'anaviy qog'ozbozlik holatlarining sezilarli darajada kamayishiga, eng muhimi elektron jurnal bilan kursantlarning bilimini nazorat qilish samarasi yanada oshishiga va nazorat turlarida qo'yiladigan ballarning avtomatik baho darajasiga keltirilishiga erishish bilan ta'lim tizimi takomillashtiradi qog'oz shaklidagi materiallarni raqamlashtirish formatlaridan foydalanish orqali ta'limda o'quv materiallarini raqamlashtirishga, ta'lim yo'nalishlariga taqsimlashda yanada shaffoflikka erishiladi.

Yuqoridagilardan kelib chiqqan holda avtomatlashtirilgan boshqaruv va monitoring tizimlari ta'lim sohasini raqamli transformatsiya qilishning muhim omillaridan biridir. Ushbu tizim boshqaruv jarayonlarini soddalashtirish, ta'lim jarayonlarini optimallashtirish va ta'lim sifatini oshirish imkonini beradi. Zamonaviy texnologiyalar, jumladan, xavfsiz serverlar, ma'lumotlar bazasi va veb-brauzerlar orqali foydalanuvchilar uchun qulay va samarali boshqaruv muhiti yaratiladi. Shuningdek, tizim orqali real vaqt rejimida monitoring olib borish, ma'lumotlarni tahlil qilish va ta'lim jarayonlari samaradorligini baholash imkoniyati oshadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

[1] O'zbekiston Respublikasining 2020- yil 23- sentyabrdagi O'RQ-637-son "Ta'lim to'g'risida"gi qonuni.

[2] O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020- yil 5- oktyabrdagi PF-6079-son "“Raqamli O'zbekiston — 2030” strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to'g'risida” farmoni.

[3] O'zbekiston Respublikasi Mudofaa vazirining 2022- yil 15- sentyabrdagi "Mudofaa vazirligi harbiy ta'lim muassasalarida harbiy kadrlarni tayyorlash tizimini takomillashtirish to'g'risida"686- sonli buyrug'i.

[4] Matt Stauffer Laravel: Up & Running: A Framework for Building Modern PHP Apps. 2016 y.

[5] Regina O. Obe, Leo S. Hsu PostgreSQL: Up and Running: A Practical Guide to the Advanced Open Source Database 2015 y.

[6] Gregory Smith High Performance PostgreSQL 2015 y.

[7] Texnoman.uz PHP yordamida sodd RESTful API yaratish 2020y.

MAJMUAVIY SIMULYATORNING IMKONIYATLARI
VA SAMARADORLIGINI BAHOLASH

A.B. SOLIYEV

O'R HX va MU Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari va harbiy aloqa instituti

Annotatsiya. Ushbu maqolada majmuaviy simulyatorlardan foydalanishning o'quv jarayonidagi o'rni atroflicha yoritilgan. Jumladan, ularning texnik va funksional imkoniyatlari, o'quv mashg'ulotlarida qo'llanilishi orqali nazariy bilimlarni mustahkamlash, amaliy ko'nikmalarni shakllantirish va kursantlarning axborot xavfsizligi bo'yicha kasbiy tayyorgarligini oshirishdagi samaradorligi tahlil etilgan. Tadqiqot davomida simulyator asosida tashkil etilgan mashg'ulotlar natijalari tahlil qilinib, ularning ta'lim sifatiga ijobiy ta'siri ilmiy asosda baholangan va amaliy qo'llash bo'yicha xulosalar keltirilgan.

Simulyator orqali kursantlarda nazariy bilimlarni mustahkamlash va amaliy ko'nikmalarni shakllantirish imkoniyati kengayishi, shuningdek, o'quv jarayonida real qurilmalarga bo'lgan ehtiyojni kamaytirish kabi jihatlar yoritilgan. Muallif majmuaviy simulyator samaradorligini baholash mezonlarini keltirib, ularning amaliyotda qo'llanilishi natijalariga tayangan holda xulosalar chiqargan.

Kalit so'zlar: majmuaviy simulyator, samaradorlik, ta'lim jarayoni, kursant tayyorgarligi, modellar, axborot xavfsizligi, simulyatsiya texnologiyasi.

Аннотация. В данной статье всесторонне освещена роль комплексных тренажеров в образовательном процессе. В частности, проанализированы их технические и функциональные возможности, эффективность в закреплении теоретических знаний, формировании практических навыков и повышении профессиональной подготовки курсантов по информационной безопасности за счет их использования на учебных занятиях. В ходе исследования проанализированы результаты обучения, организованного на базе тренажеров, дана научная оценка их положительного влияния на качество образования, сделаны выводы по практическому применению.

Автор выделил такие аспекты, как расширение возможности курсантов закреплять теоретические знания и формировать практические навыки с помощью тренажеров, а также снижение потребности в реальных устройствах в образовательном процессе. Автор представил критерии оценки эффективности комплексных тренажеров и сделал выводы по результатам их практического применения.

Ключевые слова: комплексный тренажер, эффективность, образовательный процесс, подготовка курсантов, моделирование, информационная безопасность, имитационные технологии.

Abstract. This article comprehensively covers the role of complex simulators in the educational process. In particular, their technical and functional capabilities, their effectiveness in consolidating theoretical knowledge, forming practical skills and improving the professional training of cadets in information security through their use in training sessions were analyzed. During the study, the results of training organized on the basis of simulators were analyzed, their positive impact on the quality of education was scientifically assessed, and conclusions on practical application were drawn.

The author highlighted aspects such as the expansion of the opportunity for cadets to consolidate theoretical knowledge and form practical skills through simulators, as well as reducing the need for real devices in the educational process. The author presented the criteria for assessing the effectiveness of complex simulators and drew conclusions based on the results of their practical application.

Keywords: Complex simulator, effectiveness, educational process, cadet training, modeling, information security, simulation technology.

Hozirgi kunda harbiy sohada mutaxassislarni tayyorlash jarayonida yuqori samaradorlikka erishish uchun zamonaviy pedagogik va texnik yondashuvlar talab etilmoqda. Shu jihatdan, majmuaviy simulyatordan foydalanish ta'lim jarayonini avtomatlashtirish, individual yondashuvni ta'minlash va kursantlarning amaliy ko'nikmalarini rivojlantirishda muhim omil hisoblanadi. Ushbu maqolada simulyator orqali olingan natijalar, ularning imkoniyatlari va samaradorligini baholash mezonlari yoritilgan[1,2].

Axborotlarni kriptografik himoya qilish vositasi majmuaviy simulyatori o'qitish vositasi bo'lib, u kursantlar real hayotiy vaziyatlarda duch kelishi mumkin bo'lgan turli ssenariylar va sharoitlarni simulyatsiya qilish imkonini beradi.

Taklif etilayotgan majmuaviy simulyatordan foydalanish kursantlarga virtual xavfsiz muhitda mashg'ulotlar o'tkazish imkonini yaratadi. Ushbu muhitda kursantlarning xatolari tizim tomonidan avtomatik qayd etilib, real tahdid modellariga yaqinlashtirilgan vaziyatlarda tahlil qilinadi. Bu jarayon kursantlarning nazariy bilimlarini amaliy ko'nikmaga aylantirish, muhandislik yondashuvini shakllantirish va qaror qabul qilish qobiliyatini rivojlantirishga xizmat qiladi.

Ishlab chiqilgan simulyatorning samaradorligini baholashda quyidagi ishlar amalga oshirildi.

Real apparaturada o'tkazilgan mashg'ulotlar tahlili

Tadqiqot doirasida kursantlarning real apparat vositalaridagi tayyorgarlik darajasi, ta'lim samaradorligi hamda resurs sarfi bo'yicha tahlil ishlari amalga oshirildi. Tahlil uchun quyidagi parametrlar asos bo'lib xizmat qildi:

Ta'lim jarayonida foydalanilgan apparat vositalari soni — 2 ta;

Mashg'ulotlarda ishtirok etgan kursantlar soni — 10 nafar;

Jami mashg'ulotlar soni — 60 soat;

Apparaturada bir kursantning bir mashg'ulotda ishlashiga sarflangan o'rtacha vaqt — 80 daqiqa;

Apparaturaning o'rtacha elektroenergiya sarfi — 20 Vt/soat;

Har bir kursantning amaliy jihatdan apparaturani o'rganishga sarflagan umumiy vaqti — 16 soat;

Nazariy bilimlarni o'zlashtirishga ajratilgan umumiy vaqt — 18 soat;

Apparaturalar sonidan kelib chiqqan holda kursantlar faollik darajasi ko'pi bilan — 60 %.

Ta'lim samaradorligi. Kursantlar tomonidan egallangan nazariy va amaliy bilimlarning mutanosibligi, ularning mashg'ulotdagi ishtirok faolligi, natijalar bilan chambarchas bog'liq holda ta'lim samaradorligini baholash imkonini berdi [3,4]. Tadqiqot natijalariga ko'ra, kursantlar tomonidan real apparaturada amalga oshirilgan ta'lim jarayonining samaradorligi past baholandi. Ushbu past baholanishning asosiy sabablari sifatida real apparaturaning soni cheklanganligi, boshqarish jihatdan murakkabligi, shuningdek, o'quv jarayonidagi vaqtning cheklanganligi aniqlandi. Natijada kursantlar barcha nazariy va amaliy bilimlarni to'liq o'zlashtirish imkoniyatiga ega bo'lmadilar. Bu holat, o'z navbatida, real apparatura asosidagi o'quv mashg'ulotlarining samaradorligini pasaytirishi va mukammal bilimni shakllantirishda to'siq bo'ldi [5,6].

$$T_{eff} = \frac{T_s + T_n}{T_j} \times F_d \quad (1)$$

Bu yerda:

T_s – apparaturada amaliy ishlash vaqti (16 soat),

T_n – nazariy bilimlarni o'zlashtirish vaqti (18 soat),

T_j – umumiy o'quv yuklamasi (60 soat),

F_d – faollik darajasi (60 %).

$$T_{eff} = \frac{16+18}{60} \times 6 = 3,4$$

Natija: Ta'lim samaradorligi ko'rsatkichi – 3,4 ball.

Mashg'ulotdagi xatolar soni. Mashg'ulot jarayonidagi xatolar soni kursantlar bilim darajasi, apparaturada ishlash qobiliyati va amaliyot tajribasiga bog'liq holda shakllandi. Apparaturning soni (2 ta) hamda mashg'ulot vaqti cheklanganligi tufayli xatolar soni nisbatan yuqori bo'ldi, ya'ni 7 ta.

$$X_s = 10 \times \left(1 - \frac{T_{eff}}{10} \right) \quad (2)$$

bu yerda:

X_s – xatolar soni,

k – maksimal xatolar ko'rsatkichi

$$X_s = 10 \times \left(1 - \frac{3,4}{10} \right) = 10 \times 0,66 = 6,6$$

Natija: O'rtacha 7 ta xatolik har bir mashg'ulot davomida yuzaga keldi.

Apparatura resurs sarfi. Apparatura resurs sarfi quyidagi formula orqali aniqlandi:

$$E = N \times T \times P \quad (3)$$

Bu yerda:

E — umumiy energiya sarfi (kVt·s);

N — apparaturalar soni;

T — umumiy ish vaqti (soatda);

P — apparaturaning soatlik elektroenergiya sarfi.

Kursantlar soni: 10 nafar

Har biriga to'g'ri kelgan amaliy ish vaqti: 16 soat

Jami ish vaqti:

$$T = 10 \times 16 = 160 \text{ soat}$$

Shunda umumiy energiya sarfi:

$$E = 2 \times 160 \times 20 = 6400 \text{ Vt} = 6,4 \text{ kVt}$$

Simulyatorda o'tkazilgan mashg'ulotlar tahlili. Tadqiqot jarayonida simulyatorning ta'lim jarayoniga ta'sirini baholash maqsadida quyidagi ko'rsatkichlar asos qilib olindi:

Simulyatorda foydalanilgan kompyuterlar soni — 10 ta;

Mashg'ulotlarda qatnashgan kursantlar soni — 10 nafar;

Jami mashg'ulotlar soni — 60 soat;

Bir mashg'ulot davomida kompyuterda ishlash vaqti — 80 daqiqa;

Kompyuterning o'rtacha elektroenergiya sarfi — 0,8 Vt/soat;

Har bir kursantning simulyatorda o'rganishga sarflagan vaqti — 16 soat;

Nazariy bilimlarni o'zlashtirishga ajratilgan vaqt — 18 soat;

Simulyatorda kursantlar tomonidan erishilgan natija — o'rtacha “yaxshi” va undan yuqori;

Mashg'ulotlarda kursantlar faollik darajasi — maksimal, ya'ni 100 %.

Ushbu ma'lumotlar asosida simulyatorda ishlashda quyidagi ko'rsatkichlar aniqlandi:

Ta'lim samaradorligi. Ta'lim samaradorligi kursantning nazariy bilim va amaliy mashg'ulotlarda egallagan natijalariga asoslandi va quyidagi formula bilan aniqlandi:

$$T_{eff} = \frac{T_s + T_n}{T_j} \times F_d \quad (4)$$

bu yerda:

T_s – Simulyatorda ishlash vaqti (16 soat),

T_n – Nazariy bilimlarni o'zlashtirish vaqti (18 soat),

T_j – Umumiy o'quv yuklamasi (60 soat),

F_d – Faollik darajasi (100%).

$$T_{eff} = \frac{16+18}{60} \times 10 = 5,7$$

Natija: Ta'lim samaradorligi ko'rsatkichi – 5,7 ball

Mashg'ulot davomida yuzaga kelgan xatolar soni. Agar simulyator samaradorligi yuqori va kursantlarning faollik darajasi maksimal bo'lsa, xatoliklar kamayadi. Shunda quyidagi formulani qo'llaymiz:

$$X_s = k \times \left(1 - \frac{T_{eff}}{10}\right) \quad (5)$$

bu yerda:

X_s – xatolar soni (relativ ko'rsatkich);

k – maksimal xatolar ko'rsatkichi.

$$X_s = 10 \times \left(1 - \frac{5,7}{10}\right) = 10 \times 0,43 = 4,3$$

Natija: O'rtacha 4 ta xatolik mashg'ulot davomida yuzaga keldi.

Kompyuter resurslarining umumiy sarfi. Mashg'ulotlar davomida foydalanilayotgan kompyuterlarning umumiy energiya sarfi hisoblandi. Har bir mashg'ulotda 80 daqiqa davomida ishlendi, har bir kompyuterning quvvat sarfi 0.8 Vt/s tashkil etdi va bu ko'rsatkich 10 ta kompyuter uchun quyidagi formula asosida hisoblandi.

$$E = N \times T \times P \quad (6)$$

bu yerda:

E — umumiy energiya sarfi (kVt·s);

N — kompyuterlar soni (10 ta),

T — umumiy ish vaqti (soatda);

P — kompyuterning soatlik elektroenergiya sarfi (0,8 Vt/s).

Kursantlar soni: 10 nafar, har biriga to'g'ri kelgan amaliy ish vaqti: 16 soat

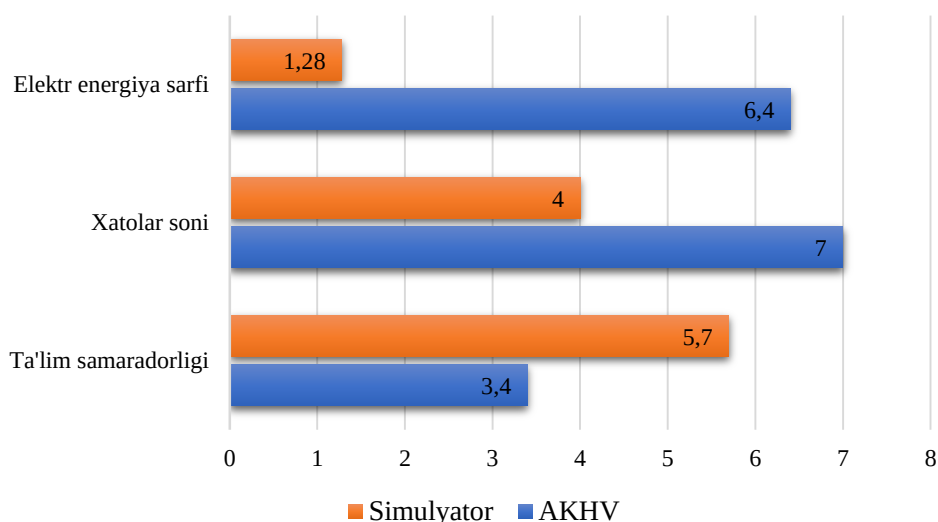
Jami ish vaqti:

$$T = 10 \times 16 = 160 \text{ soat}$$

Shunda umumiy energiya sarfi:

$$E = 10 \times 160 \times 0,8 = 1280 \text{ Vt} = 1,28 \text{ kVt}$$

Natija: Har bir mashg'ulotda 10 ta kompyuterning umumiy energiya sarfi 1,28 kVt tashkil etdi.



1-rasm Apparatura va simulyator ko'rsatkichlarining grafik taqqoslanishi

Ta'lim samaradorligidagi farq:

$$\frac{5,7-3,4}{3,4} \times 100 = 67\%$$

Ya'ni, simulyator ta'lim samaradorligini 67 % ga oshirdi.

Xatolar sonidagi farq:

$$\frac{7-4}{7} \times 100 = 42\%$$

Ya'ni, simulyator mashg'ulotda xatolar sonini 42 % ga kamaytirdi.

Resurs sarfidagi farq:

$$\frac{6,4-1,28}{6,4} \times 100 = 80\%$$

Ya'ni, simulyator resurs sarfini 80 % ga tejadi.

Xulosa

Majmuaviy simulyator ta'lim jarayonida real qurilmaga nisbatan tejamkor, xavfsiz va amaliy jihatdan qulay yechim bo'lib xizmat qiladi. Uning imkoniyatlari, xususan, qayta-qayta mashq qilish imkoni va xatolarni tahlil qilish funksiyalari kursant tayyorgarligini sifat jihatdan yaxshilashda muhim rol o'ynaydi. Samaradorlikni baholash natijalari shuni ko'rsatdiki, simulyatordan foydalangan guruhlarda bilim o'zlashtirish darajasi, amaliy ko'nikmalar va mustaqil qaror qabul qilish qobiliyati sezilarli darajada oshgan[7].

Olib borilgan tahlil natijalariga ko'ra, simulyator texnologiyasi an'anaviy apparaturaga nisbatan ta'lim samaradorligini 67 % ga oshirish imkonini bergani aniqlandi. Shu bilan birga, simulyator orqali tashkil etilgan o'quv mashg'ulotlarida kursantlar tomonidan yo'l qo'yilgan xatolar soni an'anaviy usuldagi mashg'ulotlarga nisbatan 42% ga kamaygan. Bu esa simulyatorning axborotni qabul qilish, tahlil qilish va to'g'ri qaror qabul qilish ko'nikmalarini shakllantirishda samarali platforma ekanligidan dalolat beradi.

Eng muhim jihatlardan biri – resurs sarfida kuzatilgan farqdir. Simulyatordan foydalanish natijasida energetika resurslarining sarfi 80 % ga kamaygan bo'lib, bu iqtisodiy jihatdan ham, ekologik barqarorlik nuqtai nazaridan ham muhim ustunlikni ta'minlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

- [1] Law, A. M., & Kelton, W. D. Simulation Modeling and Analysis. – 5th Edition. – McGraw-Hill, 2019.
- [2] Banks, J., Carson, J. S., Nelson, B. L., & Nicol, D. M. Discrete-Event System Simulation. – Pearson, 2010.
- [3] Fishwick, P. A. Simulation Model Design and Execution: Building Digital Worlds. – Prentice Hall, 1995.
- [4] Sokolowski, J. A., & Banks, C. M. (Eds.). Principles of Modeling and Simulation: A Multidisciplinary Approach. – Wiley, 2009.
- [5] T-301-M1 apparaturasini ekspluatatsiya qilish bo'yicha qo'llanma" Toshkent, 2019.
- [6] Turaev, X. X. Axborot tizimlarida modellashtirish va simulyatsiya usullari. – Toshkent: TATU nashriyoti, 2021.
- [7] Kenjaev, A. K. Axborot texnologiyalarida simulyatsiya va samaradorlikni baholash usullari. – Samarqand: SamDU nashriyoti, 2022.

**АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ ЭЛЕКТРОННОГО РУССКО-УЗБЕКСКОГО
СЛОВАРЯ ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ
СПЕЦИАЛИСТОВ РТВ ПВО****доцент А.А. АЗИМОВ***Институт информационно-коммуникационных технологий и военной связи УВБуО РУ*

Annotatsiya. O'zbekistonda milliy harbiy ta'lim tizimini rivojlantirish ta'lim oluvchilarning til xususiyatlarini hisobga olgan holda o'quv-metodik bazani takomillashtirishni talab etadi. Maqolada havo hujumidan mudofaa radiotexnika qo'shinlari (RTV havo hujumidan mudofaa) sohasida elektron rus-o'zbek terminologik lug'atini yaratish zarurligi ochib beriladi. Bunday resurs kasbiy tayyorgarlik sifatini oshirish, terminologik qarama-qarshiliklarni bartaraf etish, ixtisoslashtirilgan axborotdan foydalanishni soddalashtirish, shuningdek, o'zbek tilining harbiy va texnik leksikaning to'laqonli tashuvchisi sifatidagi maqomini mustahkamlashga xizmat qilishi asoslanadi.

Kalit so'zlar: harbiy terminologiya, ikki tilli lug'at, RTV havo mudofaasi, kasb-hunar ta'limi, o'zbek tili, elektron ta'lim resurslari, leksikografiya, harbiy ta'lim.

Аннотация. Развитие национальной системы военного образования в Узбекистане требует совершенствования учебно-методической базы с учётом языковой специфики обучающихся. В статье раскрывается необходимость создания электронного русско-узбекского терминологического словаря в области радиотехнических войск противовоздушной обороны (РТВ ПВО). Обосновывается, что такой ресурс позволит повысить качество профессиональной подготовки, устранить терминологические противоречия, упростить доступ к специализированной информации, а также будет способствовать укреплению статуса узбекского языка как полноценного носителя военной и технической лексики.

Ключевые слова: военная терминология, двуязычный словарь, РТВ ПВО, профессиональное обучение, узбекский язык, электронные образовательные ресурсы, лексикография, военное образование

Современное развитие вооружённых сил требует не только технической оснащённости, но и высокого уровня профессиональной подготовки личного состава. В системе подготовки специалистов радиотехнических войск противовоздушной обороны (РТВ ПВО) особую роль играет точность терминологического аппарата. Понимание, интерпретация и передача специальной информации требуют высокого уровня языковой и лексической подготовки.

На территории Узбекистана, где значительная часть обучающихся владеет узбекским языком как родным, а образовательные и технические материалы преимущественно представлены на русском языке, наблюдается явное противоречие: отсутствие унифицированной лексической базы тормозит усвоение учебного материала, порождает трудности в переводе и понимании терминов, а в ряде случаев искажает смысл.

Создание электронного русско-узбекского терминологического словаря, ориентированного на нужды РТВ ПВО, представляет собой ответ на эти вызовы. Такой словарь будет не только языковым инструментом, но и частью цифровой инфраструктуры военного образования.

Языковой барьер в системе военного образования.

Исторически сложилось, что основным языком военной науки и документации в странах постсоветского пространства был русский язык. Однако в современных условиях, особенно после укрепления статуса узбекского языка как государственного, возникает необходимость адаптации всей учебно-методической и технической базы на национальный язык.

В то же время русскоязычные термины по-прежнему широко используются в уставах, технических описаниях, регламентах и радиотехнической документации. При этом отсутствует единый переведённый корпус документов, что приводит к необходимости оперативного перевода и пояснения терминов преподавателями или самими обучающимися.

Языковой барьер в данном контексте выражается в следующих аспектах:

- затруднённое восприятие новых тем и понятий;
- искажение содержания при самостоятельном переводе;
- нехватка квалифицированных преподавателей, владеющих и терминологией, и переводом;
- невозможность стандартизировать переведённые материалы без авторитетного источника.

Эти проблемы снижают эффективность учебного процесса, особенно в технических дисциплинах, где точность терминов критически важна для понимания и практического применения.

Проблемы существующих лексикографических ресурсов.

На данный момент существует определённое количество русско-узбекских словарей, однако ни один из них не охватывает специфику военной и технической терминологии, характерной для РТВ ПВО. Универсальные словари (даже электронные) включают лишь общеупотребимую лексику, не отражающую сложных многозначных понятий, таких как:

- «радиолокационная станция дальнего обнаружения»;
- «помехоустойчивость»;
- «сопровождение цели в координатах»;
- «переход в автономный режим».

Кроме того, в разных учреждениях одни и те же термины могут переводиться по-разному, что ведёт к нарушению единства в учебных и служебных документах. Это затрудняет взаимопонимание между специалистами и курсантами, особенно в условиях совместных учений или межведомственного взаимодействия.

Электронный словарь как элемент цифровизации военного образования

1. Значение электронного словаря в военном образовании

- Быстрый доступ к специализированной терминологии, что особенно важно для понимания технических и тактических материалов.
- Поддержка изучения иностранных языков, необходимых для международного сотрудничества и чтения профильной литературы.
- Повышение уровня грамотности и точности в коммуникациях, что критично в военной сфере.

2. Преимущества электронного словаря

- Интерактивность: возможность прослушивания правильного произношения терминов, просмотра примеров использования.
- Обновляемость: словарь можно оперативно обновлять с учетом новых терминов и изменений.
- Поиск и фильтрация: удобный поиск по категориям, быстрота нахождения нужной информации.
- Интеграция с другими образовательными платформами и системами (например, с электронными учебниками, тренажерами).

3. Роль в цифровизации образования

- Содействие переходу от бумажных носителей к цифровым ресурсам.
- Улучшение качества и эффективности учебного процесса за счет современных IT-решений.
- Возможность персонализации обучения: адаптация словаря под уровень и профиль слушателей.

- Повышение мотивации обучающихся через использование современных технологий.
- 4. Практическая реализация
- Разработка мобильных приложений и веб-платформ для удобного доступа к словарю.
- Внедрение мультимедийных элементов (видео, аудио, графика).
- Связь с системами дистанционного обучения и электронными библиотеками.

Современные тенденции в образовании и оборонной сфере однозначно указывают на необходимость внедрения цифровых решений. Электронный словарь - это не просто база терминов, а полноценный инструмент:

- удобного поиска, по ключевым словам;
- автоматического сопоставления терминов и синонимов;
- предоставления примеров употребления в контексте;
- обновления и пополнения на основе обратной связи от пользователей;
- доступности с различных устройств - компьютеров, планшетов, смартфонов.

Благодаря этому словарь может быть интегрирован в электронные курсы, использоваться на интерактивных занятиях и даже применяться в полевых условиях для оперативной расшифровки команд и инструкций.

Кроме того, электронный формат позволяет постоянно развивать и дополнять ресурс, избегая проблем, связанных с устареванием бумажных изданий.

Методология построения словаря

Создание электронного словаря требует системного подхода, сочетающего принципы прикладной лексикографии, перевода, педагогики и программной инженерии. На первом этапе важно провести анализ существующих документов, уставов, учебных пособий и полевой документации, чтобы выделить наиболее частотные и значимые термины.

Затем следует этап двуязычного лексического сопоставления с учётом следующих факторов:

- терминологическая точность;
- наличие синонимичных выражений;
- краткие и расширенные толкования;
- использование в реальных контекстах (учебные тексты, команды, инструкции).

Важно учитывать, что не все термины имеют прямые эквиваленты. В таких случаях необходимо предлагать описательные переводы или вводить новые узбекские термины, что также будет способствовать развитию национального технического языка.

Целевая аудитория словаря и предполагаемое использование

Создание словаря будет полезно следующим категориям пользователей:

Категория	Цель использования
Курсанты военных вузов	Усвоение учебного материала, выполнение заданий
Преподаватели	Преподавание дисциплин, подготовка материалов
Переводчики	Перевод документации, ведение переписки
Офицеры РТВ	Поддержание боевой документации, участие в учениях
Методисты	Разработка программ и курсов
Научные сотрудники	Анализ и систематизация терминологии

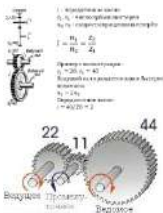
Предполагаемая структура словаря

Словарь должен быть структурирован следующим образом:

- Термин на русском языке
- Эквивалент на узбекском языке
- Грамматическая характеристика
- Определение
- Контекстное употребление
- Синонимы / аналоги

- Скриншот или иллюстрация (при наличии)
- Возможность голосового произношения (по желанию)

Примеры словарных статей:

№ п/п	Наименование термина (транскрипция), изображение	Этимология, значение термина, грамматические пометы, примеры использования термина в различных отраслях (краткие предложения или словосочетания)	Атаманing nomlanishi, ko'rinishi	Etimologiyasi, atamaning ma'nosi, grammatik yorlig'i, atamaning qo'llanishiga misollar (qisqacha so'zlar va so'z birikmalari)
1.	Датчик угла наклона (инклиометр)  Рис.1. Датчик угла наклона антенны РЛС П-18МА   Рис.2. Разновидность и датчиков угла наклона.	Инклинометр (от лат. inclino - наклоняю и ...метр) - прибор, предназначенный для измерения угла наклона различных объектов относительно гравитационного поля Земли. Помимо собственно величины угла наклона, может измеряться его направление - азимут. Грамматические пометы В состав подсистемы наклона входит датчик угла наклона - Вє. Наклон стрел антенны РЛС П-18МА в вертикальной плоскости осуществляется в пределах от минус 5° плюс 15° относительно их горизонтального положения в целях улучшения беспроводной проводки целей и изменения дальности и высоты обнаружения целей.	Егилтириш burchagi datchigi (inkliometr)  1-rasm. П-18МА РЛСning егилтириш burchagi datchigi.   2-rasm. Егилтириш burchagi datchigining turlari.	Инклинометр (lotincha inclino - егилтирман va ...метр) - Yerning gravitatsion maydoniga nisbatan turli ob'ektlarning егилтириш burchagini o'lchash uchun mo'ljallangan o'lchov asbobi. Егилтириш burchagi qiymatidan tashqari uning yo'nalishi - azimuti ham o'lchanishi mumkin. Грамматик belgi Егилтириш tizimining tarkibiga Vє - егилтириш burchagi datchigi kiradi. Nishonlarni uzluksiz kuzatib borish uchun RLS antenasining o'qlarini vertikal tekislikda minus 5°dan plus 15° oralig'ida егилтириш amalga oshiriladi.
2.	 Рис.1. Расчёт передаточного о числа.	Передаточное число - один из параметров пары зацепления из двух зубчатых колёс (двух шестерён), определяемый как соотношение числа зубьев большего зубчатого колеса к меньшему. Грамматические пометы Редуктор вращения состоит из набора цилиндрических зубчатых колес, (рисунок кинематической схемы блока 31) неподвижно укрепленных на валах I - VIII с общим передаточным числом	Uzatish soni  1-rasm. Uzatish sonini xisoblash.	Uzatish soni - ikkita o'zaro tirkalgan tishli g'ildiraklarning (ikkita shesternyalar). Ushbu parametr katta tishli g'ildirakning kichik g'ildirakning tishlari soni nisbati bilan belgilanadi. Грамматик belgi Aylantirish reduktori silindrik tishli g'ildiraklardan tashkil topgan. Ushbu g'ildiraklar I - VIII vallarda umumiy 461,4:1 o'zaro uzatish soni bilan mustaxkam qotirilgan.

3.	ЦИАТИМ-201  Рис.1. ЦИАТИМ-201	461,4:1. ЦИАТИМ-201 - антифрикционная многоцелевая литиевая смазка, разработанная в СССР. Грамматические пометы Представляет собой мазь светло-коричневого или светло-жёлтого цвета. Благодаря наличию литиевых соединений имеет маловязкую консистенцию и применяется в достаточно широком температурном диапазоне - от -60 °С до +90 °С. Смазка разработана в Центральном институте авиационных топлив и масел - ЦИАТИМ, ныне Всероссийский научно-исследовательский институт по переработке нефти (ВНИИ НП). Шестерни 17/98, 47/133 находятся в полости корпуса редуктора вращения, имеющего жидкую смазку, а шестерни 24/68, 20/98, 46/230, 50/230 находятся в сухой полости и смазываются смазкой ЦИАТИМ-201.	SIATIM-201  1-rasm. SIATIM-201	SIATIM-201 - Sovet itifoqida ishlab chiqilgan ko'p maqsadli antifriksion quyma moyi. Grammatik belgi Och jigar rang yoki och sariq rang ko'rinishiga ega. selsiy bo'yicha minus 60 gradusdan plyus 90 gradusgacha bo'lgan oraliqda qo'llaniladi. 17/98, 47/133 shesternyalari suyuq moy bilan moylanadigan aylantrirish reduktorining bo'shlig'ida joylashgan, 24/68, 20/98, 46/230, 50/230 shesternyalari esa quruq bo'shliqda joylashgan va SIATIM-201 moyi bilan moylanadi.
4.	ЦИАТИМ-221  Рис.1. ЦИАТИМ 221	ЦИАТИМ-221 - кальциевая многоцелевая водо- и термостойкая пластичная смазка на основе силиконового масла. Грамматические пометы В её состав входит кремнийорганическая жидкость, загущённая комплексным мылом с добавлением антиокислительной присадки. Для консервации блока 31М применяйте следующие материалы: смазка ЦИАТИМ 221, смазка ЦИАТИМ 201, топливо дизельное.	SIATIM-221  1-rasm. SIATIM-221.	SIATIM-221 - silikon moy asosida bo'lgan kalsiyli ko'p maqsadli suv va issiqlikka bardoshli yumshoq moy. Grammatik belgi Uning tarkibida kompleksli sovun bilan quyuqlashtirilgan va zanglashga qarshi moddalar qo'shilgan kremniy organik suyuqlik mavjud. 31M blokini konservatsiya qilish uchun quyidagi materiallar qo'llaniladi: SIATIM 221 moyi, SIATIM 201 va dizel moyi.
5.	Силумин	Силумин - сплав алюминия с кремнием. Грамматические пометы Химический состав - 4-22	Silumin	Silumin - alyumin va kremniy quymasi. Grammatik belgi Kimyoviy tarkibi - 4-22 % Si,

	 Рис.1. Отливка из силумина и силуминовая головка двигателя внутреннего сгорания.	% Si, основа - Al, незначительное количество примесей Fe, Cu, Mn, Ca, Ti, Zn, и некоторых других. В отличие от дюралюминия, силумины устойчивы к коррозии во влажной атмосфере и морской воде, в слабокислой и щелочной среде. Конструктивно блок азимутальных датчиков РЛС П-18МА выполнен в виде литого силуминового корпуса.	 1-rasm. Siluminli quyma va ichki yonuv dvigatelinining siluminli kallagi.	asosi - Al, ko'p bo'lmagan Fe, Cu, Mn, Ca, Ti, Zn va boshqalarning qorishmalari. Dyuralyumindan farqli siluminlar nam atmosfera va dengiz suvida korroziyaga bardoshli. Konstruktiv jixatdan П-18МА radiolokatsion stansiyasining azimutal datchiklar bloki quyma silumin korpus ko'rinishida ishlangan.
--	--	---	--	--

Ожидаемые результаты и значимость разработки

Внедрение данного электронного словаря в образовательную и служебную практику обеспечит:

1. Снижение языкового барьера - благодаря точному и унифицированному переводу терминов.
2. Повышение качества образования - через улучшение понимания учебных и служебных текстов.
3. Развитие узбекской технической терминологии - как элемента языковой независимости.
4. Цифровизацию учебного процесса - в рамках стратегии развития электронного образования.
5. Поддержку офицеров-практиков - в оперативной и командной деятельности.

Заключение. Таким образом, разработка электронного русско-узбекского терминологического словаря для нужд профессиональной подготовки специалистов РТВ ПВО представляет собой не просто образовательный проект, а стратегически важную инициативу. Она отвечает актуальным вызовам времени: цифровизации, языковой модернизации, стандартизации обучения и обеспечения боевой готовности.

Словарь станет опорной точкой для формирования устойчивой терминологической базы, которая будет использоваться как в учебной, так и в практической деятельности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

- [1] Аминов Ш.Х. Военная терминология в Узбекистане: проблемы и перспективы. - Ташкент, 2022.
- [2] Лотте Д.С. Основы построения научно-технической терминологии. - М.: Наука, 1982.
- [3] Абдурасулов У. Русско-узбекский словарь технических терминов. - Ташкент, 2019.
- [4] Стандарты обучения РТВ ПВО. - МО РУз, 2021.
- [5] Ибрагимов К.Ю. Электронные лексикографические ресурсы: теория и практика. - Ташкент: Университет, 2020.

**ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА
ОФИЦЕРА ПУСКА ТРЕНАЖЕРА ЗРК ПЕЧОРА – 2М****д.ф.т.н. (PhD) У.Р. ДАВЛАТОВ, М.М. СУЛТОНОВ***Институт информационно-коммуникационных технологий и военной связи УВБиО РУ*

Аннотация: В данной статье описываются принципы построения, алгоритм работы офицера пуска, основные функции, технические характеристики и состав тренажера автоматизированного рабочего места офицера пуска (АРМ ОП). Данный тренажер предназначен для проведения эффективной подготовки и обучения операторов АРМ пуска в составе боевого расчета ЗРК Печора – 2М как в высших военных учебных заведениях, так и в действующих войсковых частях ЗРВ с целью формирования и дальнейшего развития навыков ведения боевой работы по отражению ударов средств воздушного нападения (СВН) в различных условиях воздушной и помеховой обстановки.

Ключевые слова: Автоматизированное рабочее место АРМ, офицер пуска ОП, зенитный ракетный комплекс ЗРК, противовоздушная оборона ПВО, симуляционный тренажер, средств воздушного нападения, станция наведения ракет СНР, радиолокационная станция целеуказания РЛС ЦУ.

Аннотация: Ушбу мақолада пуск офицери автоматлашган иш жойи тренажёрини тузилиш принципи, ишлаш алгоритми, асосий функциялари, техник характеристикалари ва таркиби тавсифланади. Мазкур тренажёр Печора – 2м ЗРК жанговар ҳисоб таркибидаги пуск операторларини самарали ўқитиш ва уларни амалий тайёрлаш учун мўлжалланган. Бундай тайёрловни, ҳар ҳил ҳаво ва радиохалақитлар шароитида ҳаво ҳужуми воситаларини зарбаларини қайтариш бўйича жанговар иш олиб боришда, ҳам ХХМ ЗРК бўлинмаларида, ҳам олий ҳарбий таълим муассасаларида қўллаш мақсадга мувофиқдир.

Калит сўзлар: Автоматлашган иш жойи, пуск офицери, зенит ракета мажмуаси, ҳаво ҳужумидан мудофаа, симуляция тренажёри, ҳаво ҳужуми воситалари, ракета йўналтирувчи станция, нишон курсатувчи радиолокацион станция.

Современные условия ведения вооруженной борьбы характеризуются широким применением средств воздушного нападения, отличающихся высокой скоростью, маневренностью и разнообразием применяемых тактических приёмов. В этих условиях эффективность противовоздушной обороны напрямую зависит от уровня подготовки личного состава а особенно операторов зенитных ракетных комплексов (ЗРК) на которых возлагается задача своевременного обнаружения, сопровождения и уничтожения воздушных целей.

В развитых в военном отношении странах мира таких как Российская Федерация, Китай, США, Индия, Великобритания и Израиль для подготовки боевых расчетов широко применяются тренажеры зенитных ракетных комплексов.

В настоящее время в ЗРВ ПВО имеются только лишь встроенные в состав аппаратуры боевых кабин управления ЗРК имитационные тренажеры (рис. 1), эксплуатация которых часто бывает затруднительной по причине нецелесообразности расходования ресурса дорогостоящей техники (в связи с тем, что при этом необходимо произвести включение всей аппаратуры станции), а также невозможности использования тренажерных систем для проведения тренировок боевого расчета в необходимом объеме, так как кабины управления ЗРК в составе всей техники дивизиона постоянно привлекаются к несению боевого дежурства по охране воздушных рубежей Республики Узбекистан. Кроме того, слишком

частая эксплуатация боевой техники не по прямому назначению ведет к риску выхода ее из строя, что приводит к срыву несения боевого дежурства.



а)



б)

Рис. 1. Встроенные имитационные тренажеры:
а) старого образца; б) нового образца.

Анализ проведенных в войсках ПВО практических занятий и различных учений показывает, что отдельные лица боевого расчета не всегда на должном уровне владеют навыками безошибочной работы по поиску, сопровождению и уничтожению воздушных целей вследствие слабой натренированности. При этом ошибки операторов кабины управления при ведении боевой работы могут привести к пропуску СВН противника и срыву выполнения боевой задачи. Частоту ошибочных действий операторов можно оценить как обратно пропорциональную его навыкам ведения боевой работы и готовности к действиям в различных ситуациях. Поскольку в войсковых частях возможность обучения и переподготовки лиц боевого расчета на действующих ЗРК практически отсутствует по причине нецелесообразности расходования ресурсов техники, а также постоянного привлечения ВВТ к несению боевого дежурства по ПВО, возникает необходимость создания специализированных тренажерных комплексов и автоматизированных систем обучения. [1,5]

Автоматизированное рабочее место офицера пуска кабины управления УНК – 2М – это программно-аппаратный комплекс, предназначенный для автоматизации процесса поиска воздушных целей, оснащенный персональным компьютером, программным обеспечением и совокупностью информационных ресурсов индивидуального и коллективного пользования, которые позволяют вести обработку данных с целью получения информации, обеспечивающей поддержку принимаемых оператором поиска решений при ведении боевой работы. Рабочее место должно быть спроектировано таким образом, чтобы обеспечить наиболее полную реализацию всех способностей и профессионального мастерства оператора.

Автоматизированное рабочее место офицера пуска является важной составной частью системы индикации и управления пусковые установки ЗРК Печора – 2М. Оно размещается в кабины управления (УНК – 2М) и предназначено для ввода цифровой и текстовой информации, установки режимов работы АРМ-П и выдачи команд управления на пусковые установки.

Функции тренажера АРМ офицера пуска:

включение системы режим работы АРМ П;

включение режима выбора пусковых установок для стрельбы;

контроль за состоянием работы системы вращения антенны и самоходных пусковых установок СПУ;

включение автономного управления СПУ;

вывод на монитор АРМ П информации о целях в секторе поиска;

вывод на монитор АРМ П информации целеуказания (ЦУ), выдаваемой от офицера наведения;

перевод ракет, находящихся в боевом положении, в режимы «Готовность 2», «Готовность 1» и снятие их с подготовки;

определение и выбор вида стрельбы: залпом (очередью) или одиночными ракетами;

установки частотного литеры РПК, которая предназначена для выбора кода частоты (литеры) РПК в соответствии с литерой сменного гетеродина ЗУР;

включение ответчика ЗУР первого (второго) канала;

отображении зоны поражения в процессе боевой работы, а также позиции с пусковыми установками и СНР;

выбор способы подрыва боевой части;

пуск ракет с выбором ракетного канала;

осуществление самоконтроля аппаратуры при ее включении.

Технические характеристики целей выдаваемые на тренажер:

Количество имитируемых целей до 60

Параметры трасс движения:

имитируемых целей:

дальность, км до 200

высота, км 0,025 – 20

скорость, км/ч 100 – 2200

ЭПР целей, м 0,5 – **0,10**

Максимальное количество постановщиков активных помех **20 дБ**

Состав тренажера АРМ оператора пуска

Тренажер АРМ пуска состоит из следующих основных частей:

1. Корпус тренажера;

2. Контрольный блок пуска в составе:

- монитор;

- панель управления;

- джойстик У;

- модуль управления боевой работой;

- модуль источника питания;

- устройство управления процессом поиска воздушных целей.

3. Компьютер комплексной индикации и управления.

При конструировании автоматизированного рабочего места тренажера АРМ оператора пуска (Рис.2) к числу основных условий, способствующих наиболее полной реализации профессионализма оператора, относят:

- достаточное рабочее пространство, позволяющее осуществлять различные движения и перемещения при эксплуатации и техническом обслуживании оборудования;

- надежные физические, зрительные и слуховые связи оператора с оборудованием, а также другими лицами боевого расчета;

- достаточный уровень освещения;

- допустимый уровень акустического шума и вибрации. [2]

Кроме того, необходимо предусмотреть следующие меры:

- предупреждение и снижение преждевременного утомления (усталости) оператора;

- предотвращение стресса и, как следствие, совершение ошибочных действий;

- обеспечение быстроты, безопасности, простоты и экономичности технического обслуживания;

- соответствие оборудования функциональным требованиям и предполагаемым условиям эксплуатации.

При организации рабочего места необходимо принимать во внимание конфигурацию и способ размещения панелей индикаторов и органов управления.

Закключение:

Достоинствами использования рабочее место тренажера АРМ ОП являются значительная экономия моторесурса боевой техники, отсутствие больших материальных затрат, требуемых при проведении имитационных тренировок непосредственно на кабины управления, а также полная имитация внезапного появления всех типов СВН противника (бомбардировщик, истребитель, штурмовик, вертолет, беспилотный летательный аппарат, крылатая ракета и т.д.) в зоне обнаружения радиолокационных систем, возможность создания налета любой сложности (одиночная, групповая или маневрирующая цель, летящая под прикрытием естественных или искусственных помех и т.п.),

в условиях радиолокационного подавления, полетов СВН на малых и предельно малых высотах, маневров по курсу и в большом диапазоне высот и скоростей. Тренажер обеспечивает обучение и индивидуальную тренировку операторов АРМ пуска, выполнение ими всех операций боевой работы во всех режимах обзора воздушного пространства, обнаружения воздушных целей, вследствие чего обучение на тренажере максимально приближено к боевой обстановке. Тренажер функционирует в различных погодных и климатических условиях: при температуре окружающего воздуха от -50 до $+50$ °С; при относительной влажности 98% (при температуре $+35$ °С); время подготовки тренажера к работе – не более 3 минут.

Тренажер обеспечивает широкие возможности моделирования массированных ударов средств воздушного нападения с воспроизведением оперативно-тактических и летных характеристик, способов боевого применения различных самолетов, вертолетов, беспилотных летательных аппаратов, баллистических, крылатых и противолокационных ракет. [5,6]

Таким образом, нет сомнения в том, что тренажеры, исполненные с использованием информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), способны предложить все возрастающие возможности для развития системы военного образования, а именно по подготовке операторов пуска ЗРК. В этом глобальном процессе обучения и воспитания военнослужащих Войск ПВО планомерно ведутся работы для создания всех условий по подготовке квалифицированных специалистов по выполнению боевой задачи.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

[1] Нурметов. Б.С. Разработка симуляционного тренажёра по боевой работе машины командования и управления зенитного ракетного дивизиона FD – 2000. // Диссертационная работа. – Т., 2021 – С. 78-102.

[2] Лямзин Д.В. Использование ИКТ в учебном процессе // Материал из Letopisi.Ru — «Время вернуться домой».

[3] Бабич И.Н. Новые образовательные технологии в век информации / Материалы XIV Международной конференции «Применение новых технологий в образовании». – Троицк: Фонд новых технологий в образовании «Байтик». – 2003. – С. 68-70.

[4] Ахметшина Г.Х. Использование ИКТ в учебно-воспитательном процессе.

[5] Исохов А.Х., Муродов Д.С. Внедрение тренажеров-симуляторов для повышения квалификации и знаний специалистов подразделений радиоэлектронной разведки и борьбы: “Қуролли кучлар тизимида инновацион технологиялар ва уларни амалиётга жорий этиш истикболлари” мавзусидаги Республика илмий-услугий конференцияси мақолалар тўплами, (ХДФУ) // 2020. – Б. 334-337.

[6] Рыбаков А.А. Роль тренажера в подготовке операторов // Современные способы по подготовке специалистов – 2015.

МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ И СТРУКТУРИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО РУССКО-УЗБЕКСКОГО ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКОГО СЛОВАРЯ ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ РТВ ПВО

доцент А.А. АЗИМОВ, Г.Ж. КАМОЛОВА

Институт информационно-коммуникационных технологий и военной связи УВБнО РУ

Аннотация: В статье рассматривается методика разработки электронного русско-узбекского терминологического словаря, предназначенного для профессиональной подготовки специалистов радиотехнических войск противовоздушной обороны (РТВ ПВО). Обоснована необходимость создания специализированного словаря с учётом особенностей технической и военной терминологии. Описаны этапы сбора, отбора и структурирования терминов, а также технические аспекты реализации электронного словаря. Рассмотрены проблемы перевода и обеспечения терминологической консистентности, а также пути их решения. Сделан акцент на важности интеграции словаря в образовательный процесс с целью повышения качества профессиональной подготовки.

Ключевые слова: терминологический словарь, РТВ ПВО, русско-узбекская терминология, электронный словарь, профессиональная подготовка, структурирование терминов.

Annotatsiya: Maqolada havo hujumidan mudofaa radiotexnika qo'shinlari mutaxassislarini kasbiy tayyorlash uchun mo'ljallangan elektron rus-o'zbek terminologik lug'atini ishlab chiqish metodikasi ko'rib chiqiladi. Texnik va harbiy terminologiyaning xususiyatlarini inobatga olgan holda ixtisoslashtirilgan lug'at yaratish zarurligi asoslantirilgan. Atamalarni yig'ish, tanlash va tuzish bosqichlari, shuningdek, elektron lug'atni amalga oshirishning texnik jihatlari bayon etilgan. Tarjima va terminologik mustahkamlikni ta'minlash muammolari hamda ularni hal etish yo'llari ko'rib chiqildi. Kasbiy tayyorgarlik sifatini oshirish maqsadida lug'atni ta'lim jarayoniga integratsiyalash muhimligiga e'tibor qaratildi.

Kalit so'zlar: terminologik lug'at, RTV havo mudofaasi, rus-o'zbek terminologiyasi, elektron lug'at, kasbiy tayyorgarlik, atamalarni tuzish.

Современная профессиональная подготовка специалистов в технических и военных сферах требует точного и однозначного понимания специализированной терминологии. В условиях глобализации и цифровизации образования растёт значимость электронных терминологических ресурсов, обеспечивающих удобный и быстрый доступ к терминологической информации. Особую роль в этом процессе играют словари, которые обеспечивают лингвистическую поддержку двуязычной коммуникации, особенно в многоязычных странах, таких как Узбекистан, где широко используется как узбекский, так и русский язык.

Радиотехнические войска противовоздушной обороны (РТВ ПВО) - одна из ключевых составляющих национальной безопасности, чья профессиональная деятельность связана с использованием сложной технической терминологии. Создание специализированного электронного русско-узбекского терминологического словаря для этой сферы является актуальной задачей, позволяющей повысить эффективность обучения и коммуникации специалистов.

Цель данной статьи - разработать методику создания и структурирования электронного русско-узбекского терминологического словаря, учитывающую особенности терминологии РТВ ПВО и технические требования к электронным ресурсам.

Теоретические основы терминологической работы и лексикографии. Терминология как научная дисциплина изучает совокупность специализированных понятий, отражающих

предметную область знаний, а также закономерности формирования, функционирования и развития терминов в языке. В основе терминологической работы лежит необходимость создания чёткой и однозначной системы понятий, которая обеспечивает эффективное общение специалистов внутри профессиональной сферы и с другими заинтересованными сторонами.

Терминология - это совокупность терминов, специализированных слов и выражений, используемых в определённой отрасли науки, техники или производства. Термин обладает рядом характерных признаков: однозначностью, устойчивостью значения, стандартизованностью и узкой сферой употребления. В отличие от общелексических слов, термин отличается строго фиксированным значением, отражающим конкретное понятие в профессиональной области.

Терминологический словарь - это систематизированный свод терминов, включающий определения, переводы, синонимы, антонимы и дополнительные пояснения. Цель словаря - обеспечить точное понимание и единообразное использование терминов, что особенно важно в сферах с высокой степенью специализации, таких как военная техника и радиотехнические войска.

Военная и техническая терминология характеризуется строгой нормативностью и точностью, так как ошибки в понимании терминов могут привести к серьёзным последствиям в обучении и эксплуатации техники. Термины в этих сферах часто связаны с конкретными техническими объектами, процессами, процедурами, что требует не только лингвистической, но и технической компетенции при их создании и переводе.

Кроме того, военная терминология имеет свои особенности, связанные с секретностью, новизной понятий и быстрым развитием технологий. Это накладывает дополнительные требования к словарной работе, включая регулярное обновление и проверку актуальности терминов.

Разработка терминологических словарей опирается на несколько ключевых принципов:

- Полнота и актуальность - словарь должен охватывать наиболее важные и часто используемые термины в конкретной области, регулярно обновляться с учётом новых понятий и изменений в отрасли.

- Точность и однозначность - каждое терминологическое обозначение должно иметь чёткое и однозначное определение, исключающее двусмысленность.

- Унифицированность и стандартизация - использование единых норм и стандартов оформления терминов (например, ГОСТ или международных стандартов ISO) способствует унификации терминологии и облегчает межотраслевое и межкультурное взаимодействие.

- Системность - термины должны быть представлены в контексте их взаимосвязей, классификации и тематических групп, что облегчает понимание и запоминание.

- Доступность и удобство использования - особенно для электронных словарей важна интуитивно понятная структура, функционал поиска, фильтрации и навигации.

Лексикография - наука и практика составления словарей, охватывающая все типы словарей, включая общелексические, двуязычные, тематические и терминологические. Терминография - специализированная отрасль лексикографии, занимающаяся созданием и систематизацией терминологических словарей.

Терминография требует не только лингвистических знаний, но и глубокого понимания предметной области, поскольку термины должны отражать точные понятия. В отличие от традиционных словарей, терминологические словари часто включают определения, пояснения, а также сведения о сфере употребления, нормативности и стандартах.

Лексикография - наука и практика составления словарей, охватывающая все типы словарей, включая общелексические, двуязычные, тематические и терминологические. Терминография - специализированная отрасль лексикографии, занимающаяся созданием и систематизацией терминологических словарей.

Терминография требует не только лингвистических знаний, но и глубокого понимания предметной области, поскольку термины должны отражать точные понятия. В отличие от традиционных словарей, терминологические словари часто включают определения, пояснения, а также сведения о сфере употребления, нормативности и стандартах.

В последние десятилетия происходит активное развитие электронных словарей, которые обладают рядом преимуществ по сравнению с печатными изданиями:

- Обновляемость и гибкость - электронный словарь можно регулярно пополнять новыми терминами и корректировать существующие записи.
- Интерактивность - возможность быстрого поиска, фильтрации и навигации по терминам, использование гиперссылок, мультимедийных элементов (аудио, видео).
- Интеграция с другими системами - словарь может быть встроен в образовательные платформы, базы данных и справочные системы.
- Доступность - возможность использования с различных устройств, включая мобильные, обеспечивает широкое распространение и удобство.

В контексте подготовки специалистов РТВ ПВО создание электронного русско-узбекского терминологического словаря является не просто инструментом лингвистической поддержки, но и частью цифровой образовательной среды, способствующей повышению квалификации и качеству обучения.

Русско-узбекская терминология в сфере радиотехнических войск противовоздушной обороны (РТВ ПВО) представляет собой сложную систему языковых единиц, обусловленную историко-культурными, лингвистическими и техническими факторами. Специфика этой терминологии связана с необходимостью точного и однозначного отражения сложных технических понятий и процессов, что особенно важно для профессиональной подготовки специалистов и успешного выполнения ими служебных обязанностей.

Русский язык, являясь одним из основных языков технической и военной документации в постсоветском пространстве, служит основным источником терминологии в области РТВ ПВО. Узбекский язык, имеющий иные морфологические и синтаксические структуры, зачастую испытывает трудности с адаптацией ряда технических терминов, которые изначально формировались на русском языке.

Основные проблемы при формировании русско-узбекской терминологии связаны с:

- Разницей в словообразовательных моделях: Русский язык широко использует сложные слова и аббревиатуры, в то время как узбекский склонен к агглютинации (постпозитивные аффиксы), что усложняет точный перевод терминов.
- Отсутствием прямых эквивалентов: Многие русские технические термины не имеют устоявшихся эквивалентов в узбекском языке, что требует создания новых терминов или использования транслитерации.
- Фонетическими и графическими особенностями: Передача русских терминов в узбекской латинской графике порой приводит к неоднозначному прочтению и написанию терминов.

Терминология РТВ ПВО включает в себя большое количество специализированных слов, отражающих сложные технические процессы, аппаратуру и методы работы. При переводе на узбекский язык возникают следующие проблемы:

- Неоднозначность значений: Некоторые термины имеют широкий круг значений в русском языке, что затрудняет выбор точного узбекского эквивалента без потери смысла.
- Семантическая расширенность и суженность: Узбекские аналоги могут быть либо слишком узкими, либо, наоборот, слишком общими по значению по сравнению с русскими терминами.

• Конвенциональные различия: В военной терминологии важна стандартизация. Русский термин «радиолокационный пост» должен быть однозначно переведен, чтобы избежать путаницы с узбекским «radio kuzatuv punkti» или другими вариантами.

Исторические и культурные связи между русским и узбекским народами способствовали взаимопроникновению языков и терминологических систем. Однако терминологическая интеграция требует учета национальных языковых норм и предпочтений, чтобы обеспечить правильное восприятие и усвоение терминов.

Важным фактором является то, что профессиональная подготовка специалистов РТВ ПВО проходит на двух языках, что требует двуязычных терминологических ресурсов, способных обеспечить единое понимание технических понятий без искажений.

Термин «антенна» в русском языке имеет прямой заимствованный эквивалент в узбекском - «antenna», но в некоторых случаях требуется пояснение или определение, чтобы подчеркнуть технические особенности конструкции.

Сложные термины, например, «многоканальная радиосвязь», требуют не только перевода, но и детального описания для понимания структуры и функционирования системы.

Для решения подобных проблем используются следующие подходы:

- Создание специализированных глоссариев и словарей, где каждому русскому термину сопоставлен узбекский эквивалент с подробным определением.
- Использование транслитерации с пояснением, когда нет устоявшегося аналога.
- Экспертная проверка терминов с участием специалистов в области РТВ ПВО и лингвистов для обеспечения точности, и однозначности.

Стандартизация терминов играет ключевую роль в обеспечении эффективности обучения и практической деятельности специалистов РТВ ПВО. Унифицированный терминологический словарь помогает:

- Избежать разночтений и ошибок в понимании технических инструкций и документации.
- Обеспечить однородность профессионального языка в многоязычной среде.
- Повысить качество и скорость обучения за счёт ясности и доступности терминологического материала.

Термины собираются из множества источников: учебной литературы, технической документации, нормативных актов, научных публикаций. Критерии отбора включают частотность употребления, актуальность для сферы РТВ ПВО и нормативность использования.

Методы сбора - как автоматизированные (анализ текстов с помощью программных средств), так и ручные (экспертное опознание и отбор терминов).

Каждый термин представлен в словаре с указанием:

- Текста термина на русском языке
- Определения термина
- Перевода на узбекский язык
- Контекста употребления
- Синонимов и антонимов (если применимо)
- Категории по тематике (радиолокация, связь, электроника)

Термины группируются по разделам и снабжаются тегами для удобства поиска и навигации.

Для разработки словаря выбирается современная платформа, обеспечивающая работу с базой данных и пользовательский интерфейс. Форматы хранения данных - XML или JSON, что обеспечивает совместимость с другими образовательными системами.

Словарь оснащается функционалом поиска по ключевым словам, фильтрации по категориям, гиперссылками между терминами и мультимедийными материалами (иллюстрации, аудио произношения).

Проблемы и пути их решения

Основные проблемы

Лингвистические проблемы

- Отсутствие устоявшихся эквивалентов: Многие специализированные русские термины не имеют точных узбекских соответствий, что вызывает трудности при переводе и формировании однозначных определений. Например, термин «фазированная антенная решетка» - сложное техническое понятие, которое требует точного отражения всех компонентов в переводе.

- Неоднозначность и многозначность терминов: Некоторые русские термины имеют несколько значений в зависимости от контекста, что затрудняет выбор правильного узбекского аналога.

- Сложности словообразования: Морфологические различия между русским и узбекским языками усложняют создание новых терминов, особенно когда речь идёт о сложносоставных и аббревиатурных словах.

- Фонетические и графические различия: Передача терминов из кириллицы в латиницу, а также особенности узбекской фонетики могут приводить к неоднозначности в написании и произношении терминов.

Технические и тематические проблемы

- Быстрое развитие технологий: Область РТВ ПВО интенсивно развивается, появляются новые понятия и аппаратура, что требует регулярного обновления словаря и интеграции новых терминов.

- Разнообразие предметных областей: Терминология охватывает различные подотрасли - радиолокация, радиоэлектроника, связь, средства обнаружения - каждая из которых имеет свою специфику.

Организационные и методические проблемы

- Недостаток специалистов: Отсутствие достаточного числа экспертов, владеющих одновременно техническими знаниями и лингвистическими навыками, замедляет процесс формирования словаря.

- Отсутствие стандартизации: Несогласованность в терминологических нормах и отсутствие единых стандартов осложняют унификацию терминологии.

- Ограниченные ресурсы: Финансовые и технические ограничения могут затруднить разработку и поддержание электронной платформы словаря.

Пути решения проблем

Лингвистические решения

- Разработка новых терминов и неологизмов: Совместная работа лингвистов и технических экспертов по созданию адекватных эквивалентов с учётом морфологических особенностей узбекского языка.

- Использование транслитерации и пояснительных комментариев: Там, где точного эквивалента нет, следует применять транслитерацию с подробным описанием и контекстом использования термина.

- Создание многоуровневой структуры словаря: Включение в словарь не только терминов, но и синонимов, антонимов, пояснений и иллюстраций для повышения ясности.

Технические и тематические решения

- Регулярное обновление словаря: Организация постоянного мониторинга технологических новшеств и своевременное добавление новых терминов.

- Модульное построение словаря: Разделение терминологии по тематическим разделам для упрощения навигации и облегчения работы с конкретными подотраслями.

- Использование мультимедийных материалов: Включение схем, фото и видео, поясняющих технические термины.

Организационные и методические решения

- Формирование междисциплинарных команд: Объединение лингвистов, инженеров и преподавателей для создания и рецензирования терминов.

- Разработка и внедрение стандартов: Адаптация и соблюдение международных и национальных стандартов терминологической работы (ГОСТ, ISO).

- Использование современных технологий: Применение баз данных, систем управления терминологией (ТМС), электронных платформ с функцией поиска и фильтрации.

- Обучение специалистов: Проведение семинаров и курсов по терминологической работе для специалистов разных профилей.

Примеры успешных решений

- Внедрение электронного терминологического ресурса с интерактивным поиском и системой обновлений, что позволило повысить оперативность доступа к актуальной информации.

- Создание глоссариев и тематических словарей с двуязычными определениями и пояснениями для учебных целей.

- Использование обратной связи от пользователей словаря для корректировки и дополнения терминологической базы.

Применение словаря в профессиональной подготовке

Электронный русско-узбекский терминологический словарь в сфере радиотехнических войск противовоздушной обороны (РТВ ПВО) является неотъемлемым инструментом повышения качества профессиональной подготовки и повышения квалификации специалистов. Его использование позволяет эффективно преодолевать языковые барьеры, обеспечивает стандартизацию терминологии и способствует углубленному освоению технических знаний.

Обеспечение языковой поддержки и стандартизации терминологии

Одной из ключевых функций терминологического словаря является предоставление точных и однозначных определений терминов на двух языках - русском и узбекском. В многоязычной среде обучения это способствует:

- Устранению двусмысленности и неправильного понимания технических понятий.

- Формированию единого профессионального языка, необходимого для обмена знаниями и информацией.

- Повышению уверенности студентов и специалистов при использовании профессиональной лексики в устной и письменной форме.

Использование в учебном процессе и самостоятельной работе

- Интеграция в учебные программы: Словарь может служить базовым справочным материалом при изучении профильных дисциплин - радиолокации, связи, радиоэлектроники, эксплуатации технических средств.

- Поддержка при выполнении лабораторных и практических занятий: Специалисты получают возможность быстро уточнять значение терминов, что повышает эффективность освоения оборудования и технических процедур.

- Самостоятельное изучение и самообразование: Электронный формат обеспечивает удобный доступ к терминологии вне учебных аудиторий, что особенно важно для дистанционного обучения и повышения квалификации.

Повышение качества перевода и технической документации

Профессиональная подготовка специалистов РТВ ПВО часто требует работы с технической документацией на русском языке. Словарь помогает:

- Правильно понимать и переводить технические инструкции, руководства и нормативные документы.

- Избегать ошибок при составлении отчетов, докладов и технических описаний на узбекском языке.

- Формировать навыки точного и корректного использования терминологии в официальной и технической коммуникации

Содействие межкультурной и межъязыковой коммуникации

В условиях двуязычной или многоязычной образовательной и профессиональной среды, словарь становится инструментом:

- Согласования понятий и терминов между специалистами с разным языковым бэкграундом.

- Обеспечения единых стандартов и норм в работе коллективов, где русский и узбекский языки используются параллельно.

- Упрощения процесса обмена знаниями, проведения обучающих мероприятий и консультаций.

Использование современных технологий для повышения эффективности

Электронный формат словаря позволяет реализовать дополнительные возможности, важные для профессиональной подготовки:

- Функция быстрого поиска и фильтрации позволяет оперативно находить нужные термины и сокращает время на изучение материала.

- Гиперссылки и кросс-ссылки между терминами обеспечивают глубокое понимание взаимосвязей и контекста.

- Мультимедийные элементы (изображения, схемы, аудио-произношение) делают обучение более наглядным и эффективным.

- Интеграция с обучающими платформами и системами дистанционного образования расширяет возможности для самостоятельной работы и контроля усвоения материала.

Заключение. Разработка и внедрение электронного русско-узбекского терминологического словаря для специалистов РТВ ПВО является важным шагом в совершенствовании профессиональной подготовки. Предложенная методика создания и структурирования словаря учитывает лингвистические и технические особенности, что обеспечивает высокое качество и практическую пользу ресурса. Перспективы дальнейшей работы включают расширение функционала словаря и интеграцию с системами искусственного интеллекта для автоматического обновления терминологии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

[1] Н.Л. Гилярова, Теория и практика терминографии. - М.: Наука, 2018. - 256 с.

[2] С.В. Иванов, Основы военной терминологии. - СПб.: Изд-во Воен. акад., 2020.- 312 с.

[3] А.М. Каримов, , Рахимова, З. Т. Перевод и терминология в технической сфере: проблемы и решения // Вестник лингвистики. - 2022. - № 3. - С. 45-58.

[4] Петров, Д. А. Электронные словари в профессиональном обучении. - М.: Просвещение, 2019. - 198 с.

[5] Ф.К. Шарипов, Русско-узбекские языковые контакты в технической сфере. - Ташкент: Унив. изд-во, 2021. - 145 с.

INTELLEKTUAL TIZIMLAR ASOSIDA PROFAYLING USULINI QO'LLASH

p.f.d. (DSc), dotsent F.T.SHERMATOV*O'R HX va MU Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari va harbiy aloqa instituti*

Annotatsiya. Ushbu ilmiy maqolada jamoat xavfsizlikni ta'minlashda huquqni muhofaza qiluvchi soha xodimlarini ish faoliyatining samaradorligini oshirish maqsadida, tartibbuzarliklarni barvaqt oldini olishda intellektual tizimlarni qo'llash asosida profayling metodikasi yordamida shaxsning noverbal xatti-harakatlari va o'ziga xos xususyatlarini taxlil etish hamda uning harakatlarini haqqoniy baholash va bashorat qilish metodikasi haqidagi fikr va mulohazalar atroflicha ilmiy bayon etilgan.

Kalit so'zlar: profayling, noverbal harakatlar, haqqoniy baholash va bashorat qilish, psixolingvistika, verbal harakatlar, xotira, diqqat, idrok, sezgilar, tafakkur, hayol.

Аннотация. В данной научной статье с целью повышения эффективности работы сотрудников правоохранительных органов по обеспечению общественной безопасности во время крупных общественных мероприятий проводится анализ невербального поведения и уникальных особенностей человека с использованием методики профайлинга, который основан на использовании интеллектуальных систем раннего предупреждения нарушений, а также его действий. Мнения и комментарии о методе правдивой(реальной) оценки и прогнозирования изложены научно.

Ключевые слова: профилирование, невербальные действия, правдивая оценка и прогноз, психолингвистика, вербальные действия, артерия, пульсация, память, внимание, восприятие, ощущения, мышление, воображение.

Abstract. In this scientific article, in order to increase the efficiency of law enforcement officers to ensure public safety during riots and major public events, an analysis of non-verbal behavior and unique human characteristics is carried out using profiling techniques, which is based on the use of intelligent early warning systems for violations, and also his actions. Opinions and comments about the method of truthful (real) assessment and forecasting are presented scientifically.

Keywords: profiling, nonverbal actions, truthful assessment and prognosis, psycholinguistics, verbal actions, artery, pulsation, memory, attention, perception, sensations, thinking, imagination.

Yuzni tahlil qilish texnologiyalari bugungi kunda xavfsizlik infratuzilmalarining ajralmas qismi hisoblanadi. Aeroportlar, ta'lim muassasalari, metro stansiyalari va yirik tadbirlar joylarida odamlar oqimini boshqarish, jinoyatlarning oldini olish va xizmat sifatini yaxshilashda muhim vosita sifatida ishlatilmoqda. Shuningdek, biznes sohasida mijozlarning hissiyotlarini tahlil qilish orqali marketing strategiyalarini optimallashtirish imkonini beradi. Ayniqsa, ommaviy hodisalarda guruhliy va ommaviy tartibsizliklarni oldini olishda profayling metodining o'rni beqiyos. Bu metod yordamida psixologiya qonunyatlariga tayangan holda shaxslararo munosabatga kirishiladi. Profayling jarayonida psixolok yoki huquqni muhofaza qiluvchi xodimining bilish sifatlati (xotira, diqqat, idrok, sezgilar, tafakkur, hayol) ishtirok etadi. Bu jarayonlar psixolok yoki maxsus xodimining mantiqiy fikrlashiga, holatni o'tmishdagi vaziyat bilan bo'g'lashiga, o'zaro solishtirish va qiyoslash malakasi, ob'ekti va sharoitini mukammal tarzda idrok etishda yordam beradi. "Profayling" "profile" – profil, qiyofa ma'nosini anglatadi. Profayling – bu shaxsning noverbal xatti-harakatlari va o'ziga xos xususyatlarini baholash orqali uning harakatlarini haqqoniy baholash, bashorat qilish metodikasi hisoblanadi [1].

Agarda bu metodni shaxslar bilan suhbatlashish, ularning ruhiy holatini kuzatish sifatida ta'riflanadigan bo'lsa, profayling metodi ikki bir-birini to'ldiruvchi metoddan, ya'ni ruhiy kuzatish metodi va so'rov (suhbat) metodlaridan tashkil topgan bo'lib, shaxs psixodiagnostikasi turi hisoblanadi. Hozirgi kunda shaxs profilingni yaratish asosida ko'plab ommaviy tartibsizliklar,

zo'ravonlik, ko'p takrorlanuvchi qotillik jinoyatlarini ochishda keng foydalaniladi. Psixolog olimlar Pol Ekman, V.Frizen, M.T.Sukerman va B.De.Paulolar profayling metodi asoschilari hisoblanadi. Profayling bilan shug'ullanuvchi shaxslarni profaylerlar deb yuritiladi. Profaylerlar o'rganish ob'ekti sifatida quydagilar etirof etiladi:

- mimika;
- jestlar;
- xatti-harakatning o'ziga xos xususiyatlari;
- nutqning psixolingvistik qonuniyatlari;
- verbal muloqotning paralingvistik alomatlari va boshqalar [2].

Profayling konspeksiya aynan insonlarning profil ko'rinishi va ular xulq-atvorining tuzilishiga qaragan va uni o'rganishga qaratilgan tadqiqot sohasidir. Profayling metodining metodologik asosi bo'lib, aynan insonning noodatiy harakatlari, tashqi ko'rinishidagi ba'zi belgilar, o'zlarini tutishlari gapirish ohanglari, sur'ati va boshqa xabar beruvchi a'zolarning o'ziga xos xislatlari hisoblanadi.

Profayling iborasi ilk bor 1980-yil Amerika Qo'shma Shtatlarida ishlatila boshlagan. Ushbu sohada birinchilarda bo'lib, Djon Duglas, Robert Reslarlar hisoblanadi. Profayling yo'nlishi bu insonlarning tashqi ko'rinishiga qarab, tahliliy bashorat qilishning kompleks metodidir. Bu metod XX arsning 70-yillari Isroil aviakompaniyalarining hafsizligini ta'minlash maqsadida havo politsiyasi tomonidan tavsiya etilgan metod bo'lib, bugungi kunga qadar keng tarqalgan va o'z samarasiga ega. Yevropaning ko'pgina davlatlarida ommaviy tadbirlar vaqtida, ayroportlar, vogzallarda va omma to'planadigan boshqa joylarda bu metod keng qo'llaniladi [3].

Rossiya Federatsiyasi transport federal xizmati boshlig'i tafsiyasiga binoan aviatsiya, temiryo'l, metrolar hafsizligi yuzasidan profayling bo'yicha mutaxassislardan iborat guruh tuzildi. Hozirda profayling xizmati Rossiya Federatsiyasining Pulkova, Sherematova, Domodedova kabi yirik ayeroportlarida shuningdek vokzallarda, Moskva metrosida ish olib borishmoqda.

Bu texnologiya AQSh, Fillandiya, Fransiya, Buyuk Britanya, kabi Yevropa davlatlarida, shuningdek Isroil transport havfsizligi xizmatida havfsizlikni ta'minlash maqsadida keng qo'llaniladi.

Bugungi kunda profiling metodi O'zbekistonda o'rganilayotgan soha bo'lib, bu sohada ilmiy izlanish olib borish talab etiladi. Agar profayling metodini xorij tajribasini o'rganadigan bo'lsak, uni uch yo'nalishga ajratiladi:

- kriminal profayring – asosan Yevropa va AQSh da keng qo'llaniladi;
- transportdagi profayling – asosan Isroil va Rossiyada keng qo'llaniladi;

ommaviy hodisalar (ommaviy tadbirlar, konsert va sport tomoshalari va boshqa) - Buyuk Britanya, Fransiya, Germaniya, ayrim Janubiy Amerika va Osiyo mamlakatlari AQSh, Rossiyada keng qo'llaniladi.

Ommaviy hodisalarda guruhliy va ommaviy tartibsizliklarni oldini olishda profayling metodidan foydalanishni o'rganishdan asosiy maqsad – bu jamyatda zid qarashlari mavjud, jinoiy harakatlarni sodir etishga moyil shaxslarni tezkorlik bilan tanish ko'nikmasini shakllantirishdir. Profayling metodining asosiy maqsadi ommaviy hodisalarda olomon tarkibidan shubha uyg'otuvchi shaxslarning xatti-harakatida mavjud nomuofiqlikni paydo bo'lish sabablarini aniq belgilashdir.

Bunda shaxsning muayyan ob'ektda qonun zid xatti-harakatni sodir etishga tayyorgarlik ko'rishi va uni amalga oshirish aloqadorligi ham sabab bo'lishi mumkin. Har qanday vaziyatda ham yuqorida qayd etilgan holatda shubhali shaxsni ko'zdan kechirish shart [4].

Profayling metodini tadbiq etishda o'zbek xalqining milliy xarakteri, fazilatlarining o'ziga xos xususiyatlarini inobatda olishi shart. Milliy xarakter o'z ichiga irodaviy sifatlar (mustaqillik, chidamlilik, prinspiiallik, o'zini tuta bilish, bardoshlilik, qat'iylilik, matonatlilik singari) va axloqiy xislatlar (madaniyatlilik, xushmuomlalik, poklik, intizomlilik, samimiylik, haqqoniylik, insonparvarlik va boshqalarni) qamrab oladi

Guruhiy tartibbuzarlik va ommaviy tarsizliklarda olomon tarkibidan shubha uyg'otuvchi shaxsni aniqlash uchun psixolog yoki maxsus soha xodimi odamlarni quydagi psixologik jihatlariga e'tibor qaratishi lozim:

tashqi ko'rinishi va kiyinishiga;
gumon qilinayotgan shaxs yonida olib yurgan buyumlarga;
yurish turushiga, imo – ishoralariga;
ovoz hususiyatlariga va boshqa noverbal signallariga.

Psixolog ehtimol tutilgan shubha uyg'otuvchi shaxsni aniqlash uchun e'tibor berishi lozim bo'lgan belgilarni quydagi asosiy guruhlarga birlashtirish mumkin:

Tashqi belgilar (nostandart kiyim – bosh, gavda o'lchamiga mos kelmaydigan kiyim, og'ir qadam tashlash, doimo yonidagi sumkasini tekshirib turish va h.k.);

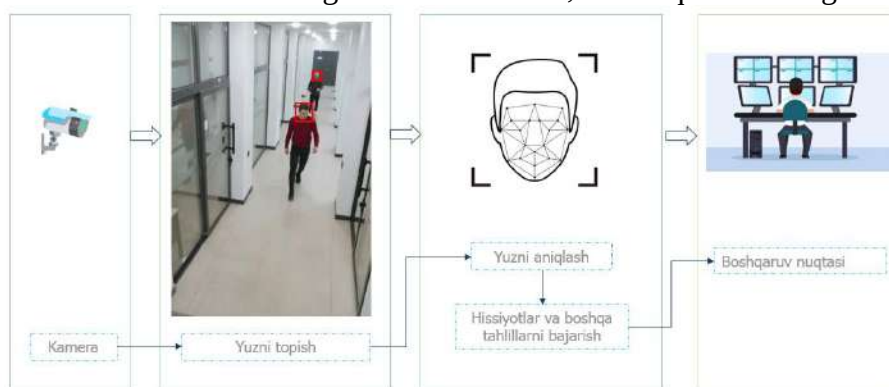
Xatti – harakat belgilari (alang – jalang qarash yoki kiprik qoqmay bir nuqtaga tikilish atrof muhitni noadekvatligi, yuz mushaklari tarangli, zo'riqqan yoki mexanik harakatlar v h.k.).

Insonning g'ayriqonuniy harakatlarga tayyorgarlik ko'rish va ularni amalga oshirishdan manfaatdorligini ko'rsatuvchi tashqi belgilar (xatti – harakatning atrofdagi vaziyatga nomuvofiqligi, atrofga alang – jalang qarash, xuquqni muhofaza qiluvchi hodimlar yaqinlashganda xatti-harakat o'zgarishi, ulardan o'zini tortish va h.k.). [5]

Ilmiy manbalarda yuzni tahlil qilishning turli yondashuvlari keltirilgan. Klassik kompyuter ko'rish metodlari (Haar Cascade, LBP, HOG) oddiy sharoitlarda yaxshi natija bersa-da, murakkab yorug'lik va fon sharoitlarida aniqlikni yo'qotadi. Shu sababli, chuqur o'rganishga asoslangan SCRFD, AdaFace, ArcFace kabi yondashuvlar yuqori aniqlik va moslashuvchanlikni ta'minlaydi.

Yuzni tahlil qilish jarayonida siqilgan vektor ifodalarini saqlash va qidirish uchun FAISS kabi yuqori samarali qidiruv tizimlari qo'llanadi.

So'nggi yillarda hissiyotlarni aniqlashda ham chuqur neyron tarmoqlar keng qo'llanilmoqda. Masalan, MobileNetV3 arxitekturasida engil va tezkor bo'lib, real vaqtda ishlashga imkon yaratadi.



1-rasm. Yuzni tahlil qilish tizimining sxemasi

Taklif etilayotgan tizim quyidagi modullardan iborat:

- yuzni aniqlash: SCRFD-tiny modelidan foydalanilib, real vaqtda yuqori aniqlik bilan yuzlarni aniqlash;

- yuzni tanish: har bir yuz 512D embedding vektoriga aylantiriladi va FAISS yordamida ma'lumotlar bazasida qidiriladi;

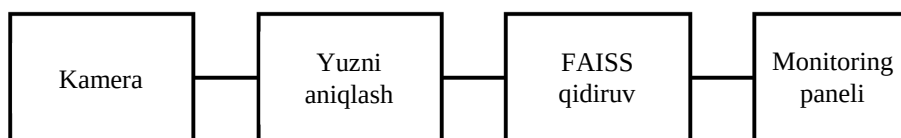
- hissiyotlarni aniqlash: CNN va MobileNetV3 arxitekturasida hissiy holatlarni aniqlash;

- demografik tahlil: ResNet50 yordamida taxminiy yosh va jins aniqlanadi;

- boshqaruv paneli: FastAPI asosida RESTful API'lar, admin va foydalanuvchi interfeyslari ishlab chiqiladi.

Texnik ta'minot sifatida RTX 4070Ti GPU, Intel Core i7 (16-yadroli) protsessor, 32GB DDR5 xotira va Hikvision kameralar qo'llanadi.

Tizim arxitekturasida kengaytiriladigan qilib ishlab chiqilgan bo'lib, kelajakda qo'shimcha modullar qo'shish imkonini beradi.



2-rasm. Yuzni tahlil qilish tizimining arxitekturasini blok-sxemasini

E'tibor qaratish lozim bo'lgan xatti – harakat xususiyatlari:

Ko'p terlash, ba'zan so'lak ajralishi, atrofdagi vaziyat va odamlarga kuchli e'tibor berish bilan kechadigan sezilarli darajadagi asosiz qo'zg'alish yoki beo'xshov qarash, qo'l terlashi, qo'l barmoqlarini titrashi, harakatning cheklangan bo'lishi;

Begonalar yaqinlashganda pichirlashga aylanadigan duo o'qish;

Oldinda xuquqni muhofaza qiluvchi hodimlar bo'lganda harakat yo'nalishini o'zgartirishi va ularni aylanib o'tishga urinish.

E'tibor berish zarur bo'lgan qo'rquvning o'ziga xos tashqi belgilari:

nafas olishning qiyinlashishi va tez tez nafas olish;

uyqu arteryasining pulsatsiyasi;

ko'zqorachilari kengayishi;

ovoz yo'qolishi va jarangliligi pasayishi;

kaftlar tremor, barcha gavda mushaklari titrashi;

oqarishi, terlash, yutunish;

qoshlarning ko'tarilishi va birlashishi (chimirilishi);

ko'zlarning kata-kata ochilishi va kengayishi;

yuz mushaklarinig nihoyatda taranglashishi.

Tashqi ko'rinish va xatti-harakatlarning belgilarini ko'rib chiqish ommaviy tadbirlar vaqtida huquqbuzarlikni oldini olishda psixologik xizmat qiladi. [6]

Vidikor – shaxsning psixoemotsional va psixofiziologik holatini baholovchi videokompyuterli psixodiagnostika metodikasidir. Belorussiya Respublikasi vrach-psixoterapevti S.V. Mixalchik tomonidan ishlab chiqilib, Rossiya Federatsiyaning intellektual mulk agentligining mualliflik guvohnomasi va patentiga ega. Ushbu dastur vizual psixodiagnostika va fiziognomik diagnostikaning innovatsion shakli sifatida taqdim qilingan metodika bo'lib, ilmiy jihatdan shaxsning barcha anatomo-fiziologik xususiyatlari xisobga olingan. Videokompyuterli psixodiagnostika dasturining o'ziga xosligi shundan iboratki, uning yordamida tashqi qiyofa tuzilishiga qarab har bir insonning psixologik portretini yaratish, tahlil qilish, shaxs tiplarini aniqlash, ushbu insonga psixoterapiyaning qaysi turini tanlab o'tkazish va natijasini baholab borish imkonini beradi.

Dastur psixodiagnostikaning har qanday yo'nalishida qo'llash mumkin. Bular – yuridik psixologiya, kriminalistikada shaxs identifikatsiyasi, harbiy psixologiya, kadrlarni ishga tanlash, tibbiy-psixologik ekspertiza, sud ekspertizasi, psixiatriya va h.k. Ushbu dasturning imkoniyatlaridan ko'rinib turibdiki, uni plastik jarrohlik amaliyotida keng qo'llash mumkin. Ayniqsa fiziognomik diagnostika va frenologiyada juda katta diagnostik ahamiyatga ega bo'lgan dastur.

Dasturining ishlash mexanizmi nafaqat tashqi qiyofa asimmetriyasi, balki bosh miya katta yarimsharlari funksional asimmetriyasi qonuniyatlariga ham asoslangan. Bosh miyaning morfologik va funksional asimmetriyasiga oid ilmiy ishlanmalar juda ko'p. Masalan, chapaqaylik, o'naqaylik va ambidekstriya shakllanishida bosh miyaning funksional asimmetriyasi o'zni allaqachon tasdiqlangan. Masalan, chapaqaylar hulq-atvorida o'ng yarimshar dominantligi, o'naqaylar hulq-atvorida chap yarimshar ustuvorligi isbot qilingan. Shunga yarasha oliy ruhiy funksiyalar lokalizatsiyasi ham o'zgargan bo'ladi, masalan, nutq markazi o'naqaylarda chap, chapaqaylarda – o'ng yarimsharda joylashgan va h.k.

Dasturi mualliflari fikriga ko'ra, insonning individual-psixik xususiyatlarini belgilab beruvchi katta yarimsharlar asimmetriyasi tashqi qiyofada ham aks etadi. Buni dasturi aniqlab bera oladi. Yuzning o'ng tomonida chap yarimshar faoliyati aks etsa, chap tomonida o'ng yarimshar faoliyati

ifodalanadi. Tashqi dunyodagi hodisa va voqealarga mimikamiz o'zgarishi – bu chap va o'ng yarimshardagi funksional o'zgarishlarning yuzimizda aks etishidir. Shunday ekan, dastur yordamida psixoemotsional reaksiyalarning tashqi qiyofada aks etishini baholab miyada qanday o'zgarishlar ketayotganligini hozirning o'zida aniqlab olish mumkin. Shu bois ham ushbu metodikaning fiziognomik diagnostikada o'rni katta.

Ushbu psixologik tavsif tekshiriladigan shaxs yuz tuzilishning kompyuter analizi asosida bosh miyaning funksional asimmetriyasini baholash yo'li bilan olingan. Psixik holatga baho berish uchun individning dinamikadagi psixik holatini aniqlash usulidan foydalaniladi. Bunda mimik mushaklar joylashishiga ko'ra, ularning simmetrikligi hisobga olinib, yuz tasviri fiksatsiyasini vertikal bo'ylab o'ng va chap yarim qismlarga ajratib, so'ngra ularni, ya'ni o'ng va chap yarmini o'zaro birlashtirib ikkita tasvir shakllantiriladi. Olingan tasvirlarning antropologik, antropometrik va psixosomatik tahlili o'tkaziladi, mimikadagi taqqoslanayotgan ikki tasvir elementlari asimmetriyasi darajasi aniqlanadi hamda olingan natijalar psixik jarayonlarning namoyon bo'lishi darajasi bilan bog'lanadi. Ushbu o'zgarishlar mijozning dinamikada kuzatilishi qayd etilgan parametrlarda ifodalanadi. Keyingi seriyalarda o'xshash fotosuratlar dinamikasi o'rganiladi. Ijobiy yoki salbiy dinamika ko'rsatkichi bo'lib yuzning o'ng yoki chap qismi o'rtasidagi farqning ko'payishi yoki kamayishiga xizmat qiladi.



3-rasm. Natijalar bo'limida keltirilgan ko'rsatkichlar quyidagi grafik ko'rinishi

Sinov natijalari quyidagilarni ko'rsatdi:

- Yuz aniqlash aniqligi – 95%+.
- 1 million yuz vektoridan <100 ms da qidiruv natijasi.
- Hissiyotlarni aniqlash F1-score – 0.88.
- Real vaqt oqimini 30 FPS tezlikda qayta ishlash imkoniyati.

Bundan tashqari, tizim ekstremal sharoitlarda (yorug'lik pastligi, ko'p odam ishtiroki) ham barqaror ishladi.

Bular, tekshirilayotgan shaxsning psixodiagnostikasida ayni paytdagi psixik xolatiga umumiy tavsifi, temperamenti, shaxs tipi, favquloddagi vaziyatlarga nisbatan stretegik yoki taktik pozitsiyasi, favquloddagi vaziyatlarga oldindan baxo bera olish darajasi (foizlarda), shaxsning markaziy xissiy nuqtasi (bazovaya emotsiya), ruxiy barkarorlik darajasi, suitsidal xulq atvorning past, o'rta yoki yuqori darajalari, ichki agressiya, yetakchi ijobiy va salbiy xususiyatlari, kuchli va kuchsiz tomonlari, yetakchi motivlari (karera, status, rag'batlantirish), ijtimoiy adaptatsiya bo'yicha (sotsial status Mayers-Brigs), kasbiy faoliyatga doir nazariy asoslarini o'rganish bilan birga psixokorreksion tavsiyalarga ham ega. Bular, psixosomatik prognoz ya'ni inson organizmida kelgusida yuzaga chiqish ehtimoli yuqori bo'lgan somatik kasalliklari xususida tavsiyalar, primitiv rad etish ya'ni mazkur shaxsda qo'rquvni yo'qotishning asosiy mexanizmlari bo'yicha tavsiyalar, psixokorreksiya xaritasi ya'ni mazkur shaxsdagi muxim xayotiy pozitsiyalarni uning ong osti olamidagi muammolar ko'lamini yuzaga chiqarish va yechimini topishga ko'maklashish metodikasi tavsiya etiladi, ruxiy barqarorlik (stabillik) bo'yicha tavsiyalar, bunda so'rovnoma shakli keltiriladi va muvaffaqiyatli bo'lish borasida bir nechta qoidalarni taqdim etadi, proforiyentatsiya shaxsning

faoliyat turiga yo'naltirish borasida amaliy tavsiyalar beriladi, boshqarish qobiliyatlarini 100% lik tizimga ko'ra baxolaydi va shaxsning liderlik xususiyatlari haqida xulosalar beradi.

Profayling (inglizcha: profile - "profil") - shaxsni tashqi ko'rinishi, noverbal va verbal xulqidagi eng ko'p axborot beruvchi maxsus belgilari, xususiyatlarini tahlil qilish asosida inson xulqini baholash va prognozlashga qaratilgan psixologik usul va metodikalar majmuini bildiruvchi tushuncha.

Profayl metodi asoschilari psixolog olimlar Paul Ekman, V. Frizen, M. Sukerman va B. De Paulo hisoblanadi. 2012-yilda esa Y. Spiritsa tomonidan yolg'onni tadqiq qilish bo'yicha Xalqaro akademiyada kriminal profayling usuli taqdim etildi. Uning fikricha: kriminal profayling - jinoyatchi deb taxmin qilinayotgan shaxs xususiyatlarini tashxislovchi kompleks usullar yordamida uning psixologik profilini tuzish tushuniladi.

Profayling - bu shaxsning psixologik qiyofasini tuzishdir. 1888-yilda psixologik portret tuzishga uringanlardan biri britaniyalik jarroh Thomas Bond (u bu usulni chavaqlovchi Jack shaxsiga nisbatan qo'llagan) hisoblanadi.

So'ngi vaqtlarda, ayniqsa havo transportida, profayl-metod yoki profayling iborasi keng tarqaldi. Ushbu profayling metodi tajribasi Isroil, AQSH, Rossiya kabi davlatlarda bir necha yillardan beri takomillashib kelayapti. Profayling metodi ikkita bir-birini to'ldiruvchi metoddan, ya'ni psixologik kuzatish va so'rov (suhbat) metodidan tashkil topgan. Profayling o'zining tarkibiga - tezkor psixodiagnostika, emotsiyalarni tahlil qilish, manipulyativ texnikalar, gipnotexnologiya, so'zamonlik, grafologiya, yuz ifodalari tahlili, mushaklar faoliyatini tahlil qilish va ijtimoiy psixologiyani qabul qiladi.

Xulosa sifatida shuni aytish mumkinki, mazkur tadqiqot yuzni tahlil qilish tizimlarining nafaqat xavfsizlik balki tijorat va ijtimoiy tahlil sohalarida ham keng qo'llanishi mumkinligini isbotladi. Balki, kelajakdagi tadqiqotlar tizimni yanada yengil modellar bilan optimallashtirish, edge computing texnologiyalarini joriy etish va energiya samaradorligini oshirish yo'nalishida olib borilishi lozim. Bugungi kundagi ommaviy jarayonlar va hodisalar turlarini o'rganish va ularni tadqiq etishda turli xatti-harakatlarni axborot-texnologiyalari yordamida ko'rib chiqish maqsadga muvofiqdir. Shaxsning ommaviy holatlar va jarayonda o'z xulqining nomoyon etishi va harakatlari nomoyon bo'lishi, chunonchi olomon tarkibida o'zini tutishi atroflicha bayon etilgan ommaviy hodisalar va jarayonlarni maxsus o'rginishga doir bilim, malaka va tushunchalarni shakillantirish bugungi kunning dolzarb masalalaridan biri ekanligi o'z isbotini topdi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

- [1] Deng, J. et al. RetinaFace: Single-stage Dense Face Localisation in the Wild. arXiv:1905.00641
- [2] Guo, Y. et al. Face Recognition in the Age of Deep Learning: Recent Advances and Future Trends. arXiv:2105.06538
- [3] Johnson, J., Douze, M., Jégou, H. Billion-scale similarity search with GPUs. IEEE Transactions on Big Data, 2019.
- [4] Howard, A. et al. Searching for MobileNetV3. ICCV, 2019.
- [5] Bazarevsky, V. et al. BlazeFace: Sub-millisecond Neural Face Detection on Mobile GPUs. arXiv:1907.05047
- [6] Parkhi, O. M., Vedaldi, A., Zisserman, A. Deep Face Recognition. BMVC, 2015.
- [7] Shermatov F.T., Abdumominov Q., "Totalizator o'yinlarining harbiy xizmatchilar ruhiyatiga salbiy ta'siri va uni diagnostika qilish metodikalari" O'quv qo'llanma. 2023. 37-56-bet.
- [8] Shermatov F.T., Harbiy – kasbiy tayyorgarlik psixologiyasi // Monografiya. 2024. 58-93 bet.

ILG'OR XORIJIY DAVLATLAR G'OYAVIY TAYYORGARLIGINING JORIY HOLATI VA ZAMONAVIY YONDASHUVLARI

t.f.d., professor K.N. NORMATOV, Sh. R. NIZAMITDINOV

O'R Harbiy xavfsizlik va mudofaa universiteti

Annotatsiya. Mazkur maqolada AQSh, Rossiya Federatsiyasi va Xitoy Xalq ozodlik armiyalari harbiy xizmatchilarining jangovar harakatlarga g'oyaviy tayyorlash tizimining joriy holati, yutuq va kamchiliklar tahlili hamda ular tomonidan bugungi globallashuv davrida qo'llanilayotgan zamonaviy texnologiyalar to'g'risida atroflicha yoritilgan.

Kalit so'zlar: Xorij armiyalari, g'oyaviy tayyorgarlik, ma'naviy-axloqiy tarbiya, harbiy intizom, tashkilot, yo'nalish, virtual va simulyatsion texnologiyalar, qurolli mojaro, vatanparvarlik, konsepsiya, axborot urushi.

Аннотация. В данной статье подробно освещается текущее состояние системы идеологической подготовки военнослужащих армий США, Российской Федерации и Народно-освободительной армии Китая к боевым действиям, анализируются достижения и недостатки, а также рассматриваются современные технологии, применяемые ими в нынешнюю эпоху глобализации.

Ключевые слова: Зарубежные армии, идеологическая подготовка, духовно-нравственное воспитание, воинская дисциплина, организация, направление, виртуальные и симуляционные технологии, вооруженный конфликт, патриотизм, концепция, информационная война.

Abstract. This article provides an analysis of the current state of the ideological training system for military personnel of the People's Liberation Armies of the USA, the Russian Federation, and China for combat operations, achievements and shortcomings, as well as modern technologies used by them in today's era of globalization.

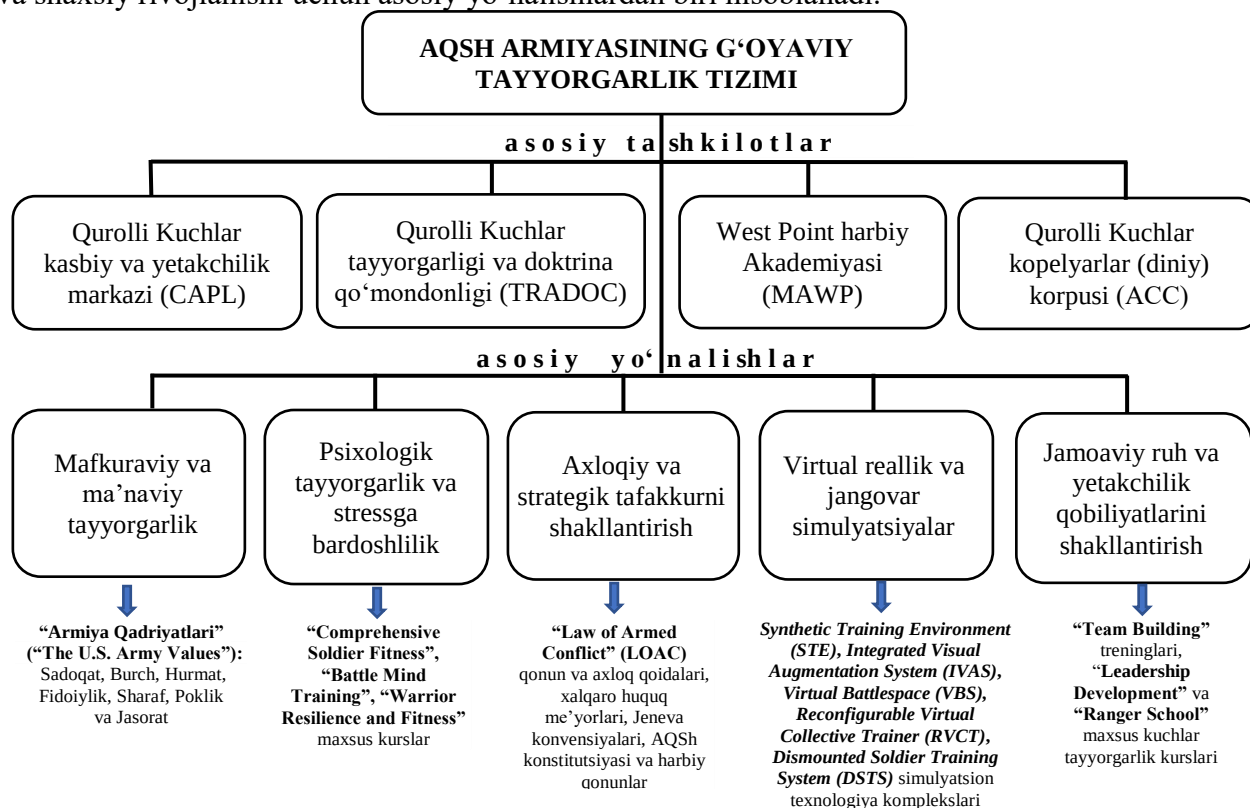
Keywords: Foreign armies, ideological training, spiritual and moral education, military discipline, organization, direction, virtual and simulation technologies, armed conflict, patriotism, concept, information warfare.

Hozirgi tahlikali va xavf-xatarlar ko'paygan davrda jahonda ro'y berayotgan voqea-hodisalardan xabardor bo'lish, ayrim xorijiy davlatlarning ilg'or va amaliy tajribalarini o'rganib borish dolzarb vazifalar sirasiga kiradi. Shu ma'noda, rivojlangan davlatlar harbiy xizmatchilarining jangovar harakatlarga g'oyaviy tayyorlash tizimini tahlil qilish, uning asosida aniqlangan muammolar hamda ustuvor yo'nalishlarini aniqlash muhim hisoblanadi. Ma'lumki, ilg'or xorijiy davlatlar armiyalarda harbiy xizmatchilarni jangovar va g'oyaviy jihatdan tayyorlashning modellari ishlab chiqilgan bo'lib, ular asosida shaxsiy tarkib nazariy va amaliy bilimlar, eng asosiysi jangovar tajribalarga ega bo'lishadi. Shunga ko'ra, milliy armiyamiz harbiy xizmatchilarining jangovar, g'oyaviy va axloqiy-ruhiy tayyorgarliklari, yot g'oyalarga qarshi mafkuraviy immunitetni shakllantirish hamda mustahkamlash tadbirlarini takomillashtirishga ma'lum bir darajada hissa qo'shish maqsadida Amerika Qo'shma Shtatlari (AQSh), Rossiya Federatsiyasi (RF) va Xitoy Xalq Respublikasi (XXR) milliy armiyalarining ilg'or va amaliy tajribalari o'rganildi.

Amerika Qo'shma Shtatlari (AQSh) armiyasi harbiy xizmatchilarni janglarga g'oyaviy-mafkuraviy tayyorlashni keng qamrovli va zamonaviy texnologiyalar tizimi orqali CAPL (Center for the Army Profession and Leadership) – Qurolli Kuchlar kasbiy va yetakchilik markazi, TRADOC (U.S. Army Training and Doctrine Command) – AQSh Qurolli Kuchlar tayyorgarligi va doktrina qo'mondonligi, U.S. Military Academy West Point – Vest Point harbiy Akademiyasi, Army Chaplain Corps – Qurolli Kuchlar kopelyar (diniy) korpusi kabi tashkilotlar tomonidan amalga oshiriladi. Mazkur tizim mafkuraviy va ma'naviy tayyorgarlik, psixologik tayyorgarlik va stressga bardoshlilik, axloqiy va strategik tafakkurni shakllantirish, virtual reallik va jangovar

simulyatsiyalar hamda jamoaviy ruh va yetakchilik qobiliyatlarini shakllantirish kabi yo‘nalishlarda faoliyat olib boradi (1-rasmga qarang).

AQSh armiyasida mafkuraviy va ma‘naviy tayyorgarlik tadbirlari harbiy xizmatchilarda vatanparvarlik va milliy g‘oyalarga sodiqlik tuyg‘ularini shakllantirishda namoyon bo‘ladi. Ulardagi “Armiya Qadriyatlari” (“The U.S. Army Values”) konsepsiyasi o‘z xizmatchilarida 7 ta asosiy qadriyatni shakllantirishga alohida e‘tibor qaratadi. Bular: Sadoqat (Loyalty), Burch (Duty), Hurmat (Respect), Fidoiylilik (Selfless Service), Sharaf (Honor), Poklik (Integrity) va Jasorat (Personal Courage) qadriyatlari bo‘lib, harbiy xizmatchilar uchun mustahkam axloqiy va mafkuraviy poydevor hisoblanadi. Ushbu qadriyatlar harbiylarning professional, vatanparvarlik va jangovar tayyorgarligiga bo‘lgan yondashuvini shakllantiradi. Shuningdek, harbiy xizmatchilar harbiy xizmatga qabul qilinayotganda, AQSh Konstitutsiyasini himoya qilishga qasamyod qiladilar va yangi askarlar hamda ofitserlar AQSh armiyasining tarixiy g‘alabalari, qahramonlari va xizmat ideallari haqida o‘qitiladi [1, 2, 3]. Demak, armiya qadriyatlari harbiy xizmatchilarning professional va shaxsiy rivojlanishi uchun asosiy yo‘nalishlardan biri hisoblanadi.



1-rasm. AQSh armiyasining g‘oyaviy tayyorgarlik tizimi

AQSh armiyasida psixologik tayyorgarlik va stressga bardoshlilik tadbirlarida harbiylar jangovar vaziyatlarda psixologik jihatdan barqaror bo‘lishi uchun maxsus mashg‘ulotlar o‘tkaziladi. Ya‘ni, harbiy xizmatchilarning aqliy chidamlilik, jamoaviy ishlash qobiliyati, ruhiy barqarorlik, jismoniy tayyorgarlik, ma‘lumot va tahlil qilish qobiliyatlarini shakllantirish va rivojlantirish, shuningdek ularni jangovar harakatlarga g‘oyaviy tayyorlash maqsadida “Comprehensive Soldier Fitness” (CSF) to‘liq jismoniy va ma‘naviy-ma‘rifiy tayyorgarlik dasturi, jangga kirishishdan oldin askarlarning stressga bardosh berishi, og‘ir qarorlar qabul qilishi va vaziyatni tahlil qilishini o‘rgatish uchun “Battle Mind Training” hamda stress va qiyinchiliklarga qarshi chidamlilikni oshirish, jangovar sharoitda ruhiy holatni nazorat qilish bo‘yicha “Warrior Resilience and Fitness” maxsus kurslar asosida amalga oshiriladi [4, 5, 6]. Mazkur dastur va maxsus kurslar askarlarni nafaqat jismoniy, balki ruhiy, ijtimoiy va ma‘naviy-ma‘rifiy jihatdan ham jangovar tayyorgarlikka shay holatda turishlari, shu bilan birga ularning jangovar harakatlarga g‘oyaviy tayyorgarlik darajasini aniqlash uchun ishlab chiqilgan.

AQSh armiyasida axloqiy va strategik tafakkurni shakllantirish tadbirlari axloqiy me'yorlar, xalqaro harbiy qoidalar va gumanitar huquqlar bo'yicha muntazam o'quv mashg'ulotlarni o'z ichiga oladi. Mazkur ishlar "Law of Armed Conflict" (LOAC) ya'ni, harbiylar uchun janglarda qonun va axloq qoidalariga rioya qilishni ta'minlaydigan dastur asosida amalga oshiriladi [7]. U xalqaro huquq me'yorlari, Jeneva konvensiyalari, AQSh konstitutsiyasi va harbiy qonunlariga asoslangan bo'lib, harbiy xizmatchilarning qo'llashi kerak bo'lgan tartib-qoidalarini belgilab beradi.

AQSh armiyasida g'oyaviy tayyorgarlikni kuchaytirish uchun virtual reallik (VR), sun'iy intellekt (AI) va simulyatsion texnologiyalar majmualaridan keng foydalanadi [8, 9]. Bu tizimlar askarlarning jangovar vaziyatlarini real muhitda kuzatish imkoniyatini bergan holda, ularni bu vaziyatlarga moslashtirish, tahlil va qaror qabul qilish qobiliyatini rivojlantirish hamda askarlar xavfsizligini ta'minlab, jarohatlar xavfini kamaytirish, psixologik barqarorlikni ta'minlash va axborot manipulyatsiyasi, targ'ibot va psixologik urush uslublarini qo'llash uchun ishlatiladi.

AQSh armiyasida bir necha yirik simulyatsion texnologiya komplekslaridan samarali foydalaniladi. Jumladan, VR (Virtual Reality) va AR (Augmented Reality) texnologiyalarini birlashtirgan Synthetic Training Environment (STE) - Sintetik tayyorgarlik maydoni tizimi, Integrated Visual Augmentation System (IVAS) - Ko'p funktsiyali ko'zoynaklar tizimi, Virtual Battlespace (VBS) - Virtual jang hududi tizimi, Reconfigurable Virtual Collective Trainer (RVCT) - O'zgartiriladigan jamoaviy virtual trenajyor tizimi, Dismounted Soldier Training System (DSTS) - Piyoda askarlar uchun VR trenajyori tizimi komplekslarini misol keltirish mumkin [10].

AQSh armiyasida jamoaviy ruh va yetakchilik qobiliyatlarini shakllantirish uchun birgalikda ishlash, ishonchli hamkorlik va jangovar vaziyatda hamjihatlikni saqlashni o'rgatish uchun "Team Building" (Jamoalar qurish) treninglari, yetakchilik qobiliyatlarini shakllantirish, ofitser va serjantlar uchun liderlik va strategik boshqaruv ko'nikmalarini rivojlantirish uchun "Leadership Development" (Yetakchilikni rivojlantirish), harbiy xizmatchilarni jangovar xizmatga tayyorlash, ruhiy va jismoniy chidamlilikni oshirish maqsadida "Ranger School" maxsus kuchlar tayyorgarligi kurslari tashkil etilgan [11, 12]. Ular harbiy xizmatchilarni janglarga g'oyaviy, ma'naviy, psixologik, axloqiy va jangovar tayyorlashda muhim omil bo'lib xizmat qiladi.

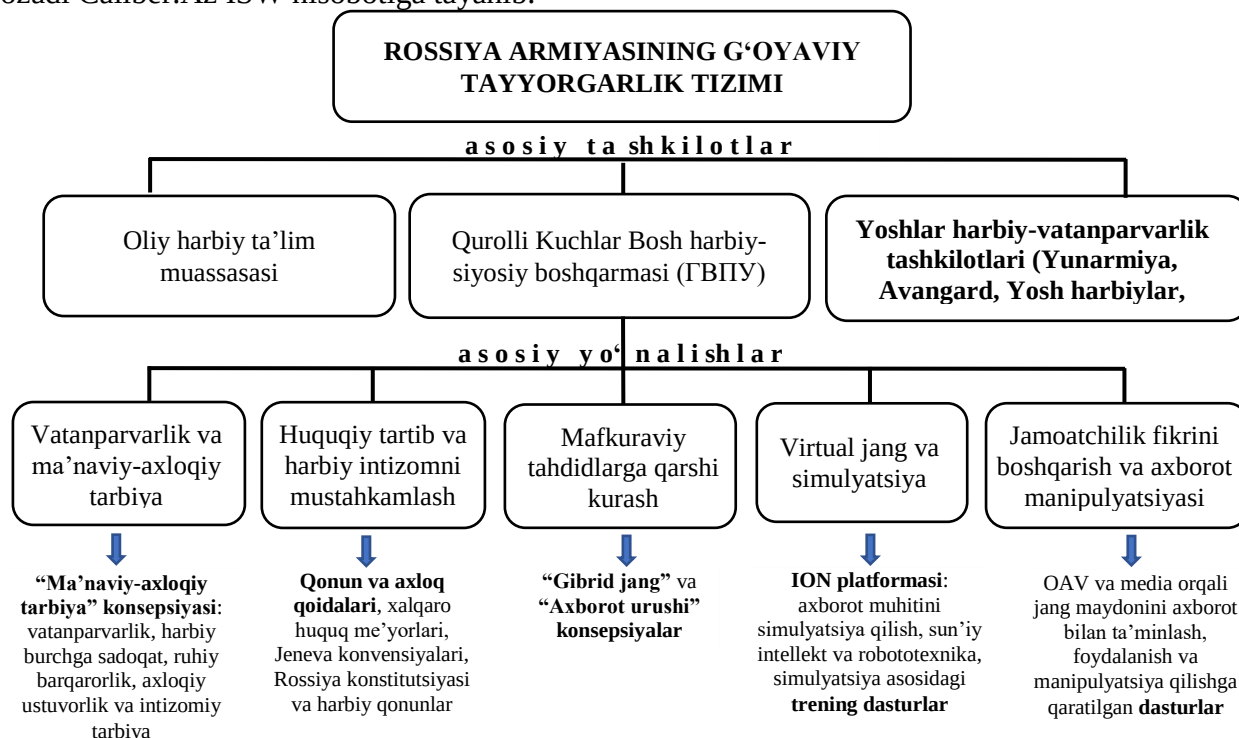
Xulosa qilish mumkinki, AQSh armiyasi harbiy xizmatchilarni jangovar harakatlarga g'oyaviy tayyorlash uchun kompleks tadbirlar ishlab chiqqan bo'lib, ular zamonaviy texnologik vositalar va usullar orqali amalga oshiriladi. Mazkur tadbirlar orqali shaxsiy tarkibning janglarda erta nobud bo'lishini oldini olish, ularni nafaqat xizmat vaqtida hattoki xizmatdan tashqari vaqtda ham nazorat qilish, g'oyaviy va vatanparvarlik ruhida tayyorlash, stressga bardoshlilik hissinini oshirish, axloqiy va strategik tafakkurni rivojlantirib borish, jangovar simulyatsiyalardan unumli foydalanish, jamoaviy va milliy ruh hamda yetakchilik qobiliyatlari shakllanib boradi.

Rossiya Federatsiyasi (RF) armiyasining jangovar harakatlarga g'oyaviy tayyorlash tizimi Qurolli Kuchlar Bosh harbiy-siyosiy boshqarmasi (Главном военно-политическом управлении (ГВПУ)), oliy harbiy ta'lim muassasalari, yoshlar harbiy-vatanparvarlik tashkilotlari (Yunarmiya, Avangard, Yosh harbiylar, Birinchi harbiylar) tomonidan vatanparvarlik va ma'naviy-axloqiy tarbiya, huquqiy tartib va intizomni mustahkamlash, mafkuraviy tahdidlarga qarshi kurash, virtual jang va simulyatsiya, diniy tarbiya va axloqiy-ruhiy tayyorgarlik yo'nalishlarida harbiy xizmatchilarning mafkuraviy va siyosiy tayyorgarligini ta'minlash, harbiy xizmatchilarni salbiy axborot va psixologik ta'sirlardan himoya qilish, yoshlar orasida vatanparvarlik ruhini kuchaytirish, sadoqat va vatanparvarlik hissinini oshirish, va harbiy intizomni mustahkamlash maqsadida amalga oshiriladi (2-rasmga qarang) [13].

RF armiyasi g'oyaviy tayyorgarlik tizimini o'zining ko'p yillik amaliy tajribasi, jahonda sodir bo'layotgan o'zgarishlar va 2022-yil 24-fevral kundan buyon davom etayotgan Rossiya-Ukraina jangovar harakatlaridan xulosa chiqarib, sohani jadallik bilan rivojlantirish maqsadida rahbariy hujjatlariga o'zgartirish kiritish, zamonaviy yondashuvlar, dasturlar va innovatsion tashabbuslardan faol foydalangan holda, ularni harbiy va siyosiy maqsadlarga xizmat qilishga qaratmoqda.

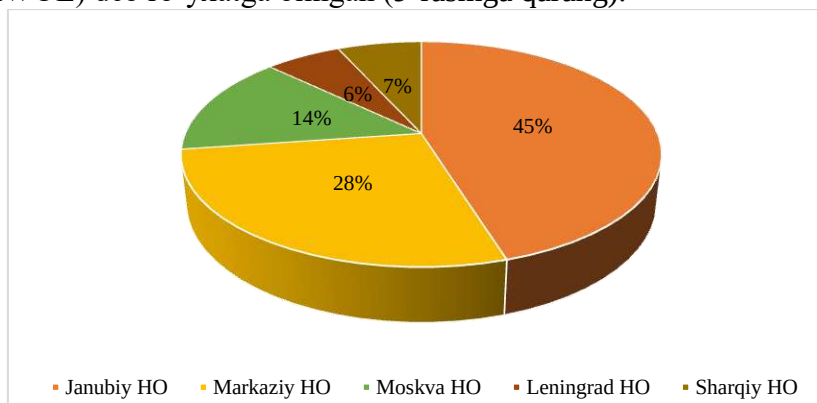
Ma'lumotlarga ko'ra, Rossiya harbiylari deyarli uch yildan beri qochqinlar soni bilan kurashmoqda, 2022-yil 24-fevral kundan 2025-yilning yanvar oyigacha 50 mingdan ortiq askar o'z

bo'linmalarini tark etganligi bo'yicha Amerikadagi Urushni o'rganish institutining (ISW) yangi hisobotida bayon qilgan. Shu bilan birga, ukrainalik xakkerlar Rossiya Mudofaa vazirligining ichki saytini buzib kirib, 2024-yil 15-dekabr holatiga ko'ra, xizmat joyini tashlab ketgan (AWOL) harbiy xizmatchilarga nisbatan qo'zg'atilgan jinoiy ishlar soni haqidagi ma'lumotlarni oshkor qildi, deb yozadi Caliber.Az ISW hisobotiga tayanib.



2-rasm. Rossiya armiyasining g'oyaviy tayyorgarlik tizimi

2022-yil fevraldan 2024-yil dekabr oyi o'rtalariga qadar jami 50 554 nafar rossiyalik harbiy xizmatchi (Janubiy harbiy okrug - 22 577 ta, Markaziy harbiy okrug - 13 769 ta, Moskva harbiy okrugi - 7 178 ta, Leningrad harbiy okrugi - 3 052 ta, Sharqiy harbiy okrug - 3 378 ta) xizmat joyini tashlab ketgan (AWOL) deb ro'yxatga olingan (3-rasmga qarang).



3-rasm. Rossiya armiyasida xizmat joyini tashlab ketgan harbiy xizmatchilar diagrammasi

Hisobotda ta'kidlanishicha, bunday holatlarning 58,8 %i 51-umumiy armiya (sobiq “Donetsk xalq respublikasi”ning 1-armiya korpusi) va 3-armiya korpusi (sobiq “Lugansk xalq respublikasi”ning 2-armiya korpusi) qo'shinlari hissasiga to'g'ri keladi [14, 15]. Mazkur holatlarning asosiy sababi sifatida harbiy xizmatchilar orasida Vatanparvarlik tuyg'usini pastligi, jangovar harakatlarga g'oyaviy tayyorlash ishlari sust olib borilganligi, shaxsiy tarkibning g'oyaviy e'tiqodining zaifligi va axloqiy-ruhiy nobarqarorligi deb belgilangan.

Tahlillar natijalariga asoslanib, RF armiyasi harbiy xizmatchilarning ma'naviy-axloqiy barkamolligini shakllantirish, vatanparvarlik ruhini oshirish, g'oyaviy tayyorgarlik tizimini takomillashtirish, shaxsiy tarkibning g'oyaviy e'tiqodini mustahkamlash, axloqiy-ruhiy barqarorligini oshirish hamda ularni jangovar harakatlarga g'oyaviy tayyorlash maqsadida "Harbiy xizmatchilarning ma'naviy-axloqiy tarbiyasi" konsepsiyasi ("Концепция духовно-нравственного воспитания военнослужащих Вооружённых Сил Российской Федерации") ni ishlab chiqdi [16, 17]. Unda vatanparvarlik, harbiy burchga sadoqat, ruhiy barqarorlik, axloqiy ustuvorlik va intizomiy tarbiya kabi 5 ta tamoyil, shu bilan birga harbiy xizmatchilarni jangovar harakatlarga qanchalik darajada tayyor ekanligi bo'yicha ham ijobiy natija olish ko'zda tutilgan. Konsepsiya "Vatanparvarlik va harbiy intizom" markazlari orqali joriy qilingan va bugungi kunda

RF qo'shinlarda faol tarzda amalga oshirilmoqda.

Rossiya armiyasi mafkuraviy tahdidlarga qarshi kurash yo'nalishi bo'yicha "Gibrid jang" va "Axborot urushi" konsepsiyalarni qabul qilinishi davlat milliy xavfsizlikka tahdid soluvchi mafkuraviy omillardan saqlanish va ularga qarshi kurashish amaliyotidan foydalanishga yordam bermoqda. Gibrid jang aniq bir turdagi jangni yoki urushni o'tkazishni emas, balki bir vaqtning o'zida bir nechta turdagi tajribalar va harakatlarni amalga oshirishni nazarda tutadi. Gibrid jang strategiyasining muhim xususiyati, ularning harakatlarini aniq bir "klassik urush" sifatida belgilashning qiyinligidadir. Axborot urushi ma'lumot va axborotni boshqarish orqali raqibning tafakkuri hamda jamoatchilik fikrini o'zgartirishga qaratilgan harbiy va siyosiy strategiyadir. RFda axborot urushiga katta e'tibor berilgani shundan iboratki, davlatning ichki va tashqi siyosatini boshqarishda axborot va propagandaning o'rniga alohida ahamiyat berilgan.

RF armiyasi virtual jang va simulyatsiya yo'nalishiga ham alohida e'tibor bermoqda. Bu ayniqsa, axborot urushlarining yangi shakllari va virtual muhitda jang qilish imkoniyatlarini rivojlantirishga qaratilgan. Shuningdek, RF armiyasi axborot va kiberhujumlarni virtual simulyatsiya orqali ommalashtirish va amalga oshirishga qaratilgan ION platformasi ya'ni, axborot muhitini simulyatsiya qilish, sun'iy intellekt va robototexnika, simulyatsiya asosidagi trening dasturlarini ishlab chiqmoqda.

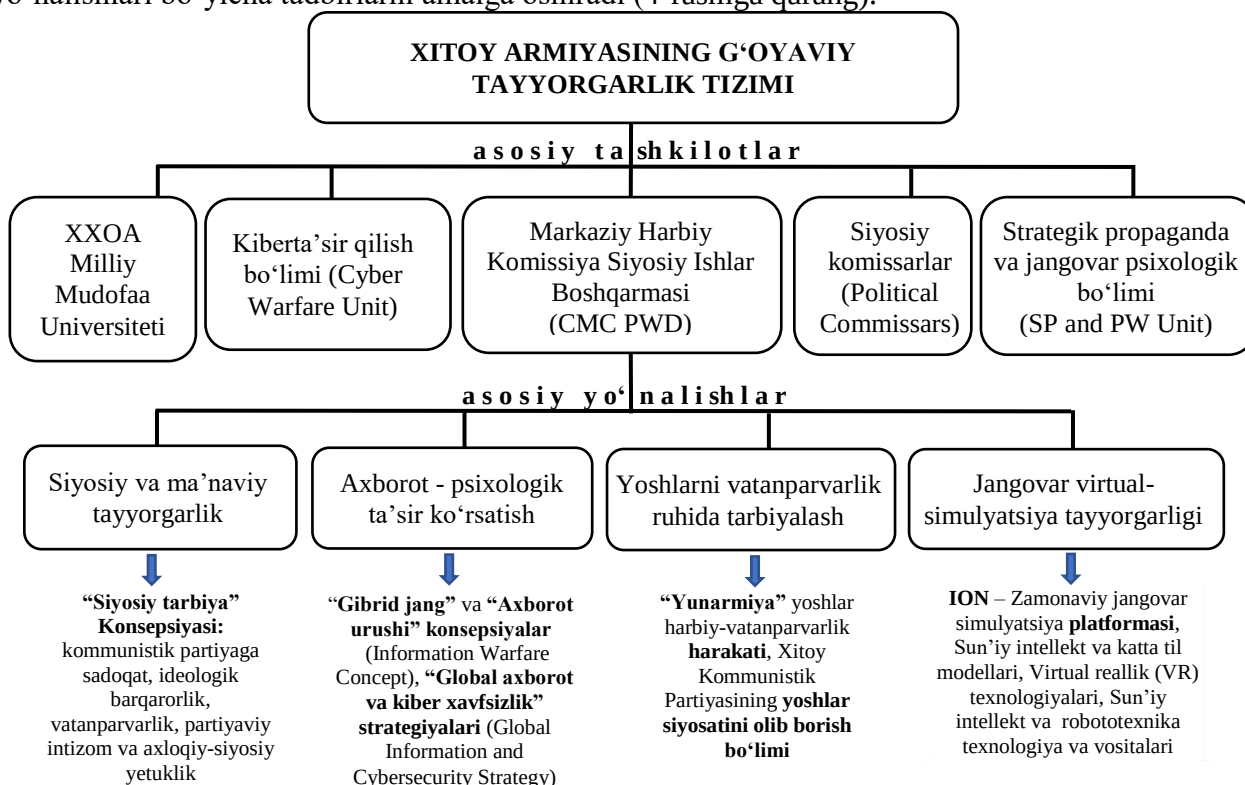
RF armiyasining jamoatchilik fikrini boshqarish va axborot manipulyatsiyasiga bo'lgan e'tibori aniq belgilangan. Ommaviy axborot vositalari va ijtimoiy tarmoqlar orqali xabarlar tarqatish va ijtimoiy muhitdagi ta'sirni nazorat qilishga katta ahamiyat qaratiladi. Axborot manipulyatsiyasi va yolg'on xabarlarining tarqatilishini kamaytirish uchun jamoatchilik fikriga ta'sir qilish strategiyalari ishlab chiqilgan. Xalqaro maydonda yolg'on axborotlarni tarqatish va o'z manfaatlarini targ'ib qilish uchun maxsus markazlar faoliyat yuritmoqda. RF armiyasi va davlat organlari ommaviy axborot vositalari va media orqali jang maydonini axborot bilan ta'minlash, foydalanish va manipulyatsiya qilishga qaratilgan dasturlarni ko'plab ishlab chiqmoqda. Bu strategiyalar axborot maydonidagi raqobatni bevosita boshqarish imkoniyatini beradi.

Umuman olganda, RF armiyasidagi shaxsiy tarkibni jangovar harakatlarga g'oyaviy tayyorlash tizimi harbiy xizmatchilar va yoshlar orasida davlatga sadoqat, vatanparvarlik va siyosiy ongini oshirish, g'oyaviy oziqlantirish va yot g'oyalarga qarshi mafkuraviy immunitetni shakllantirish hamda keng qamrovli chora-tadbirlar tizimini o'z ichiga oladi. Mazkur yo'nalish ayniqsa, Rossiya-Ukraina qurolli mojarosi oqibatida yanada rivojlanib bormoqda.

Xitoy Xalq Ozodlik (XXO) armiyasidagi jangovar harakatlarga g'oyaviy tayyorlash tizimi bir necha muhim tashkilotlar va organlar orqali axborot urushlari, psixologik operatsiyalar, kiberta'sir va mafkuraviy manipulyatsiyalarni amalga oshirishda hal qiluvchi rol o'ynaydi. Xitoyda g'oyaviy tayyorgarlik davlat, harbiy va maxsus xizmatlar o'rtasida chuqur integratsiyalangan. Ko'p holatda, ularning ishi siyosat va iqtisod bilan ham bog'liqdir.

Xususan, Xitoy Kommunistik Partiyasi va Markaziy Harbiy Komissiya nazorati ostida Markaziy Harbiy Komissiya Siyosiy Ishlar Boshqarmasi (CMC Political Work Department), Siyosiy Komissarlar Tizimi (Political Commissars), Kiberta'sir qilish bo'limi (Cyber Warfare Unit), Strategik propaganda va jangovar psixologik bo'limi (Strategic Propagand and Psychological Warfare Unit) tomonidan olib boriladi. XXO armiyasining jangovar mafkuraviy tayyorgarligi

asosan mamlakatning siyosatini, xavfsizlik strategiyasini va harbiy strategiyasini ifodalagan holda, siyosiy va ma'naviy tayyorgarlik, axborot va psixologik ta'sir ko'rsatish (Three Warfares), yoshlarni vatanparvarlik ruhida tarbiyalash, jangovar virtual- simulyatsiya tayyorgarligi yo'nalishlari bo'yicha tadbirlarni amalga oshiradi (4-rasmga qarang).



4-rasm. Xitoy Xalq Ozodlik armiyasining g'oyaviy tayyorgarlik tizimi

XXO Armiyasining siyosiy va ma'naviy tayyorgarlik yo'nalishi asosan "Siyosiy tarbiya" Konsepsiyasi asosida, harbiy xizmatchilarning siyosiy va ma'naviy tarbiyasi bilan shug'ullanadi. Bu konsepsiya modeli har bir harbiy xizmatchida 5 ta fazilatni – kommunistik partiya sadoqat, ideologik barqarorlik, vatanparvarlik, partiyaviy intizom va axloqiy-siyosiy yetuklik kabi fazilatlarni tarbiyalashga qaratilgan.

XXO Armiyasining axborot - psixologik ta'sir ko'rsatish yo'nalishi "axborot urushi", "Era bo'yicha harbiy teoriya" va "Sivil va harbiy hamkorlik" Konsepsiyalari, shuningdek, "Qalqon va quloq" va "Global axborot va kiber xavfsizlik" Strategiyalari orqali amalga oshiriladi. Unga asosan harbiy xizmatchilarga axborotning strategik ahamiyati, axborot janglari va harbiy operatsiyalarda axborotni qo'llash, turli davrlarda zamonaviy urushlar va tahdidlarga javob berish, "gibrid jang", psixologik urushlar, kiberta'sir omillari, o'z pozitsiyasini himoya qilish, raqiblarning axborot sistemalariga ta'sir qilish, harbiy va mafkuraviy tayyorgarlikni xalq iqtisodiyoti va ijtimoiy tizimlar bilan integratsiya qilish, axborot urinishlarini amalga oshirish va raqiblarning kipersistemalariga hujum qilish strategiyalari bo'yicha amaliy va nazariy bilimlar beriladi.

XXO armiyasining g'oyaviy tayyorgarligi ko'p jihatdan jahon axborot maydonini boshqarishga, mafkuraviy manipulyatsiyaga va gibrid tajribalarni ishlatishga asoslangan. Xitoyning mazkur konsepsiyalari va strategik hujjatlari axborot urinishlari, psixologik va kiber hujumlarni o'z ichiga oladi va bu yo'nalishlar har bir harbiy operatsiya va global siyosatda muhim o'rin tutadi.

XXO Armiyasining yoshlarni vatanparvarlik ruhida tarbiyalash yo'nalishi "Yunarmiya" yoshlar harbiy-vatanparvarlik harakati va Xitoy Kommunistik Partiyasining yoshlar siyosati olib borish bo'limi orqali o'sib kelayotgan yoshlarga harbiy tarixni o'rgatish, ularni vatanparvarlik ruhida tarbiyalash va harbiy xizmatga tayyorlash maqsadida olib boriladi. Yoshlarni tayyorlashda

jismoniy tayyorgarlik va jamoaviy ruhni rivojlantirish, raqamli platformalarda trening va dasturlar, shuningdek, maxsus kurslar o'tkazish o'zining muhim ahamiyatiga ega.

XXO Armiyasi harbiy xizmatchilarini jangovar haraatlarga g'oyaviy tayyorlashda zamonaviy simulyatsion texnologiyalarni keng qo'llamoqda. Jumladan, ION – zamonaviy jangovar simulyatsiya platformasi, sun'iy intellekt va katta til modellari, virtual reallik (VR) texnologiyalari, sun'iy intellekt va robototexnika texnologiya va vositalari jangovar tayyorgarlikni mafkuraviy tayyorgarlik bilan uzviy bog'langan holda, mashg'ulotlarni yanada samarali va realistlik qilishga xizmat qilmoqda. Mazkur zamonaviy texnologiyalar harbiy xizmatchilarni ijtimoiy media va raqamli sohalarni aks ettiruvchi virtual muhitga joylashtirib, zamonaviy operatsion landshaftlarning murakkabliklarini o'rganishga, jangovar vaziyatlarni tahlil qilish va qaror qabul qilish jarayonlarini yanada samarali bo'lishga, dushmanlarni aniqlash va maqsadlarni mustaqil ravishda zararsizlantirishga hamda harbiy xizmatchilarga turli jangovar vaziyatlarni o'rganishga yordam beradi.

Xulosa qilib aytganda, XXO armiyasining g'oyaviy tayyorgarligi bugungi kunda o'zining zamonaviy yondashuvlari, dasturlari va innovatsiyalariga asoslanib, global xavfsizlik muhitiga javob berish va raqiblarga ta'sir qilishda muvaffaqiyatli strategiyalar ishlab chiqmoqda. Xitoyning g'oyaviy tayyorgarligi, axborot urushlari va kiberta'sir strategiyalarini zamonaviy texnologiyalar va konseptual ishlanmalar bilan integratsiya qilishda diqqatga sazovordir. Shuningdek, jamoatchilik fikrini boshqarish va propaganda sohasiga katta ahamiyat beriladi. Zamonaviy texnikalar va media platforma orqali g'oyaviy tayyorgarlikni amalga oshiradi. Shu bilan birga, internet va ijtimoiy tarmoqlarda axborot urushlari tizimli ravishda amaliyotga joriy qilingan. Ushbu yondashuvlar kiber maydondagi xurujlar va axborot manipulyatsiyasini birgalikda ishlatishga qaratilgan. Xitoy bu sohada innovatsion platforma va algoritmlar ishlab chiqarib, raqiblarining siyosiy va ijtimoiy qarorlariga ta'sir etishga intiladi. Bugungi kunda Xitoy armiyasining jangovar mafkuraviy tayyorgarligi zamonaviy texnologiyalar va strategik yondashuvlar orqali juda taraqqiy etgan. Axborot urushlari, kiberta'sir, sun'iy intellekt va ijtimoiy tarmoqlar orqali axborot manipulyatsiyasining integratsiyasi, Xitoy armiyasining global siyosatida muhim o'rin tutadi.

Yuqorida keltirilgan ilg'or xorijiy davlat armiyalari to'g'risida umumiy ma'lumot va tahlillardan xulosa qilib shuni aytish mumkinki, qo'shinlarda harbiy xizmatchilarni jangovar harakatlarga g'oyaviy tayyorlash bir nechta kompleks tadbirlar, zamonaviy texnologik vositalar va usullar orqali amalga oshirsa, ularni janglarda erta nobud bo'lishining oldini olish, ehtimoliy jarayonlarga har tomonlama tayyor bo'lib tursa, jangovar simulyatsiyalardan unumli foydalansa, jamoaviy va milliy ruh hamda yetakchilik qobiliyatlarini shakllantirsa, shuningdek, g'oyaviy tayyorgarlik darajasini yuksaltirsa mudofaa salohiyatini mustahkamlanadi hamda har qanday jangovar vazifalarni o'z vaqtida bajara oladi. Shu ma'noda, mazkur muammolar yechimi sifatida quyidagilar taklif etiladi:

birinchidan, AQSh, Rossiya va Xitoy armiyalarida harbiy kadrlar jangovar va ma'naviy tayyorgarligini aniq ma'naviy-axloqiy konsepsiyalar asosida tashkil etilganligi, ushbu konsepsiyalar o'ziga xos ilmiy, ma'naviy-axloqiy modellarga asoslanganligi, harbiy xizmatchilarning xizmat samaradorligi va milliy xavfsizlikni ta'minlashda muhim ahamiyat kasb etishini inobatga olib, qo'shinlarimizga milliy qadriyat va an'alarimiz hamda tariximizga yuzlangan holda "Yangi O'zbekiston harbiy xizmatchisi ma'naviy tayyorgarligining konseptual mezonlari"ni ishlab chiqish;

ikkinchidan, AQSh armiyasida psixologik tayyorgarlik va stressga bardoshlilik tadbirlari bir nechta dastur va maxsus kurslar yordamida askarlarni nafaqat jismoniy, balki ruhiy, ijtimoiy va ma'naviy-ma'rifiy jihatdan ham jangovar tayyorgarlikka shay holatda turishlari, shu bilan birga ularning jangovar harakatlarga g'oyaviy tayyorgarlik darajasini aniqlash uchun ishlab chiqilganligi bir necha yillik o'zining samarasini berib kelayotganligini tahlil qilgan holda, qo'shinlarimizda "Harbiy xizmatchilarning g'oyaviy tayyorgarligini baholash metodikasi"ni ishlab chiqish;

uchinchidan, Rossiya-Ukraina jangovar harakatlari davomida RF harbiy xizmatchilarida "vatanparvarlik" va "sadoqat" tuyg'ularini yetishmasligi, shu bilan birga, mazkur tuyg'ularni aniqlash mezonlari mavjud emasligi oqibatida xizmat joyini tashlab ketish holatlarini ko'payib

ketganligini, shu bilan birga kelgusida qo'shinlarimizda bunday holatlarni oldini olish maqsadida "Harbiy xizmatchilarning vatanparvarlik va sadoqat tuyg'ularini aniqlash mezon va ko'rsatkichlari"ni ishlab chiqish;

to'rtinchidan, AQSh, Rossiya va Xitoy armiyalari tajribalarini inobatga olgan holda, qo'shinlarimizga zamonaviy jangovar mafkuraviy kurash operatsiyalari simulyatori va trenajyorlar kompleksidan iborat jangovar mafkuraviy tayyorgarlikning innovatsion modellari, simulyatsiya va rolli o'yinlar, interfaol mashg'ulotlar, g'oyaviy kurash simulyatorlari, ringlari, harbiy xizmatchilarning g'oyaviy "mushaklar"ni chiniqtirish usullari mujassamlashgan "Harbiy xizmatchilarni ma'naviyatini yuksaltirish modeli"ni ishlab chiqish.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

[1] John W. Brinsfield, "Army Values and Ethics: A Search for Consistency and Relevance", Parameters 28, no. 3 (1998), doi:10.5554/0031-1723.1990.

[2] Robert A. Fitton, ed., Leadership: Quotations from the Military Tradition (Boulder, Colo.: Westview Press, 1994), p. 179.

[3] The Army's documents which defined leadership included Field Manual (FM) 22-100, 1965; DA Pam 600-15, October 1968; FM 100-5, 1982; FM 22-100, 1983; FM 22-103, 1987; and FM 22-100, Draft 1997, among others.

[4] U.S. Army Medical department, Resiliency Training (Formerly Battlemind), <https://www.resilience.army.mil> (accessed January 20, 2013).

[5] Roy Eidelson, "The Dark Side of "Comprehensive Soldier Fitness" Mandatory "Resilience training" program for all U.S. soldiers raises concerns, March 25, 2011, <http://www.psychologytoday.com/print/7594> (accessed January 20, 2013).

[6] Seligman, M. E. P., & Fowler, R. D. (2011). Comprehensive Soldier Fitness and the future of psychology. American Psychologist, 66, 82-86. doi:10.1037/a0021998.

[7] Chris Jenks, A Matter of Policy: United States Application of the Law of Armed Conflict, 46 SW. L. REV. 337 (2017) <http://digitalrepository.smu.edu>.

[8] D. Guzman, J. Zamudio, J. Garcia, C. Rodriguez, and D. Botero, "Complex brain networks and simulated military reactions using a virtual reality system," Proceedings - 2019 IEEE 19th International Conference on Bioinformatics and Bioengineering, BIBE 2019, pp. 553- 556, 2019, doi: 10.1109/BIBE.2019.00105.

[9] Rose L. Thayer, Stars and Stripes. Distributed by Tribune Content Agency, LLC. May 22, 2024.

[10] U.S. ARMY 101 Army Pentagon Washington, DC 20310-0101 Website.

[11] John Antal, "Strength for the Future: The North Texas Chapter AUSA Leadership Program," Army Magazine, January 1, 2013, 47-50.

[12] Tharion, W. J., Karis, A. J., & Potter, A. W. (2013). Mood states of US Army Ranger students associated with a competitive road march. Journal of Sport and Human Performance, 1(3), 1-9. <https://doi.org/10.12922/22>.

[13] Приказ МО РФ от 16 октября 2018 г. № 585 "Об утверждении Положения о Главном военно-политическом управлении Вооруженных Сил РФ".

[14] Institute for the Study of War (ISW) of the USA, ISW: Over 50,000 Russian troops have abandoned their units since start of Ukraine conflict.

[15] The Ukrainian open-source intelligence (OSINT) group <https://doi.org/10.5418/27>, Tens of thousands of Russian soldiers have fled the war, Olesia Krivtsova.

[16] Духовно-нравственная готовность [Электронный ресурс] [Spiritual and moral readiness] URL: http://studbooks.net/1718441/psihologiya/duhovno_nravstvennaya_gotovnost.

[17] Духовное и нравственное воспитание российских воинов [Электронный ресурс] [Spiritual and moral education of Russian soldiers]. URL: http://voenservice.ru/boevaya_podgotovka/ogp/duhovnoe-i-nravstvennoe-vospitanie-rossiyskih-voinov.

OBJEKTGACHA MASOFANI O'LGHASH ANIQLIGIGA STEREO KAMERA MATRITSALARI SIJLISHI OMILINI SALBIY TA'SIRINI BARTARAF ETISHNING SAMARALI YECHIMINI ISHLAB CHIQISH

**t.f.d. professor, U.R. XAMDAMOV, M.A. UMAROV, B.A. TURGUNOV,
Sh.U. RAHMATILLAYEVA**

“University of management and future technologies” universiteti

Annotatsiya. Ushbu maqolada kuzatuvdagi obyektgacha masofani o'lchashda qo'llaniladigan stereo kamerali tizimlarda, o'lchash aniqligiga stereo kamera matritsalarini bir tekislikda yotmaslik omilini salbiy ta'siri tadqiqi natijalari va bu omilni ta'sirini kamaytishning samarali yechimi taklif qilinadi. Standart xolatda matritsalar tekisliklari siljishi mavjudligida o'lchash natijalardagi xatoliklar va taklif qilingan yechimning qo'llanilishi xolatida olingan o'lchash natijalari bilan solishtiriladi. Ishlab chiqilgan yechimning qo'llanilishi bo'yicha xulosalar beriladi.

Kalit so'zlar: stereo kamera, matritsa siljishi, masofani o'lchash, aniqlikni oshirish, kompyuter ko'rish, raqamli tasvir, 3D rekonstruksiya, kamera kalibrlash, paralaks effekti, geometrik buzilishlar, obyektни aniqlash, o'lchash aniqligi, vizual navigatsiya, tasvirni qayta ishlash, algoritmik tuzatish.

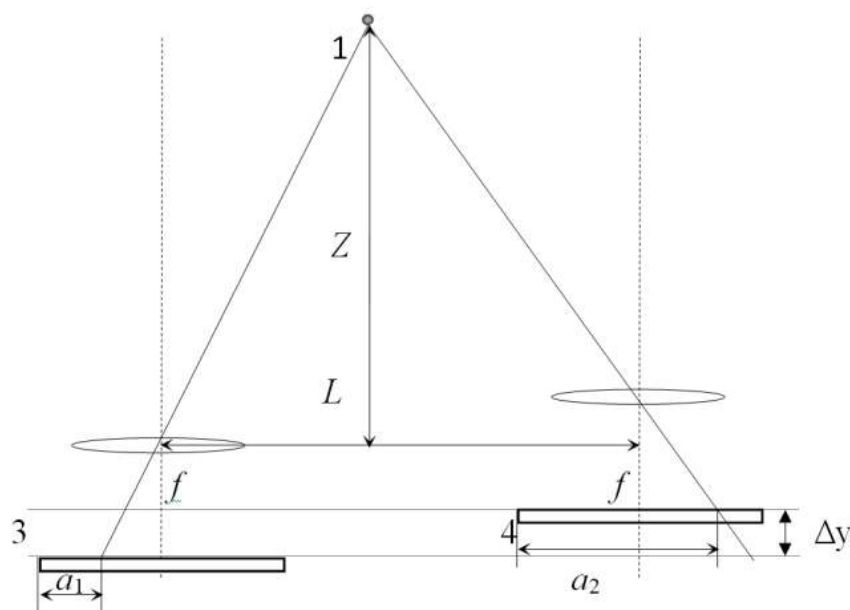
Аннотация. В данной статье представлены результаты исследования негативного влияния не лежащая матриц камер в одной плоскости в стерео камерных системах на точность измерения расстояния до наблюдаемого объекта. Также предложено эффективное решение для уменьшения этого влияния. Рассматриваются ошибки в результатах измерений при наличии смещения плоскостей матриц и проводится сравнение с результатами, полученными при применении предложенного решения. Приводятся выводы по применению разработанного решения.

Ключевые слова: стереокамера, смещение матрицы, измерение расстояния, повышение точности, компьютерное зрение, цифровое изображение, 3D реконструкция, калибровка камеры, эффект параллакса, геометрические искажения, обнаружение объектов, точность измерения, визуальная навигация, обработка изображений, алгоритмическая коррекция.

Ma'lumki bugungi kunda kuzatuvdagi obyektgacha masofani o'lchashning ko'plab usullari mavjud. Ularning ichida stereo kameralar yordamida olingan paralaks tasvirlar asosida obyektgacha masofani hisoblab topish usuli keng qo'llanilishga ega. Bu usul yordamida obyektgacha masofa o'lchash jarayonida obyektning stereo kameraning ikki kamerasida hosil bo'lgan obyekt tasvirlarining koordinatalari farqi, ya'ni disparatlik darajasi aniqlanadi. Aynan shu disparatlik darajasiga bog'liq ravishda obyektgacha masofa geometrik triangulyatsiya usulida hisoblab topiladi. Ammo bu usul yordamida obyektgacha masofani aniqlash jarayoni yuqori aniqlikda amalga oshavermaydi. Sababi, stereo ishlab chiqarilishi jarayonida nuqsonlarga ega bo'lishidir. Masalan stereo kamera tizimidagi har ikki kamera matritsalarini bitta gorizontaal tekislikda yotmasligi, bu matritsalarda hosil bo'lgan obyekt tasvirlari orasidagi disparatlikning xato aniqlanishiga sabab bo'ladi. Disparatlikning xato aniqlanishi, bu parametr asosida hisoblanadigan masofa kattaligini xato hisoblanishiga sabab bo'ladi [1].

Real stereo kamera tizimlarida doim ham ikki kameraning matritsalari bitta gorizontaal tekislikda yotmasligi mumkin. Natijada kuzatilayotgan obyektning tasviri hosil bo'ladigan matritsa foto sezuvchi elementlarining koordinatasi ham xatolik bilan aniqlanadi. Shuni unitmaslik kerakki, har ikki matritsadagi tasvir hosil bo'layotgan elementning koordinatasi kameralar tizimi tomonidan beriladi. Chunki, kamera matritsasidagi qaysi elementda tasvir hosil bo'lyotganligini kameraning elektron qurlimasiga yozilgan dasturiy vosita aniqlaydi. Demak stereo kamera tizimining obyektgacha masofani o'lchash aniqligiga salbiy ta'sir qiluvchi birinchi omili sifatida kamera matritsalarini o'rtasida OY o'qi bo'yicha vertikal siljish omilini keltirish mumkin (1-rasm). Bu

holatda o'ng tomonda joylashgan kamera matritsasida kuzatuvdagi obyekt tasviri hosil bo'ladigan foto sezgir element koordinatasi o'zgarib ketadi va bu o'lchash xatoligiga olib keladi [2].



1-rasm. Kameralar matritsalarini vertikal OY o'qi bo'yicha Δy masofaga siljigan stereo kamera tizimi

Bu usulda obyektgacha masofani o'lchash aniqligiga kameralar matritsalarini joylashgan gorizont tekisliklarini vertikal o'q bo'yicha o'zaro siljishining ta'sirini tadqiq qilish uchun maxsus tadqiqot stendidan foydalanish zarur. Tadqiqot o'tkazish uchun Nvidia Jetson nano B01 mikrokompyuteri va IMX 219-83 stereo kamerasi, masofa o'lchov chizg'ichiga ega doska kabi tashkil etuvchilardan tadqiqot stendi tayyorlab olinadi. Bunda stereo kamera juftligidagi kameralar optik markazlari orasidagi masofa (Stereo kamera bazisi) ni o'zgartirmagan holda kameralar joylashgan tekislikni vertikal o'q bo'yicha siljitish imkoniy bo'lishi lozim. Ushbu tadqiqot stendi yordamida obyektgacha masofani standart usulda (ya'ni stereo kameradagi matritsalar tekisliklarini siljishini hisobga olmagan holatda) hisoblab xatoliklarini ushbu stereo kamera tizimidagi kameralar matritsalarini siljish qiymatlariga bog'liqligini qiymatlari quyidagi formula asosida hisoblanadi va 1-jadvalda keltirilgan bo'lib, bu parametrlarning bog'liqligi 2-rasmdagi grafik orqali tasvirlangan:

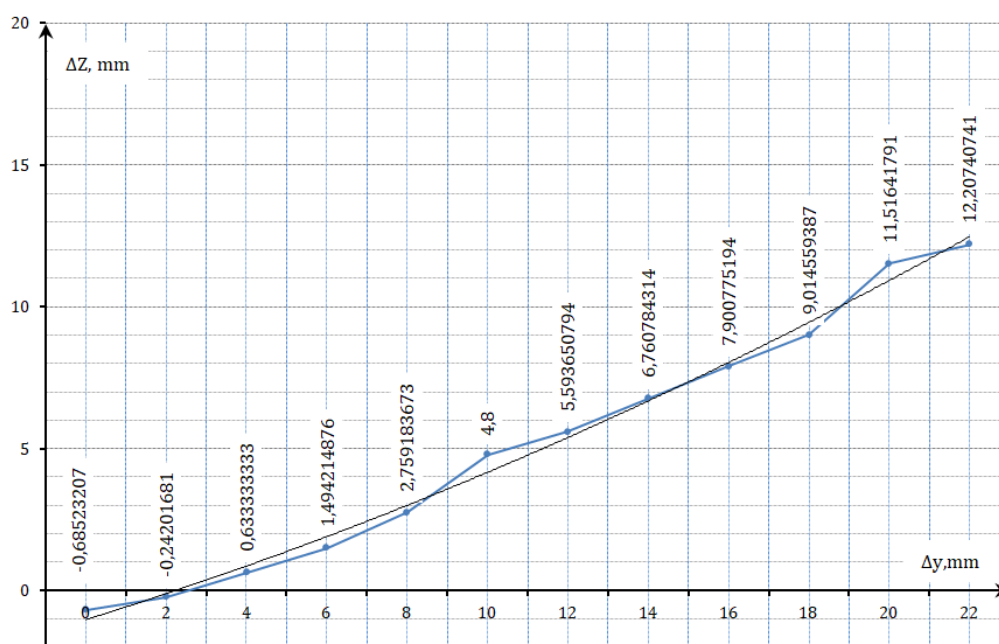
$$Z = \frac{Lf}{w_x(x_2 - x_1)} = \frac{Lf}{(a_2 - a_1)} \quad (1)$$

1-jadval.

O'lchash xatoligi qiymatini o'ng matritsa siljishi qiymatiga bog'liqligi

Δy , mm	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
ΔZ , mm	-0.68523207	-0.24201681	0.633333333	1.494214876	2.759183673	4.8	5.593650794	6.760784314	7.900775194	9.014559387	11.51641791	12.20740741

Ya'ni o'ng tomondagi kamera matritsasini musbat yo'nalishda OY bo'yicha siljishi bo'lgan Δy ning qiymatini ortishi bu kamera matritsasidagi obyekt tasviri hosil bo'ladigan foto sezgir element koordinatasini x_2 qiymatini kamayishiga sabab bo'ladi. Natijada masofani hisoblash orqali aniqlanadigan qiymati ortib boradi. Shu sababli hisoblash orqali aniqlangan masofa qiymati va real holatdagi masofa orasidagi farq ham ortib boradi, ya'ni o'lchash xatoligi ΔZ ning qiymati ortib boradi. O'lchash xatoligi ΔZ ning qiymatini Δy ga bog'liqligi quyidagi grafikda tasvirlangan (2-rasm) [3].



2-rasm. Stereo kamera yordamida masofani aniqlash xatoligini kamera matritsasi joylashgan tekislikni OY vertikal o'q bo'yicha siljish qiymatiga bog'liqligi grafigi

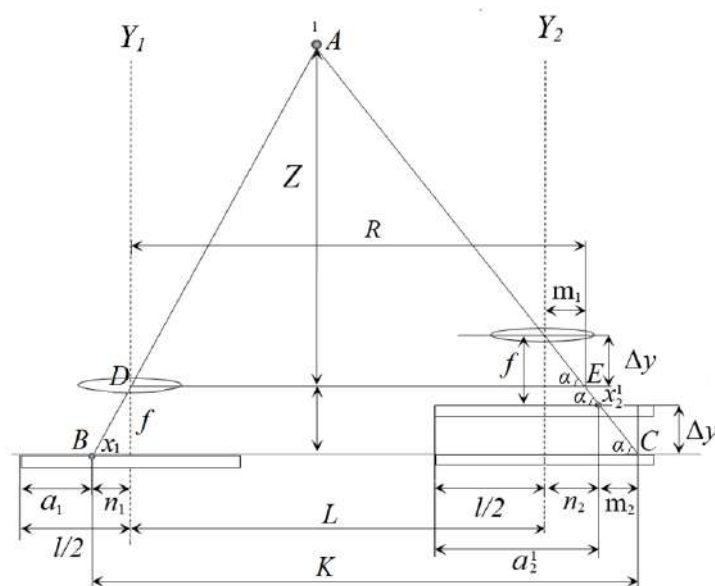
Yuqorida tasvirlangan (2-rasm) grafik bo'yicha stereo kamera orqali obyektgacha masofani o'lchash xatoligi ΔZ qiymatini kamera matritsasi siljishi Δy qiymatiga bog'liqligi shuni ko'rsatadiki, matritsalar joylashgan tekisliklarning o'zaro siljishi qiymati Δy qanchalik katta bo'lsa, o'lchash xatoligi ΔZ ning qiymati shuncha katta bo'lar ekan.

Stereo kamera tizimlarining kameralari matritsalarining bir gorizontall tekislikda joylashmasliklari, ya'ni ularni o'zaro OY o'qi bo'yicha siljishga ega bo'lishi, yuqorida natijalari taqdim etilgan tajribaviy tadqiqotlar asosida tasdiqlandiki, bu omil stereo kamera tizimi yordamida kuzatuvdagi obyektgacha masofani o'lchashda yuzaga kelishi mumkin bo'lgan o'lchash xatoligiga sezilarli hissa qo'shadi. Demak, stereo kamera tizimida kameralarning vertikal siljishlarini hisobga olgan holda kuzatuvdagi obyektgacha masofani o'lchashning samarali yechimlarini ishlab chiqish lozim [6].

Stereo kameralar tizimidagi kameralar matritsalarining biri ikkinchisiga nisbatan vertikal OY o'qi bo'yicha Δy masofaga siljigan holatida kuzatuvdagi obyektgacha masofani o'lchashda kameralarning ushbu o'zaro Δy siljishini hisobga olgan holda hisoblashni amalga oshiruvchi matematik modelni ishlab chiqish lozim. Buning uchun bunday siljish mavjud bo'lgan stereo kameralar matritsalarini tasvir hosil bo'lishini tasvirlash lozim (3-rasm).

Quyidagi 3-rasmda tasvirlangan tizimda kuzatuvdagi obyektgacha masofa Z ni hisoblashda yana ABC va ADE uchburchaklarning o'xshashligiga asoslaniladi. Ammo shuni nazarda tutish kerakki, kuzatuvdagi obyektning tasviri hosil bo'ladigan o'ng tomondagi kamera matritsasi foto sezgir elementining koordinatasi endi o'zgargan bo'ladi. Ya'ni tasvir koordinatasi x_2 bo'lgan fotosezgir elementda hosil bo'ladi. Shuningdek, triangulyasiya usulida hisoblashni amalga oshirish uchun obyektдан x_2 ga tortilgan to'g'ri chiziqni chap kamera yotgan gorizontall chiziq bilan kesishish nuqtasi S gacha davom ettirish lozim. Shundagina o'zaro o'xshash ABC va ADE uchburchaklar hosil bo'ladi. Bunga asoslanib quyidagi tenglikni yozish mumkin [9]:

$$\frac{Z}{R} = \frac{Z+f}{K} \quad (2)$$



3-rasm. Kameralar matritsalarini vertikal OY o'qi bo'yicha o'zaro Δy masofaga siljigan stereo kamera tizimida tasvirning hosil bo'lishi

Bu yerda:

$$R=L+m_1 \text{ va } K=n_1+L+n_2+m_2$$

$$n_1=l/2-a_1 \text{ va } n_2=a_2^1-l/2 \quad (3)$$

Agar

$$\operatorname{tga} = \frac{\Delta y}{m_1} = \frac{\Delta y}{m_2}$$

ekanlagini hisobga olinsa, bundan ma'lum bo'ladi:

$$m_1=m_2=m \quad (4)$$

Yuqoridagi (3) va (4) tengliklarni (2) tenglamaga qo'yish orqali quyidagi hosil bo'ladi:

$$\frac{Z}{L+m_1} = \frac{Z+f}{n_1+L+n_2+m_2} = \frac{Z+f}{(l/2-a_1)+L+(a_2^1-l/2)+m_2}$$

$$\frac{Z}{L+m} = \frac{Z+f}{(l/2-a_1)+L+(a_2^1-l/2)+m}$$

Ushbu tenglamadan

$$Z = \frac{Lf+mf}{a_2^1-a_1} = \frac{Lf+mf}{w_x(x_2^1-x_1)} \quad (5)$$

hosil bo'ladi.

Agar

$$\operatorname{tga} = \frac{\Delta y}{m} = \frac{f}{n_2} = \frac{f}{(a_2^1-l/2)}$$

ma'lum bo'lsa va undan

$$m = \frac{\Delta y(a_2^1-l/2)}{f} \quad (6)$$

kelib chiqadi.

Agar (6) tenglik orqali topilgan m ni (5) matematik ifodaga qo'yilsa:

$$Z = \frac{Lf+mf}{a_2-a_1} = \frac{Lf + \left(\frac{\Delta y(a_2^1-l/2)}{f}\right)f}{a_2-a_1} = \frac{Lf + \Delta y(a_2^1-l/2)}{a_2-a_1}$$

formula hosil bo'ladi. Demak, stereo kameralar tizimidagi kameralar matritsalarining biri ikkinchisiga nisbatan vertikal OY o'qi bo'yicha Δy masofaga siljigan holatida kuzatuvdagi obyektgacha masofani o'lchashda kameralarning ushbu o'zaro Δy siljishini hisobga olgan holda hisoblash formulasi:

$$Z = \frac{Lf + \Delta y(a_2^1 - l/2)}{a_2^1 - a_1} = \frac{Lf + \Delta y(w_x x_2^1 - l/2)}{w_x(x_2^1 - x_1)} \quad (7)$$

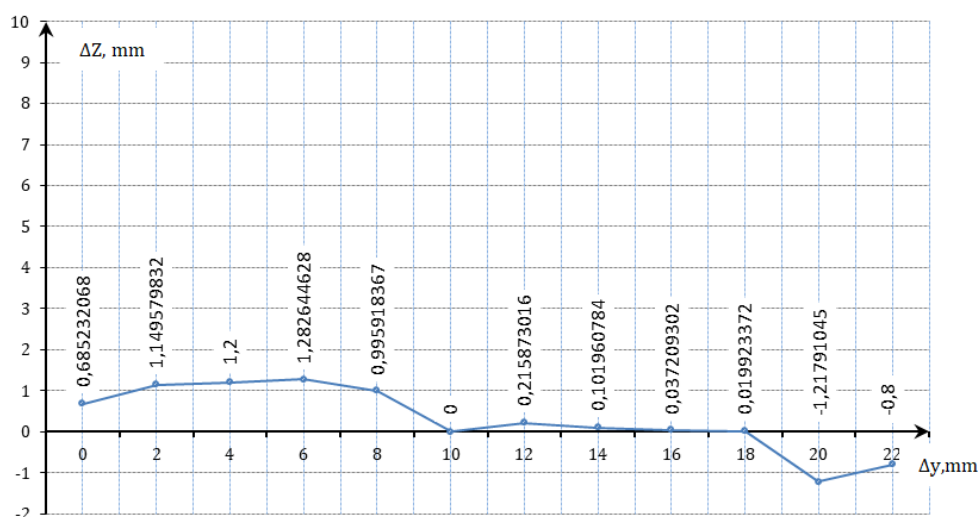
Endi yuqorida natijalari bayon qilingan tajribani ishlab chiqilgan (6) formula asosida qayta o'tkaziladi. Bu ishlab chiqilgan formulani qay darajada aniq natija berishini baholash imkonini beradi. Demak, o'tkaziladigan tajribada kuzatuvdagi obyektgacha masofani o'lchash algoritmidagi (7) formuladan foydalaniladi. Kuzatuvdagi obyektgacha masofani o'lchash xatoliklari ΔZ ning qiymatini kamera matritsasi siljishi Δy ning qiymatiga bog'liqlik jadvali quyida keltiriladi (2-jadval) [7].

2-jadval.

Ishlab chiqilgan formula asosida hisoblashda o'lchash xatoligi qiymatini o'ng matritsa siljishi qiymatiga bog'liqligi

Δy , mm	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
ΔZ , mm	0,685232068	1,149579832	1,2	1,282644628	0,995918367	0	0,215873016	0,101960784	0,037209302	0,019923372	-1,21791045	-0,8

Yuqoridagi jadvalda keltirilgan ma'lumotlar asosida masofani o'lchash xatoliklari ΔZ ning qiymatini kamera matritsasi siljishi Δy ning qiymatiga bog'liqlik grafigini chizish mumkin. Bu grafik asosida masofani o'lchash xatoliklari ΔZ ning qiymatini kamera matritsasi siljishi Δy ning qiymatlari ortib borish holatida qanday o'zgarishini tasvirlab beradi.



4-rasm. Stereo kamera yordamida masofani aniqlash xatoligini kamera matritsasi joylashgan tekislikni OY vertikal o'q bo'yicha siljishi Δy qiymatiga bog'liqligi grafigi

Xulosa. Yuqoridagi 4-rasmda tasvirlangan stereo kamera yordamida masofani aniqlash xatoligini kamera matritsasi joylashgan tekislikni OY vertikal o'q bo'yicha siljishi Δy qiymatiga bog'liqligi grafigidan ko'rinadiki, stereo kamera asosida kuzatuvdagi obyektgacha masofani hisoblash jarayonida ishlab chiqilgan (7) formulaning qo'llanilishi, hisoblash orqali masofani o'lchash xatoligining juda kichik qiymatlari bilan amalga oshiriladi. Shuningdek, ushbu grafikdan ko'rinib turibdiki, kamera matritsasi siljishi Δy ning katta qiymatlarida ham o'lchash xatoligining qiymatini keskin ortib ketishi kuzatilmaydi.

Demak, ushbu tadqiqot ishi davomida ishlab chiqilgan stereo kamera yordamida masofani hisoblash formulasi asosida ishlovchi algoritmi va unga mos dasturiy vositani ishlab chiqilishi, stereo kamera matritsalarining joylashgan tekisliklar bir gorizontall tekislikda yotmagan holatlarda ham kuzatuvdagi obyektgacha masofani yuqori aniqlikda o'lchash imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

- [1] Козлов В.Л. Учет влияния дестабилизирующих факторов для повышения точности измерений дальномера на основе стереоизображений. Приборы и методы измерений. 2017. – Т. 8, № 3. С. 254–262. DOI: 10.21122/2220-9506-2017-8-3-254-262
- [2] Xamdamiy Utkirbek, Turgunov Bekzod. Paralaks tasvirlar asosida kuzatuvdagi ob'ektgacha masofani o'lchash aniqligiga ta'sir qiluvchi omillar va ularni ta'sirini kamaytirish choralarini. Management and Future Technologies Ilmiy jurnal Volume 2, Issue 1. 31/03/2025.
- [3] U.R.Xamdamiy, B.A.Turgunov. "Optimal solutions for determining the distance to an object in an autonomous mobile device for people with disabilities" in International scientific - practical conference of Digital transformation and artificial intelligence: problems, innovations and trends (DTAI), Tashkent, (2024), 70-74 pg. <https://dtai.tsue.uz/index.php/DTAI2024/article/view>
- [4] Hartley, R.I. Theory and practice of projective rectification / R.I. Hartley // International Journal of Computer Vision. – 1999. – Vol. 35, no. 2. – P. 115–127.
- [5] D. N. Stepanov, A. V. Smirnov, Issledovanie prosessa kalibrovki i opticheskix xarakteristik stereo nasadki 3Dberry, Programmiye sistemi: teoriya i prilozheniya, 2018, tom 9, vipusk 3, 11–28 DOI: 10.25209/2079-3316-2018-9-3-11-28
- [6] Aleman-Flores, M. Automatic Lens Distortion Correction Using One-Parameter Division Models / M.AlemanFlores, L. Alvarez, L. Gomez, D. Santana-Cedres // Image Processing On Line. - 2014. - Vol. 4. - P. 327-343., doi: 10.1007/s10851-012-0342-2.
- [7] Hartley R., Zisserman A. Multiple View Geometry in Computer Vision. – 2nd ed. – Cambridge University Press, 2004. – 672 p.
- [8] Zhang Z. A flexible new technique for camera calibration // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. – 2000. – Vol. 22, No. 11. – P. 1330–1334.
- [9] Scharstein D, Szeliski R. A taxonomy and evaluation of dense two-frame stereo correspondence algorithms // International Journal of Computer Vision. – 2002. – Vol. 47, No. 1. – P. 7–42.
- [10] Geiger A, Lenz P, Urtasun R. Are we ready for Autonomous Driving? The KITTI Vision Benchmark Suite // CVPR. – 2012. – P. 3354–3361.

BAZALT TOLASI CHIZIQLI ZICHLIGINI ULTRATOVUSH DATCHIGI ORQALI NAZORAT QILISH

Yu. MAMASADIKOV, E.J. ALIXONOV

Farg'ona davlat texnika universiteti

Annotatsiya: Ushbu maqolada bazalt tolasi chiziqli zichligini nazorat qilishning ultratovush usuli haqida batafsil ma'lumotlar keltirilgan. Bazalt tolasining chiziqli zichligi uning mexanik xususiyatlari va ishlatish samaradorligiga ta'sir etuvchi muhim parametr bo'lib, uni aniq va tez o'lchash zarur. Ultratovush usullari yordamida tolaning zichligini shikast yetkazmasdan va yuqori aniqlikda o'lchash imkoniyati mavjud. Tadqiqotda ultratovush signallarning nurlanish oqimini va bazalt tolasining zichligi o'rtasidagi bog'liqligi o'rganilgan, shuningdek, aniklikni oshirish yo'llari ko'rib chiqilgan. Eksperimental tekshirishlar natijalari ultratovush usulining samaradorligini va amaliyotidagi qo'llanilishini tasdiqlagan.

Kalit so'zlar: ultratovush nazorati, bazalt tolasi, soya usuli, echo-impuls usuli, amplituda.

Аннотация: В данной статье дана подробная информация об ультразвуковом методе контроля линейной плотности базальтового волокна. Линейная плотность базальтового волокна является важным параметром, влияющим на его механические свойства и эксплуатационную эффективность, и ее необходимо точно и быстро измерять. С помощью ультразвуковых методов можно измерять плотность волокна, не повреждая его и с высокой точностью. В исследовании изучена связь между потоком излучения ультразвуковых сигналов и плотностью базальтового волокна, а также рассмотрены пути повышения точности. Результаты экспериментальных испытаний подтвердили эффективность ультразвукового метода и его применение на практике.

Ключевые слова: ультразвуковой контроль, базальтовое волокно, теневой метод, эхо-импульсный метод, амплитуда.

Annotation: This article provides detailed information on the ultrasonic method of controlling the linear density of basalt fiber. The linear density of basalt fiber is an important parameter affecting its mechanical properties and operational efficiency, and it is necessary to measure it accurately and quickly. Using ultrasonic methods, it is possible to measure the density of the fiber without damaging it and with high accuracy. The study studied the relationship between the radiation flux of ultrasonic signals and the density of basalt fiber, and also considered ways to increase accuracy. The results of experimental tests confirmed the effectiveness of the ultrasonic method and its application in practice.

Keywords: ultrasonic control, basalt fiber, shadow method, echo-pulse method, amplitude.

Bazalt tolasi – yuqori xaroratga, korroziyaga va mexanik ta'sirlarga chidamli bo'lgan kompozit materiallar ishlab chiqarishda keng qo'llaniladigan asosiy komponentdir. Uning fizik-mexanik xususiyatlari, ayniqsa chiziqli zichligi, materialning mustahkamligi, ishlatish davomiyligi va boshqa ishchi parametrlariga to'g'ridan-to'g'ri ta'sir ko'rsatadi [1]. Shu sababli, bazalt tolasining chiziqli zichligini aniq va tez o'lchash usullarini ishlab chiqish zarurdir.

Ayni paytda klassik usullar (massa va hajmni o'lchash) uzoq vaqt talab qiladigan va ba'zan noto'g'ri natijalar berishi mumkin. Shuning uchun shikast yetkazmasdan nazorat usullari, ayniqsa ultratovush tekshirish usuli ahamiyat kasb etadi [2]. Ultratovush signallarning materialda tarqalish tezligi va zichlik o'rtasidagi bog'liqlikka asoslangan bu usul, yuqori tyezlikda va qisqa vaqt ichida anik ma'lumot olish imkonini beradi.

Ultratovush nazorati, nazorat qilinadigan ob'yekt orqali ultratovush to'lqinlarining tarqalishiga va o'tgan to'lqin signalini ("soya usuli") yoki har qanday sirt yoki nuqsondan aks etgan yoki tarqalgan signalni ("exo-impuls usuli") qayd etishga asoslangan.

Ushbu usullar yordamida nazorat qilishda quyidagi datchiklar ishlatilishi mumkin:

- birlashtirilgan datchiklar – ham manba, ham qabul qilgich vazifasini bajaradi;

- alohida-birlashtirilgan datchiklar;
- alohida datchiklar – biri to‘lqin chiqaradi, ikkinchisi qabul qiladi.

Yuqorida keltirilgan usullarda nazorat obyektining bir yoki bir nechta sirtlaridan qaytuvchi oraliq aks etishlardan foydalanish mumkin. Nazorat qo‘lda, yarim avtomatik yoki avtomatik uskunalar yordamida amalga oshirilishi mumkin. Bunday holda, nazoratning o‘ziga xos sharoitlariga qarab kontaktli, yoriqli, immersiya (suv yoki suyuqlik orqali) yoki boshqa nazorat usullari qo‘llanilishi mumkin [3,4].

Ko‘pincha bo‘ylama va ko‘ndalang to‘lqinlar ishlatiladi, ular nazorat qilinayotgan mahsulot sirtiga perpendikulyar yoki burchak ostida tarqaladi. Shuningdek, mahsulot turiga ko‘ra, Lemb to‘lqinlari (noziq qatlamli materiallarda tarqaladi) yoki Reley to‘lqinlari kabi boshqa to‘lqin turlari ham qo‘llanilishi mumkin [5,6].

To‘lqin turi va uning tarqalish yo‘nalishi nazorat maqsadlariga bog‘liq bo‘lib, tekislikdagi aks ettiruvchilardan qaytish xususiyatlarini hisobga olishi kerak bo‘ladi. Lemb to‘lqinlari (material sirti bo‘yicha tarqaladi) ishlatilgan holatdan tashqari, exo-impuls usuli va birlashtirilgan datchiklar qo‘llanilganda, to‘lqinning tarqalish yo‘nalishi imkon qadar aks ettiruvchi tekislikka perpendikulyar bo‘lishi lozim [7].

Soya usuli ultratovush to‘lqinining nazorat obyektidan o‘tishidan keyin signalning so‘nishini o‘lchashga asoslangan.

O‘lchash jarayonida quyidagi signallar ishlatiladi:

- a) quyi sirtidan qaytgan signal;
- b) bevosita kiritilgan (to‘g‘ri signal) yoki obyekt sirtidan aks etgan (aralash signal). [9]

Exo-impuls usulida nazorat ob‘yekti ichidagi qatlamlar chegarasidan aks etgan yoki tarqalgan signal baholanadi.

Aks etgan signal quyidagi xususiyatlarga ega bo‘ladi:

- Amplitudasi (kuchliligi);
- Vaqt o‘qidagi joylashuvi (aks ettiruvchigacha bo‘lgan masofaga bog‘liq).

Aks ettiruvchining joylashuvi quyidagicha aniqlanadi:

- Ma‘lum masofa (aks ettiruvchigacha);
- Tovush tarqalish yo‘nalishi;
- O‘zgartirgichning joylashuvi.

Exo-impuls usulida to‘lqinning tarqalish yo‘nalishi aks ettiruvchi tekislikka perpendikulyar bo‘lishi maqsadga muvofiq.

Bazalt tolasini chiziqli zichligini nazorat qilishning ultratovush usuli asosida ishlovchi bir qancha qurilmalar mavjud.

Bazalt tolasini chiziqli zichligini nazorat qilishning soya usuliga asoslangan bir qancha qurilmalar mavjud. Ularning ish prinsipi ultratovush to‘lqinini bazalt tolasida so‘nishiga asoslangan.

Ma‘lumki ultratovush to‘lqini bazalt tolasida orqali o‘tganda uning amplitudasi quyidagicha aniqlanadi.

$$A = A_0 e^{-\alpha l} \quad (1)$$

Bu yerda: A_0 – boshlang‘ich ultratovush amplitudasi; l – bazalt tolasida qalinligi, α – so‘nish koeffitsiyenti.

Tenglik (1) ni bazalt tolasida massasi orqali quyidagicha ifodalash mumkin:

$$A = A_0 e^{-\alpha m} \quad (2)$$

Chiziqli zichlik – bu birlik hajmga to‘g‘ri keladigan massa bo‘lib, quyidagi formula bilan ifodalanadi [2]:

$$\delta = \frac{m_0}{V} \quad (3)$$

bu yerda:

m_0 – bazalt tolasida massasi,

V – bazalt tolasining hajmi.

Shundan ko‘rinadiki, chiziqli zichlikni o‘lchash uchun bazalt tolasining kalibrlovchi hajm V orqali o‘tishi kerak. Agar bazalt tolasining kesim yuzasi S bo‘lsa, (3) tenglama quyidagicha yoziladi:

$$\delta = \frac{m_0}{S \cdot l_A} \quad (4)$$

bu yerda: l – o‘lchash kanalidagi bazalt tolasining uzunligi.

O‘lchash jaryonida quydagi shart bajarilishi lozim ya’ni:

$$k = \frac{1}{S \cdot l_A} = \text{const}$$

U xolda bazalt tolasining zichligi quyidagicha aniqlanadi.

$$\delta = k m_0 \quad (5)$$

Shuning uchun

$$A = A_0 e^{-\beta \delta} \quad (6)$$

Bu yerda $\beta = \alpha / k$ – o‘zgarimas kattalik

Shunday qilib, bazalt tolasining optik zichligi

$$\frac{A}{A_0} = e^{-\beta \delta} \quad (7)$$

yoki

$$\ln \frac{A}{A_0} = -\beta \delta \quad (8)$$

bundan,

$$\delta = -\frac{1}{\beta} \ln \frac{A}{A_0} \quad (9)$$

(9) tenglamadan ko‘rinadiki, bazalt tolasini orqali o‘tgan nurlanish oqimi uning chiziqli zichligiga proporsionaldir.

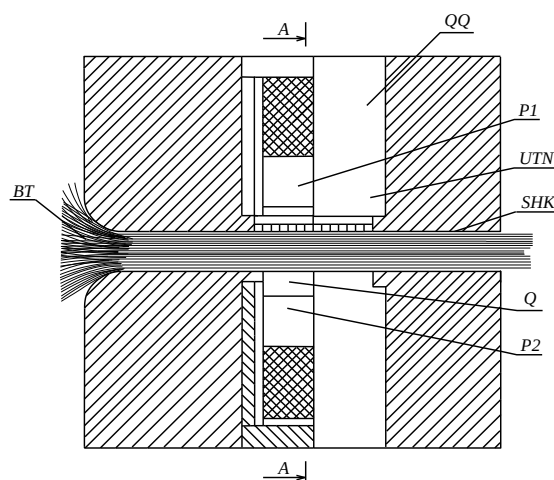
Bazalt tolasini chiziqli zichligini nazorat qilishning soya usuliga asoslangan qurilmalardan birini ish prinsipini ko‘rib chiqamiz. Ushbu qurilma quyidagicha ishlaydi (1-rasm).

Bazalt tolasini BT ni shakllantiruvchi kanal (SHK) orqali o‘tkaziladi, bu yerda devorlarning siqishi natijasiga unga doimiy kesim yuzasi va to‘g‘ri ko‘ndalang shakl beriladi. Pezoelementlar (P1) va (P2) tomonidan qo‘zg‘atilgan ultratovush tebranishlari passiv to‘g‘ri burchakli qoplama (Q) ga uzatiladi va u tomonidan bazalt tolasini BT ni tarqatiladi, so‘ngra qabul qilgich (QQ) ning pezoelementi (P1) tomonidan qabul qilinadi.

Bazalt tolasini BT ni massasining ortishi ultratovushning signalini so‘nishini ortishiga olib keladi, natijada qabul qilgich (QQ) signalining amplitudasi kamayadi. Signal amplitudasi orqali bazalt tolasini BT ning chiziqli zichligi aniqlanadi. Shakllantiruvchi kanal (SHK) chetida joylashgan passiv to‘g‘ri burchakli qoplama (Q) yuzasidan qo‘zg‘algan tebranishlar yon devorlarning tovush yutuvchi materiali tomonidan so‘ndiriladi. Shu bilan birga interferensiya hodisalarini ham bartaraf etadi.

Shunday qilib, qo‘zg‘atkichni ikki pezoelementdan iborat va shakllantiruvchi kanal o‘qiga nisbatan simmetrik holda (pezelement diametrining yarmiga teng masofada) joylashtirish, tebranish siljishining amplitudasi farqini bitta pezoelement yoki ma’lum masofada joylashtirilgan ikkita pezoelementga nisbatan kamaytiradi. Shunday qilib, tekis intensivlikdagi ultratovush nuri yoritiladigan yuzada nazorat qilish aniqligini oshiradi.

Ultratovush to‘lqini bazalt tolasini orqali o‘tayotganda uning strukturasi bilan o‘zaro ta’sirlashadi va bu to‘lqinning tarqalish tezligi materialning zichligi hamda elastiklik xususiyatlariga bog‘liq bo‘ladi. Ultratovush to‘lqinining bazalt tolasini orqali o‘tish vaqti hamda u material qatlamlari chegaralaridan aks etishi asosida muhim parametrlarni o‘lchash mumkin bo‘ladi.



1-rasm. Bazalt tolasining chiziqli zichligini ultratovush usuli bilan nazorat qilish datchigi

Ultratovush to‘lqini 0,5-10 MGs oraliqda generatorda hosil qilinadi va bazalt tolasini orqali o‘tkaziladi. Ushbu to‘lqin bazalt tolasidan o‘tganda va undan aks etgandan so‘ng datchik tomonidan qayd etiladi. Ultratovush to‘lqinining bazalt tolasini orqali o‘tish vaqtini o‘lchash orqali tolaning fizik xususiyatlarini, jumladan, uning chiziqli zichligini aniqlash mumkin.

Ultratovush to‘lqinlari material orqali uzatilganda, ularning tezligi va qattiqligi materialning zichligiga bog‘liq bo‘ladi. Bazalt tolasining chiziqli zichligi o‘zgarishi ultratovush signalining o‘tish vaqti va amplitudasiga ta‘sir ko‘rsatadi.

Xulosa. Bazalt tolasining chiziqli zichligini ultratovush usulda aniqlash bo‘yicha o‘tkazilgan bu tadqiqot natijalari ko‘rsatishicha, ultratovush nazorat usuli bu sohadagi amaliy va ilmiy yechimlar uchun yuqori samaradorlikka ega ekanligi aniqlandi.

Ultratovush usul bazalt tolasining chiziqli zichligini nazorat qilishda samarali va ishonchli vosita bo‘lib, uning kompozit materiallar ishlab chiqarishida sifatni nazorat qilish tizimlariga integratsiya qilishda keng imkoniyatlar mavjud. Keyingi tadqiqotlarning zarur yo‘nalishi – bu usulni avtomatlashtirish va uni boshqa turdagi maxsus tolalarni tekshirishda qo‘llash imkoniyatlarini o‘rganishdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

[1] Ключев В.В. Неразрушающий контроль. Том 3. Ультразвуковой контроль Ключев В.В. Неразрушающий контроль. Ультразвуковой контроль. – М.: Машиностроение, 2004. – Том 3. – 864 с.

[2] Yu. Mamasadikov, E. J. Alixonov. Bazalt tolasini chiziqli zichligini nazorat qilishning ultratovush usuli. “Zamonaviy texnologik jarayoni sifatini oshirishda metrologiyaning ahamiyati o‘sishi” 2025 yil 20 may Butunjahon metrologiya kunning 150 yilligiga bag‘ishlangan xalqaro ilmiy-amaliy anjumani materiallar to‘plami. 16-17 may Buxoro 2025 yil.

[3] Бергман Л. Ультразвук и его применение в науке и технике. / пер. с нем. – М.: Изд. иностр. лит., 1957. – 726 с.

[4] Krautkrämer, J., & Krautkrämer, H. (1990). *Ultrasonic testing of materials* (4th ed.). Springer-Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-10680-8>

[5] Handbook of basalt fiber technology / под ред. V. Mittal, J. K. Kim. – 1st ed. – Amsterdam: Elsevier, 2021. – 450 p. – ISBN 978-0-12-818983-2. – <https://www.elsevier.com/books/handbook-of-basalt-fiber-technology/mittal/978-0-12-818983-2>

[6] Prakash, R. Non-Destructive Testing of Fibre-Reinforced Composites. Singapore: Springer, 2020. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-15-4814-7>

[7] Мэттьюз Ф., Ролингс Р. Композитные материалы. Механика и технология. - М.: Техносфера, 2004. – 408с.

QUROLLI KUCHLAR TIZIMIDA RAQAMLI TRANSFORMATSIYA XATARLARINI BOSHQARISH

Sh.Sh. YULDASHEVA

Toshkent amaliy fanlar universiteti

Annotatsiya. Maqolada qurolli kuchlar sohasida raqamli transformatsiya jarayonida risk-menejmentning qo'llanishi tahlil qilinadi. Risklarni boshqarishning ko'p darajali tizimi, ya'ni umumiy risklar reestri va harbiy dastur hamda loyihalarga oid alohida reestrlar yoritilgan. Ushbu yondashuv markazlashgan rezervlarni boshqarish hamda muhim xavf va tahdidlarga tezkor javob qaytarish o'rtasida muvozanatni ta'minlaydi. Modelni amaliyotga joriy etish mudofaa tizimining noaniqliklarga chidamliligini oshiradi va harbiy raqamlashtirishning strategik maqsadlariga erishishga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: raqamli transformatsiya, risk-menejment, qurolli kuchlar, harbiy dasturlar, strategik rejalashtirish, rezervlarni boshqarish, axborot xavfsizligi, mudofaa tizimi barqarorligi.

Аннотация. В статье анализируется применение методов риск-менеджмента при цифровой трансформации в сфере вооружённых сил. Рассматривается многоуровневая система управления рисками, включающая общий реестр рисков и специализированные реестры для отдельных военных программ и проектов. Такой подход обеспечивает баланс между централизованным управлением резервами и оперативным реагированием на критические угрозы. Использование данной модели повышает устойчивость системы обороны к факторам неопределённости и способствует достижению стратегических целей военной цифровизации.

Ключевые слова: цифровая трансформация, риск-менеджмент, вооружённые силы, военные программы, стратегическое планирование, управление резервами, информационная безопасность, устойчивость системы обороны.

Abstract. The article examines the application of risk management methods in the context of digital transformation within the Armed Forces. A multi-level risk management system is considered, which includes a general risk register and specialized registers for specific military programs and projects. This approach ensures a balance between centralized reserve management and rapid response to critical threats. Implementing this model enhances the resilience of the defense system to uncertainty and supports the achievement of strategic goals of military digitalization.

Keywords: digital transformation, risk management, armed forces, military programs, strategic planning, reserve management, information security, defense system resilience.

Qurolli kuchlar tizimida raqamli transformatsiyani kuzatib boruvchi keng ko'lamli o'zgarishlarni joriy etish turli xil xatarlarni, jumladan, o'ziga xos va sohaviy risklarni boshqarish zarurati bilan chambarchas bog'liqdir. Tadqiqotchilar fikriga ko'ra, potentsial yo'qotishlarning katta qismi tashkilot ichidagi qarshilik bilan bog'liq bo'lib, bu shaxsiy tarkibning samaradorligining pasayishiga, xizmat vazifalarini bajarish muddatlarining cho'zilishiga, hatto joriy qilinayotgan o'zgarishlarni sabotaj qilishga olib kelishi mumkin. Shu bilan birga, tashqi muhitning o'zgaruvchanligi – harbiy-texnologik yangiliklar, aholining xavfsizlikka bo'lgan kutishlari, davlat regulyatorlari va xalqaro tashkilotlarning harakatlari ham mudofaa sohasidagi transformatsiya jarayoniga sezilarli ta'sir ko'rsatadi.

Ichki va tashqi qarshilik omillari bilan bir qatorda, harbiy sohada raqamli transformatsiyalashdagi risk-menejmentning asosiy murakkabligi geosiyosiy va raqobat muhiti noaniqligining ortib borishidadir. Gap qurolli kuchlarning moddiy-texnik bazasi imkoniyatlari, mudofaa sanoati yetkazib beruvchilari, davlat byudjeti va resurslar taqsimoti, xalqaro raqobat va xavfsizlik tizimidagi o'zgarishlar jarayonlarining tezlashuvi va sinxron emasligida ketmoqda.

Jarayonli yondashuvni qo'llashda risk ob'ektlari sifatida "strategik harbiy rejalarni ishlab chiqish va amalga oshirish jarayonlari" ajratib ko'rsatiladi. Ularning sifatidan, birinchi navbatda, mudofaa rejasining muvozanatlilik va realistikligi, shuningdek, yashirin xatolar xavfi darajasi bog'liq bo'ladi. Risk-menejmentning dolzarb modeli harbiy maqsadlarni noto'g'ri belgilashning oldini olish va raqamli transformatsiyaning strategik rejalashtirishida mudofaa salohiyati ko'rsatkichlariga – qurolli kuchlar samaradorligini oshirish, resurslardan foydalanish samaradorligini ko'paytirish va xavfsizlikni mustahkamlashga qaratilgan diqqatni izchil saqlab qolishni taqozo etadi.

Qurolli kuchlar tizimida raqamli transformatsiya jarayonida noaniqlik omillarini kamaytirish muammosini tahlil qilish

Qurolli kuchlar tizimida raqamli transformatsiya jarayonida noaniqlik omillarini kamaytirish muammosini tahlil qilish bir nechta bog'liq yo'nalishlarni qamrab oladi. Strategik rejalashtirish bu kontekstdagi ikki asosiy ish guruhini o'z ichiga oladi:

- xavf-xatarlarni shakllantirish va baholash, ularni boshqarish rejalari ishlab chiqish hamda xavf-menejment uchun zarur zaxiralarni ajratish;

- xavflarga ajratilgan zaxiralar mudofaa byudjeti raqamli transformatsiyasiga (rejalashtirish bosqichida ham, keyinchalik byudjet ijrosi jarayonida ham) ta'sirini aniqlash.

Xatarlarni dastlabki shakllantirish va baholash metodi orqali amalga oshiriladi va quyidagilarni o'z ichiga oladi:

1. Qurolli kuchlar tizimida raqamli transformatsiya strategik maqsadlarini aniqlashga to'sqinlik qiluvchi omillarni aniqlash;

2. Omillarni ikki parametrlar bo'yicha tartiblash: halokatli oqibatlar darajasi va xatar yuzaga chiqish ehtimoli;

3. Boshqaruv rejalarni ishlab chiqish: aniqlangan omillar ta'sirini cheklash va yuzaga chiqish ehtimolini kamaytirishga qaratilgan chora-tadbirlar;

4. Raqamli transformatsiya bo'yicha ishlab chiqilgan harbiy biznes-rejani chuqur tahlil qilish va natijalarini yuqori qo'mondonlikka taqdim etish.

Xatarlarni boshqarishda moliyaviy (harbiy byudjetdagi) zaxiralardan foydalanish ham muhim ahamiyatga ega. Bir tomondan, zaxiralardan foydalanish – bu xatar yuzaga chiqqanda tabiiy reaksiya bo'lib, transformatsiya jarayonini sekinlashtirmaslik, maqsadlarni o'zgartirmaslik va ortiqcha iteratsiyalarga rozi bo'lmaslik imkonini beradi. Ikkinchi tomondan – zaxira kiritish butun byudjet jarayoniga ta'sir qiladi: bu shunchaki qo'shimcha xarajat koeffitsiyentlarini kiritish emas, balki "jang"ga faqat rasmiylashtirilgan jarayon asosida jalb qilinadigan murakkab likvidlik tizimini yaratishdir.

Risk-menejment, byudjetlashtirish va raqamli transformatsiya jarayonini umumiy boshqarishda asosiy element – bu pul oqimlari metodidir [6]. Xatarlar uchun – bu salbiy oqibatlar yuzaga chiqqanda zaxiralardan foydalanishning universal usuli.

Qurolli kuchlarda risklarni boshqarishning matematik modeli

Qurolli kuchlar faoliyatida risklarni baholash va ularni kamaytirish jarayonida matematik modellar muhim ahamiyatga ega. Riskni rasmiy ravishda quyidagicha ifodalash mumkin:

$$R = P \times I \quad (1)$$

bu yerda:

R - risk darajasi, P — hodisa yuz berish ehtimoli, I — hodisaning oqibatlaridan kelib chiqadigan zarar darajasi.

Masalan, axborot tizimiga kiberhujum ehtimoli va hujum oqibatida qurolli kuchlarning boshqaruv tizimiga yetkazilgan zarar hisoblanadi. Agar ehtimollik $P=0.2$, zarar $I=100$ mln so'm deb olinsa, risk qiymati:

$$R = 0.2 \times 100 = 20 \text{ (mln so'm)}$$

Risklarni ustuvorlashtirish. Harbiy sohada risklarni ustuvorlashtirish uchun matritsali yondashuv qo'llaniladi. Risklar ehtimollik va zarar darajasiga ko'ra 3 guruhga ajratiladi:

$$R_{ij} = P_i \times I_{jj} \quad (2)$$

bu yerda:

i - xavf turi (kiberhujum, qurol-yarog' nosozligi, logistika muammosi);

j - oqibat turi (moliyaviy, insoniy, strategik).

Optimallashtirish modeli. Risklarni kamaytirish uchun mavjud resurslarni samarali taqsimlash optimallashtirish masalasi sifatida ifodalanadi:

$$\min \sum_{k=1}^n R_k \cdot x_k \quad (3)$$

shartlar bilan:

$$\sum_{k=1}^n C_k \cdot x_k \leq B \quad (4)$$

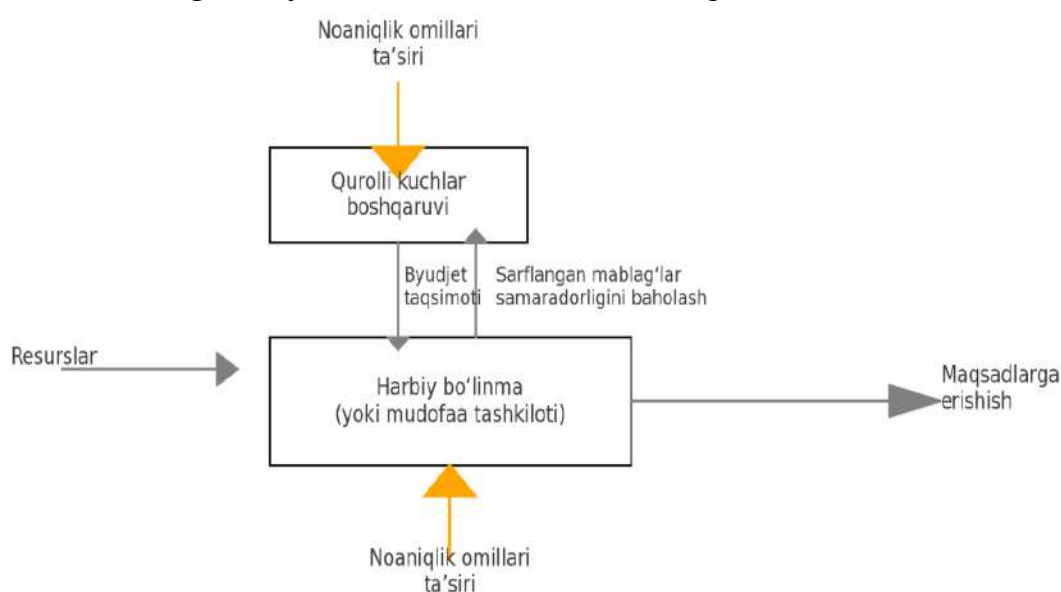
bu yerda:

R_k - k -xavf risk qiymati, x_k - unga qarshi choralar (0 yoki 1), C_k - chorani amalga oshirish xarajati, B - umumiy budjet.

Bu model yordamida qurolli kuchlarda cheklangan budjetni xavflarni kamaytirishda optimal taqsimlash mumkin.

Pul oqimlari metodi raqamli transformatsiya jarayonini boshqaruvchi va boshqariluvchi kichik tizimlar majmuasi sifatida tasavvur etishga imkon beradi Harbiy korxonalar va qo'mondonlik organlari byudjetlashtirish va sarflanayotgan mablag'larning samaradorligini doimiy monitoring qilish orqali boshqariladi.

Albatta, ushbu metod "yangi iqtisodiyot"dagi tashkilotlarga xos ba'zi cheklovlar ega, biroq qurolli kuchlar tizimidagi harbiy-sanoat korxonalari uchun u to'g'ri keladi.



1-rasm. Qurolli kuchlar tizimida o'zgarishlarni boshqarish: pul oqimlarini boshqarish va teskari aloqa tizimi sifatida

Raqamli transformatsiya jarayonida risk-menejmentning navbatdagi bosqichi monitoring va kontrollingni amalga oshirishdir.

Buning eng qulay shakli – loyihalar dasturlari bo'yicha dolzarb xatarlarni boshqarishni sinxronlashtirishdir. Bu yondashuv qurolli kuchlar tizimidagi raqamli transformatsiyaning eng muhim xatarlarini bir vaqtda boshqarish imkonini beradi.

Mazkur yondashuvda markazlashgan rezervlarni boshqarish bilan bir qatorda, bo'linmalar darajasida xatarlarni yumshatish (reaksiya) rejalarini hamda favqulodda choralar rejalarini amalga oshirish o'rtasida muvozanat saqlanadi.

Shuni ta'kidlash kerakki, strategik rejalashtirish va maqsad qo'yishdan amaliy o'zgarishlarni joriy etish bosqichiga o'tilganda, texnologik yo'nalishlar (ya'ni mudofaa tizimining istiqbolli

texnologik konturi elementlari) bo'yicha xatarlarni qayta aniqlash va ustuvorlashtirish zarur bo'ladi. Har bir loyiha dasturi o'zining xatarlar reestrini shakllantiradi (qisman rejalashtirish bosqichida tuzilgan umumiy reestrda meros qilib olinadi).

Xulosa. Qurolli kuchlar sohasida raqamli transformatsiyani amalga oshirish risklarni boshqarishda kompleks yondashuvni talab etadi. Ko'p darajali risk-menejment modeli umumiy hamda harbiy dastur va loyihalarga xos xavf va tahdidlarni inobatga olish imkonini beradi. Bunday tizimning joriy etilishi xatarlarni o'z vaqtida aniqlash va ularga javob berish, rezervlardan oqilona foydalanish hamda mudofaa infratuzilmasining barqarorligini oshirishga xizmat qiladi. Natijada, qurolli kuchlarning raqamlashtirish bo'yicha strategik maqsadlariga erishish ta'minlanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

[1] O'zbekiston Respublikasi Prezidenti. "Raqamli O'zbekiston – 2030" strategiyasi. — Toshkent, 2022.

[2] Karimov A., Axborot xavfsizligi asoslari. — Toshkent: TDYU nashriyoti, 2023.

[3] Jo'rayev B., Harbiy sohaga oid innovatsion texnologiyalar. — Toshkent: "Fan va texnologiya", 2022.

[4] ISO 31000: Risk Management — Principles and Guidelines. International Organization for Standardization, 2023.

[5] NATO. Risk Management Guide for Defense Sector. Brussels, 2022.

SUYUQLIK QAYNASH SIGNALIZATORINI YARATISH ASOSI SIFATIDA OPTIK TOLA

U.A. YUSUPOV, Y.B. TASHMANOV, B.D. SAIDBAYEV

O'zbekiston Respublikasi Jamoat xavfsizligi universiteti

Annotatsiya. Maqolada turli texnologik jarayonlarda suyuqliklarning qaynash nuqtasini aniqlash uchun tolali-optik sensorlardan foydalanish imkoniyati tadqiq etilgan. Hozirgi vaqtda qo'llanilayotgan elektr signalizatorlar yong'in xavfi yuqori hududlarda ishlatilmasligi va telemetrik o'lchovlarni amalga oshirishdagi murakkabligi bois muammoli hisoblanadi. Tadqiqotda telekommunikatsiyada keng qo'llaniladigan G657 turidagi bir modali optik tola asosida signalizator qurilmasi yaratildi hamda suv, etil spirti va izopropil spirti muhitlarida sinovdan o'tkazildi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, suyuqlik qaynash nuqtasiga yetganda optik nurlanishning refleksiya koeffitsiyenti hamda reflektogrammadan hisoblangan axborot parametri (Δa) keskin ortadi. Shu bois tolali-optik sensorlardan foydalanish suyuqliklarning qaynash nuqtasini masofadan turib nazorat qilishda samarali yechim bo'lishi isbotlandi.

Kalit so'zlar: tolali-optik sensor, yagona modali optik tola, optik nurlanish, suyuqlik qaynash nuqtasi.

Аннотация. В статье исследована возможность применения волоконно-оптических датчиков для определения температуры кипения жидкостей в различных технологических процессах. Используемые в настоящее время электрические сигнализаторы имеют ряд ограничений: их невозможно применять в пожароопасных зонах, а также затруднено проведение телеметрических измерений. В работе разработано устройство на основе одномодового телекоммуникационного оптического волокна типа G657, проведены эксперименты в средах воды, этилового и изопропилового спирта. Полученные результаты показали, что при достижении жидкостью температуры кипения коэффициент отражения оптического излучения и информационный параметр (Δa), рассчитанный по рефлектограмме, значительно возрастают. Таким образом, доказана эффективность использования волоконно-оптических датчиков для дистанционного контроля температуры кипения жидкостей.

Ключевые слова: волоконно-оптический датчик, одномодовое оптическое волокно, оптическое излучение, температура кипения жидкости.

Abstract. The article explores the possibility of using fiber-optic sensors to determine the boiling point of liquids in various technological processes. Conventional electrical alarms have significant limitations: they cannot be applied in fire-hazardous areas, and performing telemetric measurements with them is difficult. In this study, a device based on G657 single-mode telecommunication optical fiber was developed, and experiments were carried out with water, ethanol, and isopropyl alcohol. The results demonstrated that when the liquid reaches its boiling point, the reflection coefficient of optical radiation and the information parameter (Δa) calculated from the reflectogram increase significantly. Thus, the effectiveness of fiber-optic sensors for remote monitoring of liquid boiling points has been proven.

Kalit so'zlar: fiber-optic sensor, single-mode optical fiber, optical radiation, liquid boiling point.

Hozirgi vaqtda turli texnologik jarayonlarda suyuqliklarning qaynash nuqtasini nazorat qilish uchun suyuqlik qaynash signalizatorlari qo'llaniladi. Bunday signalizatorlarning aksariyati elektr qurilmalardir [1–5] va ularni yong'in xavfi mavjud hududlarda ishlatib bo'lmaydi. Shuningdek, bunday signalizatorlar yordamida telemetrik o'lchovlarni amalga oshirish ancha murakkabdir.

Tolali-optik sensorlar telemetrik o'lchovlarni o'tkazish uchun eng qulay hisoblanadi. Buning sababi shundaki, tolali-optik sensorlarni optik tola bilan ulash oson [6, 7]. Shu sababli bunday sensorlarning holati haqida ma'lumotni 25 km gacha masofada aniqlash mumkin [8, 9].

[5]-manbada ko'rsatilishicha, suyuqlikning qaynashini aniqlash uchun optik tolani makroegilishga asoslangan tolali-optik sensor qo'llaniladi. Ammo makroegilishdagi optik nurlanishning katta quvvat yo'qotishlari sababli bunday sensor telemetrik o'lchovlarda ishlatilishi mumkin emas.

Agar optik tola dastlab suyuqlik ichida joylashgan bo'lsa, bu suyuqlik qaynaganda u suyuq holatdan gazsimon holatga o'tadi. Shunday qilib, tola joylashgan muhit o'zgaradi. Shu bilan birga, muhitdagi optik nurlanishning sinish ko'rsatkichi ham o'zgaradi. Sinish ko'rsatkichining o'zgarishi tola yadrosi va muhit chegarasidan qaytuvchi optik signalning refleksiya koeffitsiyenti o'zgarishiga, demak, signal darajasining ham o'zgarishiga olib keladi. Qaytgan signal darajasini nazorat qilish orqali suyuqlikning qaynash nuqtasiga yetganini aniqlash mumkin.

Biroq, hozircha telekommunikatsiyada qo'llaniladigan optik tolalarni ushbu usulni amalga oshirish uchun ishlatish imkoniyati haqida ma'lumotlar mavjud emas.

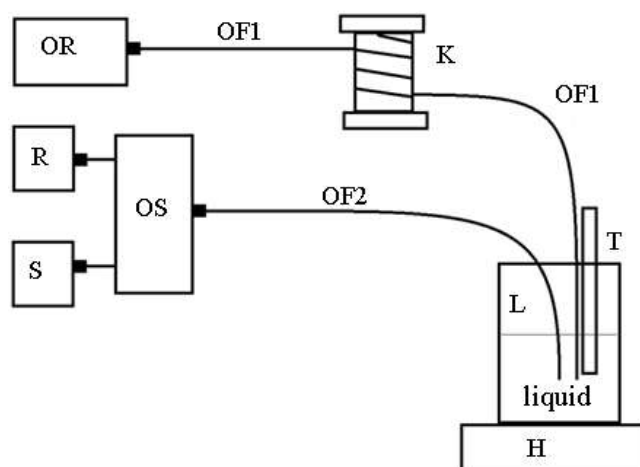
Shuning uchun ushbu ishning maqsadi – telekommunikatsiyada qo'llaniladigan bir modali optik toladan foydalanib suyuqlik qaynash signalizatorini yaratish imkoniyatini aniqlashdir.

Tajriba qurilmasi va tadqiqot metodikasi

Tadqiqot davomida G657 turidagi telekommunikatsion bir modali optik tola ishlatildi. Ushbu tola turi tanlanishiga sabab – u optik kabellarda juda keng qo'llaniladi. Shuningdek, bu turdagi optik toladan foydalanish suyuqlik qaynash signalizatorini ma'lumot uzatish tizimlarida qo'llaniladigan kabel bilan ulash jarayonini soddalashtiradi [12]. Bundan tashqari, bunday tola egilishlarga chidamli bo'lib, uning o'rnatilishida qat'iy talablar qo'yilmaydi [13, 14].

G657 optik tolasidan foydalanib suyuqlik qaynash signalizatorini yaratish imkoniyatini tajriba yo'li bilan tekshirish uchun ishlatilgan qurilma blok-sxemasini 1-rasmda keltirilgan.

Tajriba qurilmasi optik reflektometr P dan iborat bo'lib, unga optik tola o'ralgan g'altak K ulangan. Reflektometr sifatida kalibrlangan va sinovdan o'tgan MTR 6000 optik o'lchash asbobi ishlatildi.



1-rasm. Tajriba qurilmasining blok-sxemasini

Bu yerda OR – optik reflektometr, K – optik tola o'ralgan g'altak (OF1), L – suyuqlik idishi, T – termometr, H – isitgich, R – optik nurlanish qabul qilgich, S – optik nurlanish manbai, OS – optik splitter, OF2 – optik tola.

OF1 tolasi L idishidagi suyuqlikka joylashtirildi (1-rasm). G'altakka o'ralgan tola uzunligi 500 m bo'lib, bu reflektometrning "o'lik zonasi"dan kattaroq qiymat tanlandi. Optik reflektometr P 1310 nm to'lqin uzunligida ishlaydi, bu esa G657 optik tolaning "shaffoflik oynasi"ga mos keladi. Zondlovchi impuls davomiyligi 25 ns qilib tanlandi.

Reflektometr yordamida OF1 optik tolaning reflektogrammalari olindi. Har bir reflektogrammada optik tola yadrosi va tashqi muhit chegarasiga mos keluvchi cho'qqi mavjud [8].

Muhitni refleksiya koeffitsiyenti bo'yicha aniqlash uchun Δa axborot parametri qo'llanildi. Ushbu parametr [10, 15] da keltirilganidek kiritildi va bir modali telekommunikatsion optik tola

reflektogrammasidagi maksimal cho'qqidagi so'nish qiymati bilan cho'qqidan oldingi so'nish qiymati o'rtasidagi farqni ifodalaydi.

OF2 tolasi ham suyuqlik idishiga joylashtirildi. OF2 ning ikkinchi uchi optik splitter OP ga ulangan. Splitterning chiqishlariga optik nurlanish manbai va qabul qilgich ulangan (1-rasm). Optik nurlanish manbai va qabul qilgich sifatida kalibrangan OT-3-1 testerining modullari ishlatildi.

OP splitter kirishiga kelayotgan nurlanishni ikkiga bo'ladi: har bir chiqishga kirish quvvatining yarmi uzatiladi.

Manba S splitter orqali doimiy quvvatli (1 mVt) optik nurlanishni OF2 tolaga uzatadi. Ushbu nurlanishning to'lqin uzunligi reflektometr P ning zondlovchi impulsiga mos kelib, 1310 nm ni tashkil etadi.

OF2 tolasi tashqi muhit bilan tutashgan nuqtada nurlanishning bir qismi muhitga o'tadi, ikkinchi qismi esa tola yadrosi va muhit chegarasidan qaytib, OP splitter orqali qabul qilgich R ga kiradi. Qabul qilgich qaytgan signal quvvatini o'lchaydi. Optik tolada quvvat yo'qotilishini hisobga olmaslik uchun OF2 tolasi uzunligi atigi 1 m qilib tanlandi.

Chegaradan qaytish koeffitsiyenti k quyidagi formula orqali hisoblandi:

$$k = \frac{2P_o}{P_n} 100\% \quad (1)$$

bu yerda: P_n – tola yadrosi va muhit chegarasiga tushayotgan optik nurlanish quvvati, P_o – qabul qilgich tomonidan qayd etilgan qaytuvchi optik nurlanish quvvati.

P_o qiymati ikkiga ko'paytirildi, chunki splitter kiruvchi nurlanish quvvatini teng ikkiga bo'ladi va qabul qilgich faqat yarmini qabul qiladi.

Suyuqlik idishidagi (L) suyuqlik isitgich H yordamida 20 °C dan 125 °C gacha qizdirildi. Bu oraliq tadqiqot qilingan suyuqliklarning qaynash nuqtalariga mos keladi. Suyuqlik harorati termometr T bilan nazorat qilindi.

Tajriba davomida optik nurlanish manbalari, qabul qilgich va reflektometr quyidagi sharoitlarda ishlatildi: havoning harorati 20–23 °C, nisbiy namlik 80 % gacha. Shu sharoitlarda optik manba quvvatining barqarorligi va qabul qilgich parametrlarining o'zgarishligi ta'minlandi.

Tadqiqotlarda muhit sifatida suv, etil spirti va izopropil spirti ishlatildi. Ushbu suyuqliklar tanlanishiga sabab – ularning suyuq va gazsimon holatlaridagi sinish ko'rsatkichlari orasidagi farq katta bo'lib, $\Delta n \geq 0,3$ ni tashkil etadi.

Tadqiqot davomida OF2 tolasining uchi joylashtirilgan suyuqlik haroratiga bog'liq refleksiya koeffitsiyenti k qiymatlari olindi. Natijalar 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval.

Suyuqliklarning refleksiya koeffitsiyentlari qiymatlari

Modda	Harorat, °C	Refleksiya koeffitsiyenti, %
Suv	20	0,19
	60	0,19
	100	0,30
Etil spirti	20	0,02
	60	0,02
	82	0,06
Izopropil spirti	20	0,03
	60	0,03
	83	0,08

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, tadqiq qilingan barcha suyuqliklarda ularning qaynash nuqtasiga yetganda refleksiya koeffitsiyenti k ma'lum darajada ortadi (suv uchun 100 °C, etil spirti uchun 82 °C va izopropil spirti uchun 83 °C).

Tadqiqot davomida OF1 optik tolasining turli haroratlarda reflektogrammalari olindi. Tola yadrosi va suv chegarasiga mos keluvchi reflektogramma qismlari 2-rasmda keltirilgan. Ulardan biri 20 °C da, ikkinchisi esa suv qaynash nuqtasida olingan.

Tadqiqotdagi boshqa suyuqliklar uchun ham shunga o'xshash reflektogrammalar olindi.

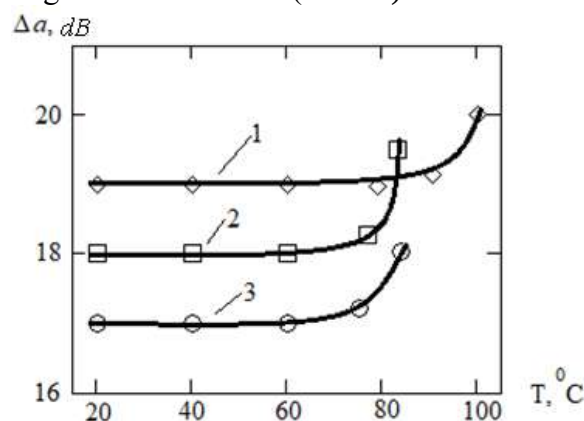
Keltirilgan reflektogrammalardan ko‘rinadiki, 20 °C da olingan cho‘qqi va qaynash nuqtasidagi cho‘qqi bir-biridan farq qiladi. Shu sababli axborot parametri Δa qiymati ham turlicha bo‘ladi.



2-rasm. Reflektogramma qismlari (tola yadrosi va suv chegarasi sohasi):

1 – suv harorati 20 °C da, 2 – suv qaynash nuqtasida

Axborot parametri Δa ning suyuqlik haroratiga bog‘liqligi 3-rasmda keltirilgan. Grafikdan ko‘rinib turibdiki, suyuqlik qaynash nuqtasiga yetguncha Δa qiymati deyarli o‘zgarmaydi. Qaynash nuqtasiga yetganda esa Δa ning ortishi kuzatiladi (3-rasm).



3-rasm. Axborot parametrining suyuqlik harorati oshishi bilan bog‘liqligi:

1 – suv, 2 – izopropil spirti, 3 – etil spirti

Shunday qilib, suyuqlikni qizdirish jarayonida axborot parametrini nazorat qilish orqali uning qaynash nuqtasini aniqlash mumkin.

Xulosa. O‘rganilgan barcha suyuqliklar uchun ularning qaynash nuqtasiga yetilganda optik nurlanishning tola yadrosi va tashqi muhit chegarasidan qaytish koeffitsiyenti ortishi aniqlangan.

Shuningdek, yagona bir modali telekommunikatsion optik tola reflektogrammasidagi maksimal cho‘qqidagi so‘nish qiymati bilan cho‘qqidan oldingi so‘nish qiymati o‘rtasidagi farq – ya’ni axborot parametri – suyuqlik qaynash nuqtasiga yetguncha deyarli o‘zgarmasligi, ammo qaynash nuqtasiga yetganda ortishi kuzatildi. Shu sababli, ushbu parametr suyuqlikning qaynash nuqtasiga yetganini aniqlashda qo‘llanishi mumkin.

Shunday qilib, optik toladan foydalanib suyuqlik qaynash signalizatorini yaratish imkoniyati isbotlandi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

- [1] Temperature sensors: types and characteristics. – Access mode: <https://smarthof.ru/info/datchiki-temperatury/> – Access date: 01.02.2024
- [2] Industrial temperature sensors – Access mode: <https://belorg.by/brendyi/endress-hauser/izmerenie-temperaturyi/promyishlennyye-datchiki-temperaturyi/> – Access date: 01.02.2024
- [3] USSR Author's Certificate No. 951086, cl. G 01K 11/06, 1980.
- [4] USSR Author's Certificate No. 1583812, cl. G 01N 25/08, 1988.
- [5] Russian Federation Patent No. 2034994, 30.11.1994.
- [6] Gulakov, I. R. Fiber-optic sensors of physical quantities: monograph / I. R. Gulakov, A. O. Zenevich. - Minsk: Belarusian State Academy of Communications - 2022. - 367 p.
- [7] Sensor cables for distributed monitoring - Access mode: <https://incabspecialty.ru/techhub/kabeli-datchiki-dlya-raspredeleennogo-monitoringa/> - Access date: 02.02.2024
- [8] Listvin, A. V. Reflectometry of optical fibers / A. V. Listvin. - M.: LESARart. - 2005. - 208 p.
- [9] Rusanov, Yu. A. Monitoring of extended objects of transport infrastructure. Non-electrical solutions. / Yu. A. Rusanov // Monitoring. Science and Security. – 2011, No. 1 P. 62-73.
- [10] Zenevich, A. O. Fiber-optic sensor for identifying liquids and determining the concentration of solutions / A. O. Zenevich, T. G. Kovalenko, E. V. Novikov, S. V. Zhdanovich // Reports of BSUIR. – 2023, – Vol. 21, No. 6 P. 14–20. <http://dx.doi.org/10.35596/1729-7648-2023-21-6-14-20>.
- [11] Schroeder, G. Technical optics: trans. from German / G. Schroeder, H. Treiber. – M.: Tekhnosfera, 2006. – 424 p. ISBN 5-94836-075-X.
- [12] Listvin, A. V. Optical fibers for communication lines. / A. V. Listvin, V. N. Listvin, D. V. Shvyrykov - M.: LESARart. - 2003. 288 p.
- [13] Recommendation ITU-T G.657 (11/2016) Characteristics of a bending-loss insensitive single-mode optical fibre and cable. Geneva. - 2017. 24 p.
- [14] Denisov, I. V. Systematization of bend-sensitive optical fibers / I. V. Denisov, N. V. Lisovsky // Applied Photonics. - 2023. - Vol. 10, No. 1. - P. 131-148.
- [15] Zenevich, A. O. Optical fiber as a basis for creating sensors for identifying liquids and determining the concentration of solutions. / A. O. Zenevich, T. M. Mansurov, T. G. Kovalenko, E. V. Novikov, S. V. Zhdanovich, T. A. Matkovskaya - Izv. universities Instrumentation. – 2022; 12(65): 895-901, DOI 10.17586/0021-3454-2022-65-12-895-901.

СПЕЦИФИКА ПРЕПОДАВАНИЯ РУССКОГО ЯЗЫКА ДЕТЯМ-БИЛИНГВАМ

Г.Ж. КАМОЛОВА

Ташкентский университет гуманитарных наук

Аннотация. В данной статье рассматриваются особенности преподавания русского языка детям-билингвам, изучающим его в условиях многоязычной среды. Анализируются основные трудности, с которыми сталкиваются билингвальные учащиеся, включая интерференцию родного и второго языка, недостаточный языковой контакт и различия в культурном контексте. Особое внимание уделяется методам и приемам обучения, направленным на развитие речевой компетенции, формирование грамотности и поддержание мотивации к изучению русского языка. В статье приводятся рекомендации для педагогов по адаптации учебных материалов, использованию коммуникативного подхода и применению современных цифровых технологий в обучении.

Ключевые слова: билингвизм, дети-билингвы, специфика преподавания, коммуникативный подход, интерференция, недоразвитие языковой системы, языковой барьер, социокультурный контекст, говорение, письмо, чтение, аудирование, лексика, грамматика, цифровые технологии, игровые методики, родовые ошибки, надежные ошибки, сбалансированное двуязычие.

Abstract. This article examines the specifics of teaching Russian to bilingual children studying it in a multilingual environment. The main difficulties faced by bilingual learners are analyzed, including interference between the native and second languages, insufficient language contact and differences in cultural context. Particular attention is paid to teaching methods and techniques aimed at developing speech competence, forming literacy and maintaining motivation to study the Russian language. The article provides recommendations for teachers on the adaptation of educational materials, the use of a communicative approach and the application of modern digital technologies in teaching.

Keywords: Bilingualism, bilingual children, teaching specificity, communicative approach, interference, underdevelopment of the linguistic system, language barrier, sociocultural context, speaking, writing, reading, listening (или listening comprehension), vocabulary, grammar, digital technologies, game-based methodologies, gender errors, case errors, balanced bilingualism.

В современном мире билингвизм становится все более распространенным явлением. Дети, растущие в многоязычной среде, сталкиваются с особыми вызовами при изучении русского языка, особенно если он не является доминирующим в их повседневном общении. В таких условиях традиционные методики преподавания требуют адаптации, учитывающей специфику билингвального развития.

Изучение русского языка детьми-билингвами сопровождается целым рядом лингвистических и психологических особенностей. Они могут испытывать трудности с грамматикой, словарным запасом, письменной речью и восприятием языка на слух. Кроме того, нередко наблюдается явление языковой интерференции, когда элементы одного языка переносятся в другой, что может затруднять усвоение норм русского языка.

В данной статье рассматриваются ключевые аспекты преподавания русского языка детям-билингвам. Особое внимание уделяется выбору эффективных методик, созданию благоприятной языковой среды, использованию цифровых технологий и коммуникативного подхода. Предложенные рекомендации помогут педагогам и родителям развивать у билингвальных детей языковую компетенцию и поддерживать их интерес к изучению русского языка.

Билингвизм - это способность человека владеть двумя языками, при этом уровень владения каждым из них может существенно различаться. Дети-билингвы осваивают

русский язык в условиях взаимодействия с другим языком, что оказывает влияние на их языковое развитие.

Существует несколько типов билингвизма, которые оказывают влияние на процесс обучения: симметричный билингвизм - ребенок одинаково хорошо владеет обоими языками; асимметричный билингвизм - один язык доминирует над другим; ранний билингвизм - ребенок осваивает оба языка с раннего детства; поздний билингвизм - второй язык изучается позже, после формирования первого.

Для преподавателей важно учитывать тип билингвизма ребенка, так как от этого зависят стратегии обучения.

Одной из ключевых трудностей у билингвальных детей является интерференция - влияние одного языка на другой. Это может проявляться в фонетике, грамматике, лексике и синтаксисе. Например, дети могут заимствовать слова или грамматические конструкции из другого языка, что приводит к ошибкам в речи и письме (Таблица 1.).

Таблица 1.

Типичные ошибки в речи и письме у детей-билингвов

Аспект языка	Вид ошибки	Примеры типичных ошибок	Причина ошибки (Интерференция или Недоразвитие)
Лексика	Смещение паронимов (близких по звучанию, но разных по смыслу слов).	<i>На улице одета холодно</i> (вместо: <i>на улице одета</i> (о человеке) / <i>наступила</i> (о погоде)).	Интерференция: Ложные друзья переводчика или неразличение оттенков значений синонимов.
	Нарушение лексической сочетаемости	<i>Сказал вопрос</i> (вместо: <i>задал вопрос</i>). <i>Нанести удовольствие</i> .	Интерференция: Прямой перевод устойчивых словосочетаний с родного языка.
Синтаксис	Нарушение порядка слов	<i>Я сегодня иду в кино</i> (вместо: <i>я иду в кино сегодня</i> – смещение акцента). <i>Хорошо играет мой брат</i> .	Интерференция: Перенос синтаксической модели доминирующего языка, особенно в языках с фиксированным порядком слов.
	Пропуск/избыточность служебных слов	<i>Я люблю читать книги и смотреть мультфильмы</i> (пропуск союза «и»). <i>Он вчера был вчера в школе</i> (избыточность).	Недоразвитие: Слабое ощущение структуры предложения, характерное для русского языка.
Фонетика/Орфография	Смещение гласных / редукция	<i>Милоко</i> (вместо: <i>молоко</i>).	Интерференция: Влияние фонетической системы родного языка, где нет безударных редуцированных гласных, как в русском.
	Ошибки в правописании сложных согласных	<i>Грустный</i> (вместо: <i>грустный</i> – где Т не произносится, но пишется).	Недоразвитие: Отсутствие усвоения морфологического принципа русского правописания (проверяемое слово: <i>грусть</i>).

Преподавание русского языка детям-билингвам требует специальных методик, направленных на развитие всех аспектов языковой компетенции: говорения, письма, чтения и аудирования.

Коммуникативная методика основана на вовлечении детей в активное общение на русском языке. Для этого используются ролевые игры, диалоги, проекты, обсуждения. Главная цель - создать естественную языковую среду, в которой русский язык будет использоваться регулярно и в разных ситуациях.

Основные принципы Коммуникативного подхода в работе с билингвами:

1. На начальном этапе главное, чтобы ребенок был понят. Коррекция ошибок проводится тактично и не должна прерывать поток речи.

2. Задания максимально приближены к реальной жизни (разговор по телефону, покупки, планирование дня).

3. Говорение, письмо, чтение и аудирование не преподаются изолированно, а используются совместно для решения общей коммуникативной задачи.

4. Создание комфортной, поощряющей атмосферы, где ошибки воспринимаются как естественная часть процесса обучения.

Важно не только обучать грамматике и лексике, но и знакомить детей с русской культурой. Использование сказок, народных традиций, песен, стихов и художественной литературы помогает детям лучше воспринимать язык и понимать его особенности. Интеграция языка и культуры позволяет детям-билингвам перейти от формального изучения правил к осмысленному использованию языка как инструмента понимания другой культуры, тем самым формируя сбалансированное двуязычие и предотвращая культурное отчуждение.

Учебные пособия для билингвов должны учитывать их специфические трудности. Полезными могут быть:

- книги с параллельными текстами на русском и втором языке,
- материалы с визуальной поддержкой (картинки, схемы),
- интерактивные задания, направленные на развитие языковых навыков.

Современные технологии играют важную роль в обучении билингвальных детей. Онлайн-ресурсы, мобильные приложения, образовательные платформы и игровые методики помогают детям изучать язык в увлекательной форме и расширять словарный запас.

Таблица 2.

Использование цифровых технологий (ИТ)

Аспект компетенции	Цель задания	ИТ-инструмент /Название задания	Описание и специфика для билингвов
Аудирование и Лексика	Развитие понимания речи на слух и пополнение словарного запаса.	Интерактивные видео (YouTube, LinguaLeo)	Просмотр коротких аутентичных видеороликов (например, советских мультфильмов или детских новостей) с включением субтитров и функцией кликабельного словаря. Специфика: Возможность многократного прослушивания и визуальная поддержка снимают стресс от неполного понимания; контекстное изучение лексики.
Говорение и Грамматика	Активизация грамматических форм в устной речи.	Онлайн-викторины (Kahoot!, Quizlet Live)	Создание викторин с заданиями на выбор правильного падежа, окончания глагола или рода существительного. Специфика: Игровой формат и моментальная обратная связь делают тренировку грамматики динамичной и мотивирующей. Соревновательный элемент стимулирует к быстрому устному проговариванию правильной формы.
Письмо и Орфография	Тренировка правописания и развитие навыков связного письма.	Совместные онлайн-документы (Google Docs)	Коллективное написание небольшого текста (например, письма, сказки или отзыва о книге). Учитель оставляет комментарии и предлагает исправить ошибки. Специфика: Развитие навыка редактирования и самоконтроля, а также возможность работы в асинхронном режиме.
Говорение и Коммуникация	Преодоление барьера говорения и запись монологической речи.	Инструменты для записи голоса/видео (Vocaroo, Flipgrid)	Ученик записывает видеответ на вопрос учителя (например, «Расскажи о своем городе» или «Твоя любимая сказка»). Другие ученики оставляют голосовые комментарии. Специфика: Позволяет детям, стесняющимся говорить в классе, тренироваться в комфортной обстановке; развивает навык структурированного монолога.

Использование цифровых технологий в работе с билингвами:

1. Повышает мотивацию: ИТ-инструменты, игры и приложения воспринимаются детьми как привычная среда, что усиливает их интерес к русскому языку.

2. Обеспечивает наглядность и интерактивность: Мультимедийность помогает преодолеть абстрактность языковых явлений (например, анимированные правила грамматики).

3. Способствует индивидуализации: Цифровые платформы позволяют учителю давать задания разного уровня сложности, учитывая неравномерность развития языковых навыков у детей-билингвов.

Для успешного освоения русского языка важна поддержка со стороны семьи. Родители могут способствовать языковому развитию ребенка через:

- чтение книг на русском языке,
- просмотр русскоязычных мультфильмов и фильмов,
- общение с носителями языка,
- участие в русскоязычных кружках и мероприятиях.

Кроме того, если ребенок посещает образовательное учреждение с билингвальной средой, важно, чтобы педагоги и родители взаимодействовали, помогая ребенку.

Вывод. Преподавание русского языка детям-билингвам требует комплексного подхода, включающего учет особенностей билингвального развития, применение адаптированных методик и использование современных технологий. Важно создавать благоприятную языковую среду как в образовательных учреждениях, так и в семье, чтобы ребенок мог активно использовать русский язык и совершенствовать свои навыки. Поддержка педагогов и родителей играет решающую роль в успешном освоении языка и формировании устойчивой билингвальной компетенции.

Билингвальные дети сталкиваются с интерференцией языков, ограниченной языковой средой и трудностями в освоении грамматики и лексики. Для эффективного обучения необходимо применять адаптированные методики, ориентированные на развитие всех аспектов языковой компетенции.

Коммуникативный подход, интеграция культурного компонента, использование интерактивных технологий и адаптация учебных материалов позволяют сделать процесс обучения более эффективным и интересным для детей. Кроме того, важную роль играет поддержка семьи и окружения, которая способствует активному использованию русского языка в повседневной жизни.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

[1] Балыхина, Т. М. Методика преподавания русского языка как неродного (нового). – М.: Издательство Российского университета дружбы народов, 2007. (Фундаментальная работа по теории РКН, включает основы обучения билингвов).

[2] Залевская, А. А. Введение в психолингвистику. – М.: РГГУ, 1999. (Актуальна для понимания механизмов усвоения второго языка и интерференции).

[3] Иванова, Е. А. Особенности преподавания русского языка детям-билингвам. – М.: Флинта: Наука, 2018. (Современный анализ специфики билингвизма и методических рекомендаций).

[4] Фомичева, Г. А. Русский язык и культура речи для билингвов. – М.: Русский язык. Курсы, 2015. (Пособие, акцентирующее внимание на культурном контексте и речевом этикете).

[5] Щерба, Л. В. Языковая система и речевая деятельность. – Л.: Наука, 1974. (Классическая работа, важна для понимания разграничения языка и речи, что критично для коммуникативного подхода).

RADIOLOKATSION TIZIMGA TA'SIR ETUVCHI MUHITLAR

A.M. KULDASHEV, Z.Yo. AXMEDOV

O'R HX va MU Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari va harbiy aloqa instituti

Annotatsiya. Ushbu maqolada passiv qayta nurlanuvchi qaytargichlar va ta'sir etuvchi nurlanish manbalari, shuningdek radiolokatsion tizimning elementlariga yakson etish ta'siriga ega tabiiy hosil bo'lgan yoki dushman tomonidan yaratilgan ob'ektlarning xarakteristikalarini va kutilayotgan havo va halaqit vaziyatini tavsiflari yoritilgan.

Kalit so'zlar: radiolokatsion texnika, radiolokatsion stansiya, radioelektron vositalar, radiolokatsion tizim, havo hujumidan mudofaa tizimi, zenit artilleriya tizimlari, zenit raketa tizimlari, zenit raketa majmualari, radiotexnika bo'linmalari, zenit raketa bo'linmalari, qo'mondonlik punkti.

Аннотаци. В данной статье освещены характеристики пассивных ретрансляторов и воздействующих источников излучения, а также объектов естественно возникающих или созданных противником, обладающих разрушающим воздействием на элементы радиолокационной системы, и описаны предполагаемая воздушная и помеховая обстановка.

Ключевые слова: радиолокационная техника, радиолокационная станция, радиоэлектронные средства, радиолокационная система, система противовоздушной обороны, зенитно-артиллерийские системы, зенитно-ракетные системы, зенитно-ракетные комплексы, радиотехнические подразделения, зенитно-ракетные подразделения, командный пункт.

Radiolokatsion tizimning tabiiy tashqi muhiti - bu er bag'irlagan maydon bo'lib, unda lokatsiya ob'ektlari (radiolokatsion nishonlar) mavjud va ob'ektlarning lokatsiyasini ta'minlovchi radioto'lqinlarni taratadi. "Foydali" ob'ektlar (nishonlar) bilan bir qatorda tashqi muhit halaqit manbalariga ega: passiv qayta nurlanuvchi qaytargichlar (taralish muhiti har xil) va ta'sir etuvchi nurlanish manbalari, shuningdek radiolokatsion tizimning elementlariga yakson etish ta'siriga ega tabiiy hosil bo'lgan yoki dushman tomonidan yaratilgan ob'ektlar.

Tashqi muhitning tasviri o'z ichiga oladi: lokatsiya ob'ektlari va halaqit manbalarining individual xarakteristikalarini va kutilayotgan havo va halaqit vaziyatini tavsifi va RTQ gruppировkasi va alohida RLS (bo'linma) uchun radioto'lqinlarni taratuvchi muhitlar.

Aerodinamik (samolyotlar, avtomatik aerostatlar, havo sharlari) va atmosferada harakatlanuvchi uchish apparatlari, hamda RTQning soxil bo'yi bo'linmalari uchun suvosti kemalari lokatsiyaning ob'ektlari (nishonlari) xisoblanadi.

Uchish apparatlarini radiolokatsion va uchish-texnik xarakteristikalarini quyidagicha ajratiladi:

strategik aviatsiya samolyotlari (SA);

taktik va paluba aviatsiya samolyotlari (TA);

strategik qanotli raketalar (SQR) – zarba beruvchi uchuvchisiz samolyotlar;

har xil sinfga mansub aviatsiya va zenit raketalar;

uchuvchisiz yoki masofadan boshqariluvchi uchish apparatlari;

avtomatik dreyflanuvchi (dreyf-siljib yurish) aerostatlar (ADA) va havo sharlari (kelajakda dirijabllar ham bo'lishi mumkin);

suv usti holatidagi jangovar kemalar.

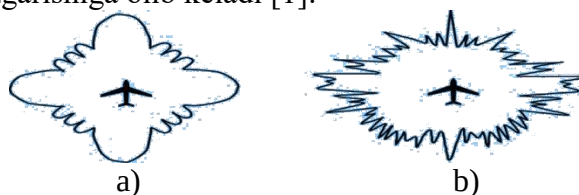
Nishonlarni radiolokatsion ko'rish va kuzatish vazifalarini echish uchun RTQ RLSning ruxsat beruvchi elementlarini o'lchamlari shunday olinishi kerakki, bunda nishonlarni (nuqtali) ob'ektlar kabi sanash mumkin bo'lsin. Azimut bo'yicha sur'ati $T_{ko'r} = 10(5)s$ teng ingichka nurli ketma-ket aylana ko'rish uslubi nishonni qisqa vaqtda nurlantirishga olib keladi $t_{nur}=30...120ms$, demak, RLSni nishon bilan vaqti ulanishini (kontaktini) "nuqtali" deb hisoblasak bo'ladi.

Lokatsiya ob'ektining yuzasini materiali va konkret geometriya bilan aniqlanuvchi, σ_n radioto'lqinlarni tarqalishini samarali maydoni (TSM) nishonning asosiy radiolokatsion

xarakteristikasi xisoblanadi. Ob'ektning tarqalishini samarali maydoni (TSM) - bu ideal ob'ektning yuzasi bo'lib, unga tushayotgan barcha energiyani bir tekis tarqatayotgan, qabul qilish nuqtasida xuddi real tizim kabi aks etgan energiyaning oqim zichligini hosil qiladi.

Har bir konkret nishonning TSM kattaligi σ_n , u "yaltiroq" nuqtalar - ustun turuvchi nishon qaytargichlarlaridan aks etgan radioto'lqin interferensiyasi natijasiga bog'liq kuzatuvchi uchun o'zgaruvchan yoki tasodifiy kattalikdir. TSMning muhimligi nishonning rakursiga θ_n , RLSning to'lqin uzunligiga λ , "yaltiroq" nuqtalarning soni va o'zaro joylashishiga va ularning aks-signalarni jamlanishiga qo'shgan hissasiga bog'liq.

Parametri bilan RLSga nisbatan uchayotgan har qanday nishonning θ_n burchagi uzluksiz o'zgaradi, bu nurlantirish vaqtida t_{nur} va hatto uchish apparatining parvozda konstruksiya elementlarini vibratsiyalari va turbinasi (parraklari) yuzaga keltirgan impulsdan impulsiga o'tishi ham o'rtacha qiymatni o'zgarishiga olib keladi [1].



1- rasm. $\lambda = 3.5$ m (a) va $\lambda = 10$ sm (b) bo'lganda gorizontal tekislikda samolyotning teskari ikkilamchi nurlantirish diagrammalari

Uzoq masofalarda nishonlarni ko'rganda t_{nur} vaqtida aks-signalarni jamlanmasi qo'llaniladi, shuning uchun nishonlarning xarakteristikalari uchun asosiy ma'lumotlar bo'lib σ_n o'rtacha qiymati va flyuktuatsiya xarakteri to'g'risida ma'lumotlar xisoblanadi. HHVni asosiy sinflari va to'lqin diapazonlari uchun σ_n o'rtacha qiymati to'g'risida taxminiy ma'lumotlar 1- jadvalda keltirilgan.

1-jadval.

HHVning asosiy sinflari uchun nur tarqalishini samarali maydoni

Vosita turi	To'lqin diapazon, sm								
	Santimetrli (3...10)			Desimetrli (10...100)			Metrli (150...200)		
	NYaYuT	bort	NYaOT	NYaYuT	bort	NYaOT	NYaYuT	bort	NYaOT
SREM (URS)	0,02...0,03	0,07...0,08	0,1...0,2	0,03...0,07	0,3...0,8	0,2...0,5	0,7...2,5	0,8...0,9	0,5...1,0
ALKM(SRK)	0,1...0,2	0,35...0,4	0,2...0,3	0,1...1	0,4...1,8	0,2...0,4	1...2	1,8...3,0	0,4...4,8
V-1A (SA)	10...14	50	45	14...40	50...100	35...45	40...50	~100	35...80
V-52 (SA)	75...80	63...70	120...125	55...75	53...63	30...120	50...55	53...66	27...30
FB-111 (TA)	8...8,5	10...11	7...7,5	8,5	9...11	7,5...8,5	8,5...9	9...13	8,5...15
A-4,-5 (TA)	7...10	6...7	15...20	10...20	7...15	10...15	14...17	15...29	10...15
ADA	0,3...0,5	0,3...0,5							
Kreyser	1 000...15 000								
Suv osti kemasi suv ustida	40...100								

Izoh: NYaYuT – nishonning yarim yuza tomoni; NYaOT – nishonning yarim orqa tomoni; SUH – suv usti holati.

1-jadvaldagi ma'lumotlar radioto'lqinlarning nurlantirish va qabul qilish mobaynida qutblanishi mos kelgan holga tegishli. Bu RTQ RLSlarning ko'pchiligiga xarakterlidir. Antennalarning gorizontal qutbdanishi afzalroq, madomiki aerodinamik nishonlar konstruksiyasining elementlari asosan gorizontal orientirlanishga ega.

Aks-signalarning obzor ichidagi flyuktuatsiyasi va diagrammalarining notekisligi $\sigma_n(\theta_n)$, juda ham so'ngunga qadar, asosan ancha qisqa desimetrli (DMT) va santimetrli (SMT) to'lqinlarda namoyon bo'ladi va uchish apparatlarining shakli murakkablashganda va o'lchami kattalashganda kuchayadi. Shuning uchun to'lqin dipazoni santimerli RLSlarda uning potensialini kuchaytirish

evaziga ko'rish zonasida nishonlarni o'tkazish koeffitsienti $K_{o'tkazish} = 0,8 \dots 0,9$ ega bo'ladi, to'liq diapazoni metrli RLSlarda nishonlarni uzluksiz o'tkazish ($K_{o'tkazish} = 1$) nisbatan oson ta'minlanadi (SMT RLSning impuls quvvati 1...3 MVt, MT RLSning impuls quvvati esa - 100 kVtgacha etadi.)

Agarda zondlanuvchi signal deyarli tor polosali bo'lsa va nishonni nuqtali deb olsak, u holda σ_n kattaligini me'yorida o'zgartirib signal spektri kengligiga ahamiyat bermasa bo'ladi, ammo RLSning chastotasini ishchi diapazonini turli xududlari uchun bog'liqligi sezilarli. Agarda chastotalarning farqi $\Delta f_{ik} = f_{0i} - f_{0k}$ deyarli katta bo'lsa, har xil eltuvchi chastotalarda f_{0i} , $i=1, 2 \dots$ qayd qilingan radiusda θ_n tasodifiy qiymatning kattaligini σ_n erkin deb hisoblasak bo'ladi:

$$\Delta f_{ik} > \frac{c}{2L_n}, \left(L_n > \frac{\gamma_i}{2} - \frac{\gamma_k}{2} \right), \quad (1)$$

bunda L_n - UA ning radial o'lchami; S - yorug'lik tezligi.

Ushbu faktor RTQ ko'pchastotali RLSlarida flyuktuatsiyani L_n zararli ta'sirini kamaytirish uchun qo'llaniladi, ammo u shuningdek antenaning nurini chastotali skanerlovchi RLS larda nishonning burchak koordinatalarini aniq o'lchashni pasaytiradi.

Dushman o'zining HHVning samarali nur tarqalish maydonini pasaytirishga intilmoqda. Bunga uchish apparatlarining aerodinamik shaklini takomillashtirishda, ularning hajmini kichiraytirishda (strategik qanotli raketalar va uchuvchisiz uchish apparatlari uchun metrlargacha) va tashqi ilgaklarining elementlari nuqsonlarini bartaraf etishda bog'liq bo'lgan samarasi sifatida erishiladi. Bunda uchish apparatining ko'rinuvchan kesimi qisqaradi, "ko'zguli" aks etish qismi ortadi va to'liqlarning ortga taralishi (bir pozitsiyali RLS tomonga) pasayadi. Uchish apparatining "bort bilan RLSga" holatida "ko'zguli" aks etish cho'qqisi yuqori bo'lishi mumkin, ammo nishonning bunday rakurs ehtimoli jada ham past va umuman flyuktuatsiya σ_n qiymati pasayadi. Ko'rsatilgan samaradorliklar santimetrli diapazonda namoyon bo'ladi va metrli diapazonda deyarli ahamiyatsiz.

Nishonning samarali nur tarqalish maydonini pasaytirishni ikkinchi yo'li uchish apparatlarining elementlari maxsus qoplamalar ishlatilishi bilan bog'liq, birinchi navbatda o'tkir qirralar yoki maxsus tadbirlar qo'llanilib. Singdiruvchan materiallar uchish apparatlarini og'irlashtiradi va ularning yakson etilish xavfini oshiradi. Shuning uchun santimetrli to'liq diapazonini belgilangan uchastkalariga mo'ljallangan qayta nurlantiruvchi qoplamalar ma'qul keladi. "Stels" dasturi bo'yicha kompleks tadbirlar AQShning strategik va taktik samolyotlarini samarali nur tarqalish maydonini bir necha karra pasaytirishni ta'minlab berishi lozim. Nishonlarni samarali nur tarqalish maydonini to'liq bayoni ob'ektlarni aniqlash uchun ishlatiluvchi nur tarqalishni polarizatsion matritsalarini beradi [2].

Halal beruvchi qaytgan radioto'liqlar. Radiolokatsion nishon hisoblanmagan barcha bir xil bo'lmagan aks etuvchi muhitda taraluvchi radioto'liqlar halal beruvchi xisoblanadi. "Nuqtali" izolyatsiyalangan qaytargichlarning aks-signalari radiolokatsion ma'lumotlarni qayta ishlash tizimini vazifasini o'ttiruvchi imitatsiya qiluvchi passiv halaqitlarni (IQPH) hosil qiladi. Bo'shliqda taqsimlangan qaytargichlarning jamlanmasi niqoblangan passiv halaqitlarni (NPH) hosil qiladi.

Niqoblangan passiv halaqitlarning manbasi RLSdan nurlanganlar xisoblanadi:

yer yuzasining uchastkalari; gidrometeo bulutlar; sun'iy metallsimon dipol-qaytargichlar, lentalar yoki maxsus aerozollar; chang bulutlar, yirik qushlar, hasharotlar to'dasi, turbulentli atmosfera; sun'iy ionlashtirilgan hudud.

Niqoblangan passiv halaqitlarning niqoblash samarasi nishonning samarali nur tarqalish maydonini σ_n va RLSning buzilgan elementlarida qaytargichlarning jamlanmasi - taqsimlangan qaytargichning o'rtacha samarali nur tarqalish maydonini o'zaro nisbati bilan aniqlanadi.

Sun'iy niqoblangan passiv halaqitlarni uzunligi yuz kilometrgacha bo'lgan yo'nalishlarda $\sigma_{ph} 50 \times 300 \text{ km}^2 \geq 0-150 \text{ m}^2$ yoki maydoni $50 \times 300 \text{ km}^2$ gacha bo'lgan dipol qaytargichlarning bulutlarini ta'minlovchi dipol qaytargichlarni 5-10 km balandlikda, 100 m yo'lga 0,5-2 pachka sur'at oralig'ida tashlab hosil qiladi. TA samolyotlari dipol qaytargichlarni bir necha yuz pachka, SA va REK samolyotlari - bir necha ming pachkagacha olishi mumkin. Dipol qaytargichlarni

zamonaviy tashlash avtomatlari konkret radioelektron vaziyatga mos holda parvoz mobaynida qaytargichlarni uzunligi bo'yicha kesishni ta'minlaydi. Hosil qilingan niqoblovchi passiv halaqitlarni flyuktuatsiya spektrini kengaytirish maqsadida dipol qaytargichlarni balandlik bo'yicha tarqalishi uchun choralar ko'rilmogda. Dipol qaytargichlarning avjiga chiqish vaqti bir minutdan o'n minutgacha, mavjudlik vaqti – 0,5 soatdan bir necha soatgacha vaqtini tashkil etadi. Dipol qaytargichlarning pachkalarini tashlagandan so'ng ochilishi 10...30 s egallaydi, shuning uchun halaqit qo'yuvchi samolyot u hosil qilgan bulutdan oldin kuzatiladi. Biroq dushman tomon dipol qaytargichlarning pachkalarini oldingi yarim muhitga otishni imkonini beruvchi avtomatlarni yaratmogda – bu holda ularning halaqit qo'yuvchisi passiv halaqitlar (PH) bulutida bo'ladi.

Tabiiy paydo bo'ladigan σ_{ph} qiymatni RLSning ruxsat beruvchi elementlarini hajmi V_0 (yoki maydoni S_0) va niqoblangan passiv halaqitlar manbalarining hajmli qaytarish qodirligidan σ^0 kelib chiqqan holda hisoblashadi:

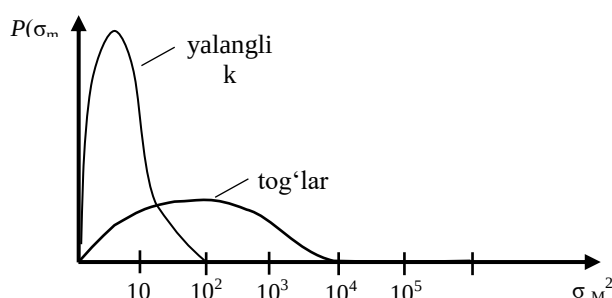
$$\delta_{ph} = \begin{cases} \delta^0 * \gamma \\ 0_{bur}^{ob} * \delta_0^0 \end{cases} \quad (2)$$

σ^0 qiymati to'g'risida ma'lumotlar, maxsus RLSlarda har xil to'lqin diapazonlarda, turli ob-havo sharoitida, joy relefida keng muntazam ravishda real o'lchovlar o'tkazib, tajriba yo'li bilan olinadi.

Niqoblangan passiv halaqitlarni intensivligi (gidrometeorlardan qaytgan) odatda yuqori emas, ammo qaytargichlarni turbulentli atmosferada ko'chib yurishi sababli ular flyuktuatsiyani keng spektriga ega. Signallarning Dopler seleksiyasi bunday halaqitlar fonida samarasiz, ammo hattoki tuman, yomg'irlarning sferik tomchilaridan qaytargichlarning polarizatsiyasini muntazamlilik samarasini ishlatish mumkin.

Yerdan qaytgan niqoblangan passiv halaqitlar ko'proq intensiv va keng tarqalgan. Parvozni past balandliklarda qo'llagan holda, havo dushmani barcha choralarni ishga solib shunday niqoblangan halaqitlarni qo'llashga intilmogda. δ_{bur}^0 qiymati quruqlik uchun 10^{-2} va yuqori; muzliklar uchun - ancha past ($\delta_{bur}^0 = 10^{-3} - 10^{-4}$), ($\delta_{bur}^0 = 10^{-5} - 10^{-6}$), tog'lardan, shaharlardagi ko'p qavatli imoratlar va muz uyumlaridan juda kuchli halal beruvchi qaytarilgan radioto'lqinlar kuzatiladi, ammo ushbu qaytargichlar harakatsiz, shuning uchun flyuktuatsiya spektri tor. Yer sathidan qaytgan radioto'lqinlar dipol qaytargichlardan qaytgan bulutlar kabi qaytargichlarning orientirlanishini tartibsizligi tufayli qutbsizlangan.

Bir tekisda taqsimlangan ko'p miqdordagi qaytargichlarning uzun bulutlari odatda uzun "dumlariga" ega, $P(\sigma_{pp})$ ehtimoliy darajalari taqsimlangan niqoblangan passiv halaqitlarni amalga oshiradi (2- rasm).



2-rasm. Ehtimoliy darajalari taqsimlangan niqoblangan passiv halaqitlar

Tekis xududda RLSlarning yaqin zonasida, muttasil niqoblangan passiv halaqitlar zonasi bilan birga, son jihatdan bir nechta yuzlarga teng, juda ko'p nishonga o'xshash zonalar va yakka mahalliy jismlardan "nuqtali" qaytgan tasvirlar kuzatiladi. Bunday "uzilgan" diskret passiv halaqitlar radiolokatsion ma'lumotlarni olish va qayta ishlash qurilmasini ortiqcha yuklab, niqoblash ta'siriga ega.

Yakka yoki to'da nishonsimon passiv halaqitlar dushman tomonidan oldindan o'ylab dipol qaytargichlarni pachkalarini alohida tashlash, yoki imitatsiya qiluvchi raketalarni yoki uchuvchisiz

uchish apparatlarini uchirish yordamida hosil qiladi. Imitatsiya qiluvchi passiv halaqitlar shuningdek, uchish balandligi $h = 1 \dots 5$ km ga teng engil sharlarni (yuzlab va minglab dona) shamol yo'nalishi bo'yicha uchirish yordamida hosil qilinadi.

Imitatsiya qiluvchi nishonlarning samarali nur tarqalish maydoni o'nlab kvadrat metrlargacha tashkil etishi mumkin. Kichik va past tezlikda uchuvchi chalg'ituvchi ob'ektlar, agarda ularni aniqlamasa, HHM tizimiga jiddiy ta'sir o'tkazadi. Soni ko'pligi, radiolokatsion va vizual ko'rish pastligi va uchish tezligini pastligi tufayli ularni yakson etish muammoli xisoblanadi.

Niqoblangan va imitatsiya qiluvchi passiv halaqitlar fonida nishonlarni seleksiyalashni zaruriyati RTQning radiolokatsion tizimlari namunalari yaratish va takomillashtirish mobaynida inobatga olinadi [3].

Tashqi nurlanishlar.

RTQ ko'p pozitsiyali radiolokatsion tizimni tashkil qiladi, ammo har bir radiolokatsion stansiya o'zidan nur taratib radiolokatsion ma'lumotlarni olish uchun individual tarzda ishlaydi. Shuning uchun har bir RLS uchun qabul qilish traktiga ta'sir etuvchi har qanday tashqi nurlanishlar, exo-lokatsiya halaqitlarini hosil qiladi va aktiv halaqitlar deb ataladi. RTQ RLSlar uchun aktiv halaqitlar manbalari quyidagilar bo'lishi mumkin:

radioelektron kurash maqsadida aktiv halaqitlarni qo'yuvchilarning (AHQ) - zarba beruvchi HHV yoki samolyotlar, vertolyotlar, uchuvchisiz uchish apparatlari bortiga o'rnatiluvchi aktiv halaqit aviatsion stansiyalar;

yerda va korablda joylashtiriluvchi aktiv halaqitlar stansiyalari;

uchuvchi ob'ektlardan tashlanuvchi bir marotabo ishlatiladigan kichik gabaritli peredatchiklar;

o'ziga tegishli RET, shuningdek radioko'rinish chegarasida tegishli chastota diapazonlarida nurlanuvchi RTQ RLS lari;

tabiiy elektromagnit nurlanish manbalari;

yadroviy portlashlar xududi.

RLSga ta'sir etish xarakteri bo'yicha aktiv halaqitlar niqoblanuvchi (NAH) va imitatsiya qiluvchi (IAH) bo'lishi mumkin. Oldindan o'ylab qilingan halaqitlarning asosiy turi niqoblangan shovqinli halaqitlar xisoblanadi. RTQ RLSlari uchun boshqa RETdan o'zaro halaqitlar odatda impulsli xisoblanadi, ya'ni imitatsiya qiluvchi. Nurlanishni yo'nalishi va chastota bo'yicha quvvat spektrini konsentratsiyasi darajasi bo'yicha aktiv halaqitlar nishonga oluvchi va to'suvchi halaqitlarga bo'linadi.

Halaqitlarni qo'yish vositalarini rivojlantirish g'oyasi shuni ko'rsatdiki, unda o'ta keng spektrga ega to'suvchi niqoblovchi aktiv halaqitlarni qo'llash kutilmoqda: metrli to'lqinlarda - 50–100 MHzgacha; desimetrli to'lqinlarda - 100–300 MHzgacha; santimetrli to'lqinlarda 500–100 MHzgacha. Chastota bo'yicha nishonga oluvchi aktiv halaqitlar 2–3 dan 10–15 MHzgacha spektr kengligi bilan tashkil qilinadi, bu aktiv halaqitlarning quvvatini spektral zichligini o'sishini ta'minlaydi. Texnik jihatdan NAH spektrini konsentratsiya qilishni o'ta yuqori nishonga olishgacha – hattoki chastotani tezda o'zgartirganda ham javobli uzluksiz shovqinli halaqit spektrini RLSning zondlangan signali spektriga aniq mos keltirish imkoni bor.

Chastota bo'yicha sirpanuvchi NAH nishonga olish va to'suvchi rejimlarni bir biriga qo'shishni ta'minlab beradi. Bunda halaqit xarakteri bo'yicha niqoblanishdan tartibsiz impulsigacha o'zgarishi mumkin.

NAHni tashkil etish uchun odatda shovqin bilan chastotali-modellashtirilgan nurlanish ishlatiladi. Bu generatorli asboblarning o'rtacha quvvatini pasaytiruvchi amplitudali modulyatsiyadan saqlanishni imkonini beradi. RLSning priyomnigiga odatda chastotali-modellashtirilgan shovqinli halaqitlarning bir qismi ta'sir ko'rsatadi, buning natijasida u "normallasadi" va deyarli gauss ya'ni to'g'ri shovqinli holatiga keladi.

NAHni RLSga ta'siri RLS turgan nuqtaga aktiv halaqitlarni qo'yuvchilar yaratgan, aktiv halaqitlarni quvvat oqimining spektral-fazoviy zichligi J_z ($Vt/Hz \cdot m^2$) bilan aniqlanadi. Ushbu qiymat ikki burchak koordinatasi $\{\beta, \varepsilon\}$, chastotasi f va vaqtni t murakkab funksiyasi xisoblanadi.

Agarda aktiv halaqitlarni qo'yuvchi ob'ektni joyi va ularning nurlanish parametrlari aniq bo'lsa, uni hisoblab echish mumkin. Qabul qiluvchi radiolokatsion kanalni bosish darajasi aktiv halaqitlarni qo'yuvchi ob'ektga yo'naltirilgan RLSning antenasi yo'naltirish diagrammasini qabul qilish darajalariga mos keluvchi yukiga ega, har xil aktiv halaqitlarni qo'yuvchi ob'ektlardan halaqitlarning quvvatini spektral sig'imini jamlanmasi hisoblanuvchi (har xil aktiv halaqitlarni qo'yuvchi ob'ektlardan niqoblanuvchi aktiv halaqitlarni gaussligi va statik barqarorligi sababli jamlanmani ishlatish mumkin) jamlangan halaqit foni bilan aniqlanadi.

Aktiv halaqitlarni qo'yuvchi ob'ektlarni tipovoy hisoblanuvchi parametrlari sifatida uzoqlik $D=200$ km balandlik $H=10$ km ni qabul qilish mumkin. Ushbu hisoblanuvchi qiymatlar uchun RLSning antenasi yo'naltirish diagrammasini yon barglariniga ta'sir etuvchi, aktiv halaqitlarni qo'yuvchi ob'ektlarning «ekvivalentli» nurlanish quvvatining N_{pe} jamlanmasi spektral sig'imini aniqlaydi. Murakkab va halaqit sharoitida qiymatlar quyidagicha bo'lishi mumkin $N_{pe} \approx (1-3) \times 10^{-3}$ Vt/Hz. RLSning jangovar ish jarayonida $J_p(f, \beta, \epsilon, t)$ konkret taqsimlanishi to'g'risida bilim zarur, bu o'z vaqtida aktiv halaqitlarning chastotali spektrini notekisligini RLSga ta'sirini pasaytirish uchun ishlatishni imkonini beradi. Shu maqsadda RTQ RLSlari tegishli razvedka, ish rejimlarini avtomatik boshqaruv va halaqitlarni moslashtirib pasaytiruvchi vositalar bilan jihozlanadi.

O'zimizning RET yerda joylashtirilgan mobaynida ta'sir etuvchi o'zaro halaqitlar, halaqitlardan himoya qilish apparaturalarini ishlatish hamda, RETlarni yaratish va ishlatish mobaynida ularni elektromagnit mosligini ta'minlash bo'yicha chastotali-xududiy me'yorlarni va boshqa choralarni bajarish xisobiga ruxsat etilgan minimumga olib keladi. Televizion halaqitlar asosan metrli diapazonda ta'sir ko'rsatadi, ularni maxsus himoya kanallar bilan pasaytiradi. Tog' va tog' yon bag'rlarida bitta diapazonda ishlaydigan RLSlarda qo'shni RLSning zondlanuvchi signallarini kuchli qayta nurlanishini qabul qilish hisobiga o'ziga xos aktiv-passiv niqoblanuvchi o'zaro halaqitlar bo'lishi mumkin.

Atmosferali (momoqaldiroqli) razryadlar va yadroviy portlash xududlarni elektromagnit nurlanishi qisqa muddatli, va RTQ RLSlar uchun yakson etuvchi faktori halaqit faktoriga nisbatan muhimroq. Metrli diapazonda sezilarli shovqinli halaqitni Quyosh hosil qiladi, agarda u qandaydir vaqt mobaynida kichik burchakli xududda (0 dan 17° gacha) joylashgan bo'lsa. Ushbu holat nishonlarni radiolokatsion ko'rish uzoqligini 20 dan 40° azimutal sektorda $5-10\%$ pasaytirish mumkin [4].

Xulosa qilib aytaydigan bo'lsak, radiolokatsion stansiyaning jangovar ish jarayonida $J_p(f, \beta, \epsilon, t)$ aniq taqsimlanish to'g'risida bilim zarur, bu o'z vaqtida aktiv halaqitlarning chastotali spektrini notekisligini radiolokatsion stansiya ta'sirini pasaytirish uchun ishlatishni imkonini beradi. Shu maqsadda RTQ radiolokatsion stansiyalari tegishli razvedka, ish rejimlarini avtomatik boshqaruv va halaqitlarni moslashtirib pasaytiruvchi vositalar bilan jihozlanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

- [1] Теоретические основы радиолокации / под ред. Я.Д. Ширмана. – М.: Сов. радио, 1970. – 560 с.
- [2] Основы построения РЛС РТВ / под ред. Б.Ф. Бондаренко. – Киев: КВИРТУ, 1987. – 368 с.
- [3] Финкелштейн, М.И. Основы радиолокации: учеб. для вузов / М. И. Финкелштейн. – М.: Сов. радио, 1973. – 496 с.
- [4] Многофункциональные радиолокационные системы: учеб. Пособие для вузов / П.И. Дудник, А.Р. Ильчук, Б.Г. Татарский; под ред. Б.Г. Татарского – М.: Дрофа, 2007. – с.: ил. – (высшее образование. Радиотехнические системы).
- [5] Пространственное-временная обработка сигналов / И.Я. Кремер, А.И. Кремер, В.М. Петров и др.; под ред. И.Я. Кремера – Мю: Радио и связь, 1984. – 224 с.
- [6] Обнаружение движущихся объектов / П.А.Бакут, Ю.В. Жулина, Н.А. Иванчук; под ред. П.А. Бакута – М.: Сов.радио, 1980. – 288 с.

BUYUK SARKARDA AMIR TEMURNING MARKAZLASHGAN BOSHQARUVIDA MA'NAVIY-AXLOQIY FAZILATLARNING TUTGAN O'RNI

A.S. OTOKULOV

O'R HX VA MU Axborot - kommunikatsiya texnologiyalari va harbiy aloqa instituti

Annotatsiya. Mazkur maqolada Amir Temur o'z davlatini aql-zakovat va huquqiy asos bilan idora etganligi, xalqimiz azaldan yuksak qadrlab keladigan, hamma narsadan ustun qo'yadigan adolat tuyg'usini hayotimizda yanada keng qaror toptirishni biz birinchi darajali vazifamiz ekanligi, Amir Temurning davlatchilik va diplomatiya, harbiy mahorat, bunyodkorlik salohiyati, ilmu fan, san'at va me'morchilikka oid qarashlari, hayotning ma'no mazmuni, insonni ulug'laydigan ezgu ishlar haqida bildirgan fikrlari, dinu diyonat va adolatni joyiga qo'yish, har bir masalada uzoqni ko'zlab, el manfaatini o'ylab ish tutish bilan bog'liq ibratli ma'naviy-axloqiy fazilatlarni harbiy xizmatchilarda zarur ma'naviy – ahloqiy sifatlarni shakllantirishda tarixiy tajribaning o'rni va ahamiyati haqida yoritilgan.

Kalit so'zlar: ma'naviy-axloqiy fazilat, sadoqat, Vatan, tarix, ma'rifat, qaxramon, jasorat, tarbiya, shaxs, vatanparvar, madaniyat, hukmdorlik, meros, ajdodlar, ma'naviyat, adolat, mard, jasur, boshqaruv, irodalilik, tadbirkorlik, mehr-oqibat, bag'rikenglik.

Аннотация. В данной статье подчеркивается, что Амир Темур управлял своим государством на основе разума, интеллекта и правовых основ, а также, что чувство справедливости, которое издавна высоко ценилось нашим народом и ставилось выше всего, должно стать первоочередной задачей в нашей жизни. В статье также анализируются взгляды Амира Темура на государственное управление и дипломатию, военное искусство, строительный потенциал, науку, искусство и архитектуру, его размышления о смысле жизни, о благородных делах, возвышающих человека, а также духовно-нравственные качества, такие как стремление установить справедливость и религиозную гармонию, способность принимать дальновидные решения, действуя в интересах народа. Особое внимание уделено значению исторического опыта в формировании необходимых духовно-нравственных качеств у военнослужащих.

Ключевые слова: духовно-нравственные качества, верность, Родина, история, просвещение, герой, мужество, воспитание, личность, патриотизм, культура, правление, наследие, предки, духовность, справедливость, отважный, смелый, управление, воля, предприимчивость, милосердие, толерантность.

Abstract. This article emphasizes that Amir Temur governed his state based on reason, intelligence, and legal principles, and that the sense of justice — long valued and prioritized by our people — must become a top priority in our lives. The article also analyzes Amir Temur's views on governance and diplomacy, military art, architectural and developmental potential, science, art, and architecture. It explores his reflections on the meaning of life, noble deeds that elevate human dignity, and his spiritual and moral qualities — such as striving for justice and religious harmony, and the ability to make farsighted decisions in the interest of the people. Special attention is given to the importance of historical experience in shaping the necessary moral and spiritual qualities among military personnel.

Keywords: spiritual and moral values, loyalty, homeland, history, enlightenment, hero, courage, upbringing, personality, patriotism, culture, governance, heritage, ancestors, spirituality, justice, bravery, boldness, leadership, willpower, entrepreneurship, compassion, tolerance.

Tarixda xalqimiz orasidan ko'plab buyuk sarkardalar yetishib chiqqan. Ana shunday mard va fidoyi ajdodlarimizning harbiy sohadagi boy merosi, mardlik va jasurlik fazilatlari harbiy xizmatchilarimiz uchun ibrat maktabi bo'lib xizmat qiladi. Sohibqiron Amir Temur bobomizdek - u zot bironta jangda mag'lub bo'lmagan - yengilmas sarkarda va davlat arbobi dunyo tarixida kam topiladi.

“Mardlik va muruvvatni Alloh ham, xalq ham ulug‘laydi”, deydi sohibqiron bobomiz Amir Temur. Jamiyatimiz ana shunday fazilatlar hammamizni mamnun va maftun etadi. Insonlar mehnati bilan buyuk kelajagini quradi.

Amir Temur bobomiz qudratli davlat barpo etgan. Davlat qudratli bo‘lmasa, betakror ma‘naviy meros va tarixiy yodgorliklar ham bo‘lmasdi. Amir Temur biz uchun buyuk davlat asoschisi sifatida qadrlaymiz. U davlat poydevorini qurgan, davlatning huquqiy asoslarini barpo etgan. Uning davlat boshqaruvida fikrlari nafaqat o‘z davri, balki kelgusi avlodlar uchun ham katta ahamiyatga ega hisoblanadi. Amir Temur o‘z davlatini faqat kuchiga suyanmagan. Amir Temur o‘z davlatini aql-zakovat va huquqiy asos bilan idora etgan. Uning “Davlat ishlarining to‘qqiz ulushini kengash, tadbir va mashvarat, qolgan bir ulushini qilich bilan amalga oshirdim”, degan so‘zlari buning yorqin dalilidir.

Xalqimiz ozod va obod yashash uchun bugun Amir Temur shaxsiyati va merosini chuqur o‘rganishimiz kerak, buyuk ajdodimizning adolat kabi fazilatlarini biz uchun qadrlil hisoblanadi.

Xalqimiz azaldan yuksak qadrlab keladigan, hamma narsadan ustun qo‘yadigan adolat tuyg‘usini hayotimizda yanada keng qaror toptirishni biz birinchi darajali vazifamiz, deb hisoblaymiz.

Bu borada buyuk sohibqiron Amir Temur bobomizning: “Adolat har bir ishda hamrohimiz va dasturimiz bo‘lsin!” degan chuqur ma’noli so‘zlari har birimiz uchun hayotiy e’tiqodga aylanishi zarur [1].

O‘z yurtini saqlagan, uni jahonga mashhur qilgan buyuk sarkarda Amir Temur “Davlat lashkaru fuqarolarning sadoqati va fidoyiligi bilan qudratlidir”, deb bejiz aytmagan. Ana shunday fidoyi odamlar qancha ko‘p bo‘lsa, davlat shunchalik qudratli va boy bo‘ladi.

Buyuk ajdodimiz Amir Temurning olib borgan faoliyati orqali talabalarda vatanparvarlik, milliy g‘urur va iftihar, buyuk davlat qurishga intilish hissini tarbiyalash ta’lim tarbiya jarayonining murakkab muammolaridan biri hisoblanadi. Chunki u milliy tarbiya muammolari, ayniqsa milliy tafakkurning shakllanish xususiyatlari, milliy va madaniy qadriyatlarga munosabat tushunchalari bilan uzviy bog‘liqdir [2].

Amir Temurning davlatchilik va diplomatiya, harbiy mahorat, bunyodkorlik salohiyati, ilmu fan, san’at va me’morchilikka oid qarashlari, hayotning ma’no mazmuni, insonni ulug‘laydigan ezgu ishlar haqida bildirgan fikrlari, dinu diyonat va adolatni joyiga qo‘yish, saltanat ishlarini kengash va tadbir asosida amalga oshirish, har bir masalada uzoqni ko‘zlab, el manfaatini o‘ylab ish tutish bilan bog‘liq ibratli fazilatlarini aholida ta’kidlash o‘rinlidir. Aynan mana shunday masalalar Sohibqiron tafakkurining mahsuli bo‘lgan “Temur tuzuklari asarida har tomonlama aniq, ishonarli va ta’sirchan tarzda yoritilgan, desak, haqiqatni aytgan bo‘lamiz, shuning uchun ham o‘zining beqiyos azmu shijoati, mardlik va jasorati bilan Movarounnahr zaminida mo‘g‘ul zulmiga barham berib, xalqimizni qaramlik iskanjasidan xalos etgan, tarqoq va parokanda el - ulusni birlashtirib, mustaqil va qudratli davlatga asos solgan bu ulug‘ siymoning mazkur kitobda ifoda etilgan g‘oya va qarashlari nafaqat o‘z davri, balki bugungi va kelgusi avlodlar uchun ham muhim ahamiyat kasb etishi bejiz emas [3].

Sohibqiron Amir Temur qaysi o‘lkaga qadami tegmasin, u yerlardan dunyoviy ilm egalarini o‘zi bilan saltanat poytaxti Samarqandga olib kelgan. 12 yashar bolaligida Shom (Suriya)dan Samarqandga keltirilgan Ibn Arabshoh ham Amir Temurga nisbatan bir oz adovati bo‘lsa-da u haqida xolisona fikr yuritib ijobiy fikrlar yozgan. Ulug‘ bobokalonimizning maqsadi bunyodkorlik ezgulik va adolatga yo‘g‘rilganligi tufayli tarixchi haqiqatdan ko‘z yuma olmagan. Buyuk Temurning hayotidagi shiori: “Adovat emas, adolat kerak”, – degan tamoyilga tayanganligi bu borada e’tiborga loyiqdir. “Amir Temur olimlarga mehribon bo‘lib sayyid shariflarni o‘ziga yaqin tutardi. Ulamo va fozillarga to‘la izzat ko‘rsatib, ularni har qanday kimsadan tamom muqaddam ko‘rardi. Ularning har birini o‘z martabasiga qo‘yib izzat-ikromi va hurmatini unga ochiq izhor qilardi. Ularga nisbatan o‘z muruvvati bisotini yozar ediki, bu muruvvati uning haybati bilan aralash edi. Ular bilan mazmunli bahs ham yuritar ediki, bahsida insofu himmat bo‘lar edi. Uning

lutfi qahri ichiga qorilgan bo'lib, qo'rsligi ezguligi orasiga qo'shilgan edi", – deb yozib qoldirgan Ibn Arabshoh [4].

Vatanga sadoqat, huquqiy madaniyat kabi ma'naviy-axloqiy fazilatlarni to'xtalib o'tsak, Amir Temurning so'zi bilan aytganda, davlat ishlarining to'qqiz ulushi kengash, tadbir va mashvarat (maslahat), qolgan bir ulushi qilich bilan amalga oshirilgan. Uning "Rosti-rasti" ("Kuch – adolatdadur") degan so'zlari mamlakat aql-zakovat va adolat bilan boshqarilganidan guvohlik beradi.

Xullas, Amir Temur davlatni boshqarish va harbiy daholik sohasida o'ziga xos boshqaruv tizimini yaratib, shu asosda barpo etgan buyuk saltanat bilan jahon mamlakatlari hukmdorlarini lol qoldirgan edi.

Sohibqiron hokimiyat tepasiga kelgach, dastlabki vaqtlardayoq mamlakatda ro'y bergan og'ir iqtisodiy tanglikni bartaraf qilish uchun, eng avvalo, soliq tizimini tartibga soldi. Davlat soliqlarini yig'ishda soliq yig'uvchilarni ra'iyatga nisbatan insof va adolatli bo'lishga, qonunga xilof ish tutmaslikka chaqirdi.

Chunki saltanatning barqarorligi ko'p jihatdan ra'iyatning hol-ahvoli, uning davlat va hukmdor-sultonga bo'lgan sadoqatiga bog'liq edi. Ra'iyatni himoya qilish esa qonun bilan mustahkamlandi. Qonun barchaga teng va barobar hisoblangan [5].

Jamiyat boshqaruvi va uning istiqbolini ijtimoiy tabaqalar manfaatiga asoslagan Amir Temur ulkan davlatning mustahkam poydevorini yaratishga erishadi. U tabaqalarning o'z mavqelariga va imkoniyatlariga muvofiq boshqaruvni va unda bevosita ishtirok etishning sharoitini amaliy jihatdan tashkil etib berishga muvaffaq bo'ladi. Bu borada u - "Saltanatim martabasi bo'lmish to'ra-tuzuklar va qonun - qoidalarni ham shu o'n ikki toifaga bog'lab tuzdim.

Bu o'n ikki toifani saltanatim falagining o'n ikki burji va davlatim korxonasining o'n ikki oyi deb hisobladim", deydi. Shubhasiz, bunday imkoniyatga ega bo'lgan a'yonlar Amir xizmatidan bahramand bo'lish ishtiyoqi va uning tuzuklariga amal qilish istagi manfaatlari bilan bevosita bog'lanib kelgan. Axloq esa ana shu ijtimoiy shartnomaning asosini tashkil etgan. Ijtimoiy kelishuvning shu tariqa tashkil etilishi davlat boshqaruviga barcha toifalarning ishtirokini ta'minlash va unda mavjud ne'matlarni to'g'ri darajaga, salohiyatga muvofiq taqsimlash sharoitini vujudga keltirgan. Ayni paytda, davlatda mehnat resurslari hamda ularni maqsadga muvofiq yo'naltirish tizimi ham shakllanib borgan. Natijada huquqiy jihatdan asoslangan va kafolatlangan mezonlar tabaqalarning o'zlari tomonidan rioya etilishiga, uning nazoratini olib borishga shaxsiy manfaatlarini kuchaytirgan. Ayniqsa, toifalar va a'yonlarning o'z salohiyati va imkoniyatidan ortig'iga da'vo etmaslikning axloqiy, oshkora mezonlari yaratilgan.

"Tuzuklar" ga ko'ra toifalarning darajasi sifatida yettinchi toifa vazirlar, devon kotiblari va munshiylar hisoblangan. Bunday lavozimlarga dovyurak, sadoqatli, yaxshi jangchilar, ishbilarmon, tadbirkoru - uddaburonlar yoki duogo'ylar emas, balki, davlat ishlarini tarbiya va fazilatlari bilan idrok qilish salohiyatiga ega bo'lgan odamlar toifasi - Allohdan berilgan tabiatlari bilan ajralib turganlariga nisbat berilgan [6].

Aslida, masalaning xufiyona mohiyat - asosi shundaki, jamiyatda hukmdor tabaqalar egalik qilishi mumkin bo'lgan moddiy imkoniyatlardan kelib chiqib siyosatning axloqiy darajasini belgilab kelgan. Keyinchalik axloq ayrim tabaqa yoki guruh ulushlarining huquqiy ekanligini kafolatlovchi vositaga aylantirilgan. Bunday ijtimoiy ya'ni, axloq o'z mohiyati asosida bo'lmay, ma'lum manfaatlar tamoyiliga qurilgan. Boshqacha aytganda, siyosat axloqqa emas, axloq siyosat xizmatiga bo'ysundirilgan sharoitda davlat boshqaruvida adolatning qaror topishi, albatta, mumkin bo'lmaydi. Axloq ham o'z o'rnida majburan tabaqalashtiriladi va jamiyatda kuchlar nisbatiga muvofiq moslashtiriladi. Shu o'rinda Amir Temur yaratgan milliy davlatchilik merosi bevosita bugungi davlatchiligimizning asoslarini yanada mustahkamlashga, ayni paytda, uni kengroq o'rganishga oldimizda turgan adolatparvar jamiyat qurish vazifalarimizni izchil va barqaror bo'lishini ta'minlashga xizmat qiladi [7].

Yana bir muhim fazilat tadbirkorlikka to'xtalib o'tmoqchiman. Amir Temur va Temuriylar davridagi huquqiy, ijtimoiy-iqtisodiy ahvol, jinoyat va jazo, madaniyat va uning rivoji, tadbirkorlik

faoliyati, tabobat, urug' - qabilalar va ularning mavqei kabi masalalar Sh. O'ljaevaning bir qator maqolalarida aks etdi. Sh. O'ljaeva Amir Temur va temuriylar davriga oid tadqiqotlarni faol davom ettirayotganini ko'rish mumkin. Tadqiqotchi tomonidan 2017- yilda "Amir Temur davlat boshqaruvi", 2018-yilda "Amir Temur diplomatiyasi" nomli monografiyalar chop etildi [8].

Xalqimizning izlanuvchanligi, yangilikka intilib yashashi, tashabbuskorligi kabi fazilatlari kichik biznes va xususiy tadbirkorlik sohasini rivojlantirishda o'z ifodasini topmoqda. Bugungi kunda jamiyatimiz mazkur yunalishda faoliyat ko'rsatayotgan korxonalar soni jihatdan tobora ortib borayotgani va ayni shu sohada aholini ish bilan band bo'layotganidan dalolat beradi. Aksariyat, xalqimiz tadbirkorlik hisobidan yashamoqda, bu sohaga odamlarni jalb etish uchun da'vat qilinadi va yana davom etaveradi. Erishgan yutuqlarimizni mahkam ushlashimiz lozim.

Irodalilik ma'naviy-axloqiy fazilatga e'tibor qaratadigan bo'lsak, Amir Temur katta harbiy tashkilotchilik talantiga, kuchli iroda va hukmdorlik dahosiga ega edi. U murakkab o'rta asr feodal jamiyatini boshqarishda juda muhim rol o'ynagan, o'zining ulkan feodal davlatini qattiqqo'llik bilan tutib turgan. Amir Temur bilimni, ayniqsa amaliy foyda keltiruvchi bilimni qadrlagan, tibbiyot, astronomiya, matematika va ayniqsa, me'morchilikka qiziqqan, o'z davrining ilg'or kishisi sifatida o'zini namoyon eta olgan [9]. Jamiyatimiz, insonlar vaziyatga real baho bera olishi, nostandart qarorlar qabul qilishi, xalqimizning shijoati, qat'iy irodasi, bag'rikengligi, o'ziga bo'lgan ishonchi insonlar orasida bir-biri bilan munosabatda sezilib turishi kerak. Bir paytning o'zida chuqur tahlil qila oladigan qobiliyatga ega bo'lgan shaxslargina butun mas'uliyat va javobgarlikni o'z zimmasiga olishga qodir bo'ladi, har tomonlama chuqur o'ylab, uzoqni ko'ra biladigan, insonlarning jamiyat taraqqiyotida hal qiluvchi ahamiyatga ega bo'lgan qarorlar qabul qila olishiga amin bo'lishimiz mumkin.

Amir Temurning faoliyatiga oid bo'lgan ma'lumotlar arman manbalarida ham uchraydi. E'tiborli tomoni shundaki, ularning mualliflaridan biri Foma Mesopskiy Amir Temur zamondoshidir. U Amir Temur va temuriylari tarixiga bag'ishlangan "Temurlang va uning vorislari tarixi" nomli asar yozgan.

Vatanimiz nafaqat Sharq, balki umumjahon sivilizatsiyasi beshiklaridan biri bo'lganligining jahon hamjamiyati tomonidan tan olinishi. Ongi yuksak, mustaqil fikrlay oladigan, xulq-atvori bilan o'zgalarga ibrat bo'ladigan bilimli, ma'rifatli kishilarni tarbiyalashda tarix fanining o'rni, XX asr boshidagi ma'rifatchilik harakatining namoyandalari Mahmudxo'ja Behbudiy, Munavvar Qori, Fitrat, Tavallo kabi siymolarning faoliyati. Tarixiy xotirasi bor inson – irodali inson. Tarix saboqlari insonni hushyorlikka o'rgatadi, irodasini mustahkamlaydi.

Jamiyatimiz ajdodlarimiz qoldirgan eng yaxshi an'analarni o'zlashtirib, tarixiy merosimizni chuqur o'rganib, buyuk ajdodlarimizning ishlarini munosib davom ettirmoqdalar. Ziyolilarimizning muhim fazilati hamma vaqt bilimga, ilg'or ilmiy tafakkurning oldingi marralarida bo'lishga intilishdan iborat ekan, o'z mehnatlari bilan Respublikamizning ijtimoiy-iqtisodiy rivojlantirishga, innovatsiya salohiyatini mustahkamlashga sezilarli darajada oldingi cho'qqilarga ko'tarilishiga turtki bo'ladi.

Mustaqillikni mustahkamlash ko'p jihatdan ma'naviy barkamol, milliy tarixini chuqur biladigan, o'zligini anglagan fuqarolar o'rni muhimdir. Ma'naviy jihatdan yetuk barkamol shaxs tarbiyalashda esa tarixning o'rni katta, Amir Tarag'ay xo'jaligida dehqonchilik muhim o'rin tutgan, bu esa o'troq hayot tarzi bilan bog'liqdir, shuningdek, uning Shahrisabz ma'naviy hayoti bilan yaqinligi ham ko'proq o'troq hayot tarzini taqozo etgan.

Xulosa o'rnida, mustaqilligimizni mustahkamlash va milliy tariximizni chuqur biladigan, o'zligini anglagan ma'naviy barkamol fuqarolar yetishib chiqishida Amir Temur bobomiz qoldirgan ma'naviy merosining o'rni beqiyos. Ma'naviy jihatdan yetuk barkamol shaxs tarbiyalashda tarixning o'rni katta. Shuning uchun ham yurtimizda tarixni o'rganishga katta e'tibor berilmoqda. Vatan ozodligi va farovonligi yo'lida o'zini qurbon qilgan vatandoshlarimizning qahramonligi asosida, O'zbekiston xalqiga sodiq, qat'iy hayotiy qarashlar va faol fuqarolarni tarbiyalash lozim.

Tariximizning yorqin sahifalaridan biri bo'lgan Amir Temur harbiy yurishlarining sabablari, jarayoni, natija va oqibatlari uning bosh strategik maqsadi Buyuk ipak yo'lining to'la xavfsizligini

ta'minlash, Sharqu G'arbning siyosiy, iqtisodiy va madaniy aloqalarini rivojlantirish g'oyasiga bo'ysunganligi tarixini adabiyotlar asosida chuqur o'rganishimiz kerak.

Amir Temur va temuriylar davri tarixining mohiyatini, tarixiy jarayonga ta'sir etgan omillar, ijtimoiy qatlamlar va ularning tarixiy voqelikdagi o'rni hamda manfaatlari, markazlashgan davlat topishining tarixiy sharoitlari va zaruriyatlari, tarqoqlikning kelib chiqish sabablari va uning chuqurlashib borishining oqibatlari kabi ma'lumotlarga tayanishimiz maqsadga muvofiq.

Buyuk ajdodlarimiz, allomalarimiz, boy ma'naviy merosi bilan faxrlanib yashayotgan xalqimiz orasidan bugungi kunda uchinchi reasans yetishib chiqmog'i darkor. Aynan shunday yondashuv bizni doimo oldinga harakat qilishimiz uchun mustahkam asos bo'lib xizmat qiladi.

bugungi kunda kelajagimiz vorislari bo'lgan yoshlarda vatanparvarlik ruhini rivojlantirish, Vatanga bo'lgan muhabbat va uning ertangi kuniga ishonch ruhida tarbiyalash – bu davlat ahamiyatiga molik vazifa bo'lib, uni ro'yobga chiqarish barchamizning fuqarolik burchimiz.

Yoshlar orasida ma'naviy-axloqiy fazilatlarini yanada kuchaytirish, ularda milliy armiyamiz uchun, ertangi kun vatan ximoyachilari uchun zarur bo'lgan ahloqiy-ruhiy sifatlarni kamol toptirish uchun vatanparvarlik va ommaviy mudofaa ishlarining bir- birini to'ldiruvchi jihatlarini o'zaro aloqasini ta'minlash orqali erishish mumkin.

Ma'naviyat, ona vatanga muhabbat, vatanparvarlik ruhi va shu kabi ma'naviy-axloqiy fazilatlarining shakllanishi ta'lim-tarbiya asosida vujudga keladi.

Bizning eng yuksak qadriyatimiz – jamiyatimizda hukm surayotgan tinchlik, millatlararo do'stlik va hamjihatlikdir. Bularning zamirini, eng avvalo, o'zbek xalqining ma'naviyati tashkil qiladi.

Shaxsiy tarkibning ma'naviy-axloqiy fazilatlarini yuksaltirish Qurolli Kuchlarning jangovar va ma'naviy ma'rifiy tayyorgarligini oshirishning eng muhim sharti hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

[1] Sh.M. Mirziyoev “Milliy taraqqiyot yo'limizni qat'iyat bilan davom ettirib, yangi bosqichga ko'taramiz” – Toshkent: Tasvir nashriyot uyi, 2021. – 140 b.

[2] “Milliy yuksalish va yoshlarning ijtimoiy siyosiy faolligini oshirishning dolzarb masalalari” mavzusida respublika ilmiy-nazariy masofaviy konferensiyasi materiallari. Samarqand: SamDAQI nashri, 2020. 27-bet.

[3] I.Karimov. Demokratik islohotlarni yanada chuqurlashtirish va fuqarolik jamiyatini shakllantirish mamlakatimiz taraqqiyotining asosiy mezonidir. Toshkent “O'zbekiston” nashri. 2011.19 tom- 290 b.

[4] “Amir Temur – buyuk sarkarda va davlat arbobi” mavzusidagi respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi materiallari. Buxoro davlat universiteti.– Buxoro, 2022. – 120 b.

[5] A. Muhammadjonov, Q. Rajabov. Amir Temur Toshkent “O'zbekiston”. 2013.- 6, 33 b.

[6] Oriental Renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences VOLUME 2 | ISSUE 5/2 ISSN 2181-1784 Scientific Journal Impact Factor SJIF 2022: 5.947 Advanced Sciences Index Factor ASI Factor = 1.7

[7] Usmonov B.A. O'zbekiston tarixi. Amir Temur va temuriylar siyosiy tarixi: O'quv qo'llanma. – Farg'ona: 2013.- 43 b.

“INNOVATION TECHNOSYSTEMS” ilmiy texnik jurnali.
O‘R HX va MU AKT va HAI, 2025-y. – 256 b.



Eslatma: Maqolalar mazmuniga javobgarlik mualliflar zimmasiga yuklatiladi.

© Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari va harbiy aloqa instituti, 2025-yil.

Terishga berildi: 24.09.2025.
Bosishga ruxsat etildi: 27.09.2025.
Qog‘ozga bichimi: 60/84 1/8.
Shartli bosma tabog‘i – 20.
Adadi – 2 nusxa.