

B.N. Raximov	t.f.d., professor. O'R HX va MU AKT va HAI boshlig'i. Tahrir kengashi raisi
B.Z. To'rayev	DSc., professor, AKT va HAI boshlig'ining birinchi o'rinbosari (o'quv va ilmiy ishlar bo'yicha), Tahrir kengashi raisi o'rinbosari
A.A. Axunov	PhD. AKT va HAI kafedra sikl boshlig'i. Bosh muharrir
Sh.Sh. Sotqulov	PhD. AKT va HAI kafedra sikl boshlig'i. 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
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
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. Ilmiy tadqiqot instituti katta ilmiy xodimi
X.V. Dadabayev	h.f.n., professor. O'R Milliy gvardiyasi bosh boshqarmasi boshlig'i
Y.Sh. Eshmirzayev	k.f.n. O'R IIV MOMB MT o'quv markazi katta instruktori mutaxassisi
F.A. Murodov	PhD., AKT va HAI boshlig'i o'rinbosari – shtab boshlig'i.
Sh.K. Kurbanov	t.f.n., dotsent. AKT va HAI HITL yetakchi ilmiy xodimi
D.I. Sultanov	h.f.d., k.i.x. AKT va HAI ITL yetakchi ilmiy xodimi
F.B. Baxramov	h.f.n., AKT va HAI oliy ta'limdan keyingi ta'lim bo'limi boshlig'i
Y.Sh. Narbekov	PhD. AKT va HAI XHK bilan ishlash bo'lim boshlig'i
D.B. Hamdamov	PhD., dotsent. AKT va HAI O'quv bo'limi katta ofitseri, uslubiyotchi
N.T. Boboyev	PhD. AKT va HAI HITL boshlig'i
B.K. Yusupov	PhD., professor. AKT va HAI kafedra boshlig'i
I.I. Nishanov	PhD., dotsent. AKT va HAI kafedra boshlig'i
Sh.A. Qambarov	PhD. 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., professor. AKT va HAI kafedra boshlig'i
G'. Umarov	PhD. AKT va HAI kafedra boshlig'i
A.B. Bazarov	PhD., dotsent. 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.A. Tajiyev	DSc., dotsent. AKT va HAI kafedra sikl boshlig'i
B.O. Muxammadov	PhD, dotsent. AKT va HAI kafedra katta o'qituvchisi
A.N. Shafeyev	PhD. AKT va HAI kafedra katta o'qituvchisi
N.S. Savriddinov	AKT va HAI kafedra dotsenti
H.A. Qodirov	PhD., dotsent. AKT va HAI kafedra dotsenti

I. QUROLI KUCHLAR TIZIMIDA XAVFSIZLIKNI TA'MINLASH MUAMMOLARI

A.M. NAZAROV, M.M. XASANOV. Gibrid WDM/TDM multiplekslangan optik-tolali namlik sensorlari tizimining matematik modeli va optimallashtirish usullari.....	5
Sh.N. TUROPOV, N.Q. ABDULHAMIDOVA. Toifalangan obyektlarda ro'yxatga olingan hujjatlarni elektron qabul qilish va tarqatish masalasining dolzarbligi.....	15
U.Sh. XAMRAKULOV, J.D. RISQALIYEV, D.D. XAYITOV. Mayning faoliyati va uning turlari.....	20
B.K. YUSUPOV, T.B. RO'ZIMOV. Toifalangan axborotlashtirish vositalarida axborot xavfsizligiga bo'ladigan tahdidlar va ularga qarshi kurashish tamoyillari.....	25
B.C. НУРМЕТОВ. Особенности управления огнем подразделений части ЗРВ при отражении удара оперативно-технических ракет.....	30
O.A. МИРЖАЛОЛОВ, P.I. МУХАМЕДЖАНОВ. Технические характеристики комплексов радиосвязи шестого поколения тактического звена управления вооруженных сил российской федерации.....	35
X.A. DO'SMATOV. Aviatsiya chalg'ituvchi nishonlarni qo'llashdagi yo'qotishlar va operatsiyalar davomiyligini baholash.....	41

II. HARBIY AXBOROT TIZIMLARIDA INNOVATSION YONDASHUVLAR

D.M. KURYAZOV, M.M. ISAKOV. Yangi AES-COFB autentifikatsiyalangan shifrlash algoritmi va samaradorlik tahlili.	46
I.I. NISHANOV, Sh.T. MAHMUDOV. Tarmoq anomalialarini avtomatik eliminatsiyalashda chegaraviy qiymat usulini takomillashtirish.....	56
D.B. XAMDAMOV, Sh.Sh. YULDASHEVA. Entropiya va neyron tarmoq klassifikatorlari asosida shifrlangan tarmoq trafignini tahlili.....	62
X.B. XUSANOV. Uchuvchisiz uchish apparatlarida to'siqlarni aniqlash va ulardan qochish usullari.....	69
M. MUXAMMADKARIMOV. Simulink dasturi asosida raqimli uzatish tizimining tahlili va simulatsiyasi.....	75
Sh.R. SAPAYEV. Korporativ tarmoqlarda foydalanishga mo'ljallangan bulutli tizim ishlab chiqish usullari tahlili.....	81
3.A. ТАДЖИБАЕВ. Математический расчет эффективности применения опорной сети связи на основе тропосферных станций.....	90
Ya.T. YUSUPOV, N.T. BAYMATOVA. Simsiz tarmoqlar uchun noortogonal ko'plab kira olish (Noma) usullarining tahlili.	96
У.Б. АМИРСАИДОВ. Межуровневая модель звена передачи данных.....	105
O.M. MAXMATQULOV. Jangni modellash (NATO tajribalarida).....	112

III. EKSTRIMAL VA KRIZIS VAZIYATLARDA INNOVATSION YONDASHUVLAR

B.Z. TO'RAYEV, M. RAYIMOV. Media maydonida harbiy axborotlarni sun'iy intellekt asosida ximoyalash.....	118
A.A. RAXIMOV. Elektron raqamli platformalarni ishlab chiqishda ma'lumotlarning intellektual tahlilini olib borish va interval usullardan foydalanish.....	123
A.A. AXUNOV, J.A. ABDUSAMADOV. Robototexnika va avtomatlashtirishda real vaqt rejimida signallarni qayta ishlash algoritmlari.....	128
K.N. KAMBOUROV. OSPF marshrutlash protokolini sun'iy intellekt yordamida optimallashtirish.....	134
B.N. UMARALIYEV. Server domenini samarali optimallashtirish.....	139

A.A. Abdigapirov	t.f.n., dotsent. AKT va HAI markaz dotsenti,
X.S. Pardayev	PhD, dotsent. AKT va HAI markaz dotsenti
Ye.B. Tashmanov	t.f.d., dotsent. O'R IIV Akademiyasi kafedra katta o'qituvchisi

Ma'sul kotiblar:

A.P. Ugay	AKT va HAI kafedra katta o'qituvchisi
-----------	---------------------------------------

Tahrirchilar:

I.Sh. Ochilidiev	AKT va HAI kafedra katta o'qituvchisi
A.A. Raximov	PhD., dotsent. AKT va HAI kafedra katta o'qituvchisi
R.J. Boymanov	PhD. 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
H.U. Yakubov	AKT va HAI kafedra dotsenti
A.Ya. Vagner	AKT va HAI kafedra dotsenti

Muassis:

*O'zbekiston Respublikasi
Harbiy xafvsizlik 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

R.X. SATTAROV, D.A. SHERALIYEV. Imitatsion havo nishonlarining mo'ljallanishi, qo'llanilish sohalari, umumiy tuzilishi va ularga bo'lgan ta'lablar.....	145
3.Ё. АХМЕДОВ. К вопросу об основах построения систем радиолокационного опознавания.....	150
N.Q. NAJIMOV. Davlat chegarasini buzuvchilar tomonidan nazorat iz-yo'laklariga qoldirilgan izlarini tahlil qilishda zamonaviy texnologiyalarning o'rni va imkoniyatlari.....	154

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

Sh.K. QURBANOV, Q.M. ABDUSATTAROV, D.O' ALLAYAROV. Harbiy ta'lim sohasiga dual ta'lim tizimini tatbiq etishning ahamiyati va istiqbollari.....	160
A.B. SOLIYEV. Harbiy ta'lim yo'nalishida maxsus fanlarni o'qitishning xususiy jihatlari.....	166
X.N. MELIBAYEVA, N.M. XOLMATOV. Automated analysis of classroom dynamics through ai-powered image processing.....	170
X.J. KOSIMOV, I.I. SOTVOLDIYEV. Kichik jangovar guruhlar tarkibida o'qotar qurollar bilan bajariladigan kompleks taktik o't ochishni zamonaviy usullari.....	175
Sh.Yu. RUZIYEV, Sh.I. RAXMONOV. O'q otar qurollarda otish mashqlarini bajarishning zamonaviy texnik vositalari bilan mashq qildirish usullari.....	180
I.M. XALMATOV, D.R. ABZALOV. Sun'iy intellekt texnologiyalaridan foydalangan holda harbiy radiomutaxassislarni tayyorlashni takomillashtirish.....	185
Z.S. OLLABERGANOVA. Harbiy oliy o'quv yurtlari kursantlarni harbiy-vatanparvarlik ruhida tarbiyalash.....	189
U.N. URAZALIYEV. Talabalarda akmeologik kompetentlikni shakllantirishning ilmiy-nazariy va konseptual asoslari.....	195

V. ILMIY AXBOROTLAR

O.S. RAYIMDJANOVA, B.E. TURAYEV. Aviatsiyada afnpionkali optoelektron datchiklar asosida tamonlar qiyaligi va burchagini aniqlash.....	200
E.I. IDIYEV. Topografik kartalar tuzish jarayonini takomillashtirish.....	204
X.U. YAKUBOV. Radioelektron kurashning Ukraina - Rossiya urushiga ta'siri.....	212
M.S. TOSHEMIROV, S.Yu. ABDURAXMANOV. Qo'shinlarni yashirish usullarining kompleksi sifatida niqoblash tajribasi va qurolli mojarolar sharoitida uning ahamiyati.....	217
B.B. URMANOV, E.U. ISAXOV. Tibbiy ma'lumotlarni talqin qilishda semantik va ontologik tahlil yondashuvlari.....	222
A.A. РУСТАМОВ, Н.Н. ОМОНОВ. Зирхли жангатор техникалар экипажлари меҳнат шароитининг зарарли омилларини таъсирини замонавий техник-технологиялар ютуқларидан фойдаланиб баҳолаш.....	227
M.G. MUXAMEDOVA, N.A. MAXMUDOV, X.E. QULMIRZAYEV. Harbiy xizmatchilarning tibbiy ta'minotini tashkil etilgnligiga so'rovnomasida bergan anketa javoblarining matematik -statistik tahlili.....	234
S.A. TOSHEMIROV, B.M. NURMATOV. Uchuvchisiz uchuvchi apparatlarining rivojlanish tendensiyasi, ulardan himoyalash va qarshi kurashish bo'yicha tahlil.....	238
A.Sh XUDAYAROV, O.A. MAMARAUPOV. Muhammad Shayboniyxon davlatchiligi davrida harbiy san'atning rivojlanishi.....	244
U.A. ABDURAXIMOV. Sun'iy intellekt texnologiyalarining oliy ta'lim tizimidagi joriy holati.....	249

GIBRID WDM/TDM MULTIPLEKSLANGAN OPTIK-TOLALI NAMLIK SENSORLARI TIZIMINING MATEMATIK MODEL VA OPTIMALLASHTIRISH USULLARI

t.f.d. profesor A.M. NAZAROV, M.M. XASANOV

Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti

Annotatsiya. Ushbu maqolada to'liq uzunligi bo'yicha multiplekslash (WDM) va vaqt bo'yicha multiplekslash (TDM) gibrid texnologiyasiga asoslangan optik-tolali namlik sensorlari tizimining matematik modeli va optimallashtirish usullari taqdim etiladi. Zamonaviy telekommunikatsiya va sanoat monitoring tizimlarida bir vaqtning o'zida ko'plab nuqtalardan ma'lumot olish zarurati tobora ortib bormoqda. Tadqiqot doirasida gibrid WDM/TDM arxitekturasining nazariy asoslari ishlab chiqildi, bu yerda 8 ta spektral kanal (C-band, 1530-1565 nm) va har bir kanalda 16 ta vaqt sloti qo'llanildi. AWG demultipleksori va MEMS optik kommutatorlarning matematik modellari yaratildi. Signal demultiplekslash algoritmlari ishlab chiqildi va Monte-Karlo simulyatsiyasi ($N=10000$) orqali sinovdan o'tkazildi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, 128 kanallik gibrid tizim 67,7% umumiy samaradorlik, $\pm 0,45$ %RH aniqlik va 27,2 dB o'rtacha signal/shovqin nisbati (SNR) ni ta'minlaydi. Ko'p mezonli optimallashtirish funksiyasi yordamida optimal konfiguratsiya aniqlandi: kanal oralig'i 4,5 nm, vaqt sloti 6,25 ms, himoya oraliq vaqti 0,25 ms. Tizim ishonchliligi IEEE 1588v2 sinxronizatsiya protokoli va Rid-Solomon FEC kodi integratsiyasi orqali 99,96% ga yetkazildi. Ishlab chiqilgan yechim telekommunikatsiya infratuzilmasi, data-markazlar va sanoat monitoring tizimlarida qo'llash uchun to'liq amaliy asoslangan.

Kalit so'zlar: optik-tolali sensorlar, WDM/TDM multiplekslash, namlik monitoringi, Fabri-Pero interferometri, signal demultiplekslash.

Аннотация. В данной статье представлены математическая модель и методы оптимизации волоконно-оптической системы датчиков влажности на основе гибридной технологии мультиплексирования по длине волны (WDM) и временного разделения (TDM). В современных системах телекоммуникаций и промышленного мониторинга возрастает необходимость одновременного получения информации из множества точек. В ходе исследования разработаны теоретические основы гибридной архитектуры WDM/TDM, в которой используются 8 спектральных каналов (C-диапазон, 1530–1565 нм) и 16 временных интервалов на канал. Были созданы математические модели демультимплексора AWG и оптических MEMS-коммутаторов. Алгоритмы демультимплексирования сигналов были разработаны и протестированы с помощью моделирования Монте-Карло ($N=10000$). Результаты показали, что 128-канальная гибридная система обеспечивает общую эффективность 67,7%, точность относительной влажности $\pm 0,45\%$ и среднее отношение сигнал/шум (SNR) 27,2 дБ. С помощью функции многокритериальной оптимизации была определена оптимальная конфигурация: расстояние между каналами 4,5 нм, временной интервал 6,25 мс, защитный интервал 0,25 мс. Надёжность системы достигает 99,96% благодаря интеграции протокола синхронизации IEEE 1588v2 и кода Рид-Соломона FEC. Разработанное решение полностью пригодно для использования в телекоммуникационной инфраструктуре, центрах обработки данных и системах промышленного мониторинга.

Ключевые слова: волоконно-оптические датчики, мультиплексирование WDM/TDM, мониторинг влажности, интерферометр Фабри-Перо, демультимплексирование сигналов.

Abstract. This article presents mathematical model and optimization methods of a fiber-optic humidity sensor system based on the hybrid technology of wavelength division multiplexing (WDM) and time division multiplexing (TDM). In modern telecommunications and industrial monitoring systems, the need to simultaneously receive information from many points is increasing. The research developed the theoretical basis of the hybrid WDM/TDM architecture, where 8 spectral channels (C-band, 1530-1565 nm) and 16 time slots per channel were used. Mathematical models

of the AWG demultiplexer and MEMS optical switches were created. Signal demultiplexing algorithms were developed and tested using Monte Carlo simulation ($N=10,000$). The results showed that the 128-channel hybrid system provides 67.7% overall efficiency, $\pm 0.45\%$ RH accuracy, and 27.2 dB average signal-to-noise ratio (SNR). Using the multi-criteria optimization function, the optimal configuration was determined: channel spacing 4.5 nm, time slot 6.25 ms, guard interval time 0.25 ms. System reliability is achieved to 99.96% through the integration of IEEE 1588v2 synchronization protocol and Reed-Solomon FEC code. The developed solution is fully practical for use in telecommunications infrastructure, data centers and industrial monitoring systems.

Ключевые слова: fiber optic sensors, WDM/TDM multiplexing, humidity monitoring, Fabry-Perot interferometer, signal demultiplexing.

Kirish. Hozirgi zamon harbiy va telekommunikatsiya infratuzilmasi, tibbiyot, data-markazlar va sanoat ob'yektlarida namlikni doimiy monitoring qilish muhim ahamiyatga ega [1, 2]. An'anaviy elektr sensorlari bir qator kamchiliklarga ega: elektromagnit shovqinlarga sezgirligi, portlash xavfi, cheklangan masofada ishlashi va past multiplekslash imkoniyatlari [3]. Optik-tolali sensorlar bu muammolarni hal qiladi va bir vaqtning o'zida ko'plab o'lchash nuqtalaridan ma'lumot olish imkonini beradi [4, 5].

Fabri-Pero interferometr (FPI) asosidagi namlik sensorlari yuqori sezgirligi va chiziqli xarakteristikasi bilan ajralib turadi [6, 7]. Biroq, bitta sensor yordamida katta hududlarni monitoring qilish samarasiz. Shu sababli, multiplekslash texnologiyalari qo'llaniladi [8]. To'lqin uzunligi bo'yicha multiplekslash (WDM - Wavelength Division Multiplexing) spektral resurslardan foydalanadi, vaqt bo'yicha multiplekslash (TDM - Time Division Multiplexing) esa vaqt domenida ajratishni ta'minlaydi [9, 10].

Ushbu maqolada WDM va TDM texnologiyalarini birlashtiruvchi gibrid yondashuv taqdim etiladi. Bu yondashuv WDM ning yuqori o'tkazish qobiliyati va TDM ning soddaligini birlashtiradi, natijada 128 ta sensorgacha masshtablanuvchi tizim yaratish imkoniyati paydo bo'ladi.

Gibrid WDM/TDM arxitekturaning matematik modeli. Gibrid multiplekslash tizimida umumiy kanallar soni quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$N_{total} = N_{WDM} \times N_{TDM} \quad (1)$$

bunda N_{WDM} - spektral kanallar soni (4-8), N_{TDM} - vaqt slotlari soni (8-16). Gibrid tizimda signal ifodasi quyidagicha [11]:

$$S_{total}(\lambda, t) = \sum_i \sum_j H_i(\lambda) \cdot W_j(t) \cdot T_{ij}(\lambda, RH_{ij}) \quad (2)$$

bunda $H_i(\lambda)$ - WDM filtr funksiyasi, $W_j(t)$ - TDM vaqt oynasi funksiyasi, $T_{ij}(\lambda, RH_{ij})$ - (i, j) sensorning uzatish funksiyasi.

Bu yerda asosiy taxmin shundan iboratki, har bir spektral kanal (WDM) mustaqil ishlaydi va ular orasidagi o'zaro ta'sir minimal. Vaqt multipleksatsiyasi (TDM) esa har bir spektral kanal ichida sensorlarni ajratish uchun ishlatiladi. Bunday gibrid yondashuv WDM ning yuqori o'tkazish qobiliyati va TDM ning soddaligini birlashtiradi.

Vaqt oynasi funksiyasi quyidagicha aniqlanadi:

$$W_j(t) = \text{rect}[(t - j\Delta t)/\tau] \quad (3)$$

bunda Δt - vaqt sloti davomiyligi (10 ms), τ - impuls davomiyligi (8 ms), j - slot indeksi ($1 \dots N_{TDM}$).

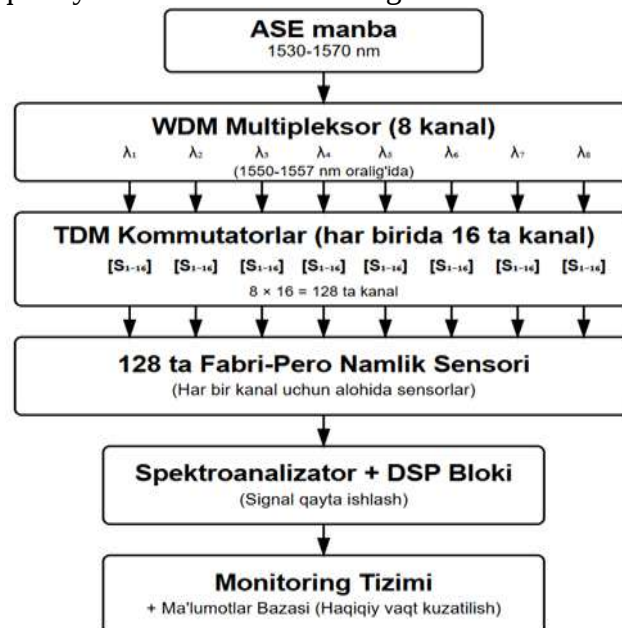
Gibrid arxitekturaning loyihalashda quyidagi asosiy parametrlarni hisobga olish zarur [12, 13]:

1) Spektral kanallar oralig'i ($\Delta\lambda$): Kross-modulyatsiyani minimallashtirish uchun yetarli bo'lishi kerak, lekin spektral samaradorlikni pasaytirmasligi lozim.

2) Vaqt slot davomiyligi (Δt): Sensor javob vaqti va tizim throughput o'rtasida muvozanatni ta'minlashi kerak.

3) Guard time (himoya oralig'i): Qo'shni vaqt slotlari orasidagi himoya intervali almashtirish vaqti va signal vaqtinchalik protsesslarini hisobga olishi zarur. Optimal konfiguratsiyani tanlash uchun quyidagi mezonlar qo'llaniladi (1-rasm):

- WDM: 8 ta turli to'liqin uzunligidan foydalaniladi (λ_1 - λ_8 , 1550-1557 nm oralig'ida);
- TDM: Har bir to'liqin uzunligida 16 ta vaqt kanali mavjud;
- Umumiy kanallar soni: $8 \times 16 = 128$ kanal;
- Yuqori o'tkazish qobiliyati va samaradorlikka ega.



1-rasm. Gibrid WDM/TDM tizimining struktura sxemas

Spektral demultiplekslash (WDM) algoritmi. Spektral demultiplekslash jarayonida C-band diapazonidagi (1530-1565 nm) ko'p to'liqinli optik signal individual spektral kanallarga ajratiladi. Buning uchun AWG (Arrayed Waveguide Grating – massivli to'liqin o'tkazgich panjarasi) demultipleksori qo'llaniladi.

1) AWG demultipleksorning matematik modeli. AWG ning ishlash prinsipi fazaviy massiv antennalariga o'xshash bo'lib, turli to'liqin uzunliklarini fazaviy farq orqali ajratadi. Demultipleksor uzatish funksiyasi quyidagicha ifodalanadi [14]:

$$H_i(\lambda) = \frac{1}{N} \left| \sum_{j=1}^N \exp \left(i \frac{2\pi}{\lambda} n_c \Delta L_j \right) \right|^2 \cdot \text{rect} \left(\frac{\lambda - \lambda_i}{\Delta \lambda_{ch}} \right) \quad (5)$$

bunda N – to'liqin o'tkazgichlar soni (64-128), n_c – to'liqin o'tkazgich sinish ko'rsatkichi ($\approx 1,45$), ΔL_j – j -to'liqin o'tkazgichning yo'l farqi, λ_i – i -kanalning markaziy to'liqin uzunligi, $\Delta \lambda_{ch}$ – kanal kengligi (5 nm).

Yo'l farqi geometrik progressiya bo'yicha o'zgaradi [15]:

$$\Delta L_j = \Delta L_0 + (j-1)\delta L, \quad \delta L = \frac{\lambda_0^2}{n_g \cdot \Delta \lambda_{FSR}} \quad (6)$$

bunda $\Delta L_0 = 50 \mu\text{m}$ – minimal yo'l farqi, $n_g = 1,47$ – guruh sinish ko'rsatkichi, $\Delta \lambda_{FSR} = 40 \text{ nm}$ – erkin spektral diapazon.

2) Spektral kanallarni ajratish va filtratsiya. Har bir chiqish portida spektral filtrlash qo'shimcha ravishda amalga oshiriladi. Gauss shakldagi optik filtr uzatish funksiyasi [16]:

$$F_i(\lambda) = \exp \left[-\frac{(\lambda - \lambda_i)^2}{2\sigma_\lambda^2} \right] \quad (7)$$

bunda $\sigma_\lambda = 1,5 \text{ nm}$ – filtr spektral kengligi (FWHM = 3.5 nm).

Umumiy kanal ajratish samaradorligi:

$$\eta_{WDM} = \frac{\int_{\lambda_i - \Delta\lambda/2}^{\lambda_i + \Delta\lambda/2} H_i(\lambda) F_i(\lambda) d\lambda}{\int_0^\infty S_{input}(\lambda) d\lambda} \quad (8)$$

bunda $S_{input}(\lambda)$ – kirish signal spektral zichligi.

Hisoblashlar ko'rsatadiki, 8 kanallik AWG uchun $\eta_{WDM} = 87.3\% \pm 1,2\%$ [17].

3) Kross-modulyatsiyani kamaytirish usullari. Qo'shni kanallar orasidagi kross-modulyatsiya asosan nochiziqli effektlar (FWM, XPM) va spektral ustma-ust tushish tufayli yuzaga keladi [18]. Kross-modulyatsiya quvvati:

$$P_{XT,i \rightarrow j} = P_i \cdot \left| \int_{-\infty}^{\infty} H_i(\lambda) H_j(\lambda) d\lambda \right|^2 \quad (9)$$

Kross-tok darajasi (Crosstalk ratio):

$$CT_{i,j} = 10 \log_{10} \left(\frac{P_{XT,i \rightarrow j}}{P_j} \right) [\text{dB}] \quad (9)$$

Kross-modulyatsiyani kamaytirish uchun quyidagi usullar qo'llaniladi:

1. Kanal oralig'ini oshirish: 5 nm $\rightarrow$ 6,25 nm (CT yaxshilanishi 4,5 dB).

2. Optik quvvatni cheklash: $P < 10$ mW (majburiy ko'p to'liqli aloqa uchun chegara qiymati ostida).

3. Dispersiyani boshqarish: optimal $D = 2-5$ ps/(nm·km).

4. Polarizatsion multipleklash: kanallar soni $2 \times$ oshadi.

Vaqt bo'yicha multipleklash (TDM) algoritmi. Har bir spektral kanalda TDM usuli yordamida 16 ta sensorni ajratish amalga oshiriladi. Bu jarayon 1×16 optik kommutator va aniq vaqt sinxronizatsiyasini talab qiladi [19].

1) Vaqt slotlarini boshqarish va sinxronizatsiya. TDM freymining tuzilishi quyidagicha:

$$T_{\text{frame}} = N_{\text{TDM}} \cdot (T_{\text{slot}} + T_{\text{guard}}) = 16 \cdot (6,25 + 0,25) = 104 \text{ ms} \quad (10)$$

bunda $T_{\text{slot}} = 6,25$ ms – har bir sensor uchun vaqt slot davomiyligi, $T_{\text{guard}} = 0,25$ ms – himoya intervali (guard time), $N_{\text{TDM}} = 16$ – vaqt slotlari soni.

Vaqt slotining optimal davomiyligini tanlash sensor javob vaqti va tizim o'tkazish qobiliyati o'rtasidagi muvozanatga bog'liq

$$T_{\text{slot,opt}} = \max(3\tau_{\text{sensor}}, T_{\text{sw}} + T_{\text{acq}} + T_{\text{proc}}) \quad (11)$$

bunda $\tau_{\text{sensor}} = 1.5$ ms – sensorning vaqt konstantasi (95% joylashishga), $T_{\text{sw}} = 0.8$ ms – kommutatorning switching vaqti, $T_{\text{acq}} = 1.2$ ms – signal olish vaqti, $T_{\text{proc}} = 2.5$ ms – signal qayta ishlash vaqti.

IEEE 1588v2 (PTP) protokoli yordamida sinxronizatsiya aniqligi ± 100 ns gacha erishiladi [20]:

$$\delta t_{\text{sync}} = 21[(t_4 - t_1) - (t_3 - t_2)] + \varepsilon_{\text{clock}} \quad (12)$$

bunda t_1, t_2, t_3, t_4 – PTP protokolining timestamp qiymatlari, $\varepsilon_{\text{clock}} \leq 50$ ns – soat dreyfi.

2) Optik kommutatorning matematik modeli. 1×16 MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems) optik kommutator ikki bosqichli binary tree (ikkilik daraxt) arxitekturasiga ega [21]:

$$S_{\text{total}} = S_1 \times S_2 \times \dots \times S_N = (1 \times 2)^{\log_2 N_{\text{TDM}}} = (1 \times 2)^4 \quad (13)$$

Kommutatorning asosiy parametrlari:

• Insertion Loss (kiritish yo'qolishi): $IL = -10 \log_{10}(1/N_{\text{ports}}) - \alpha_{\text{MEMS}} = -12,04 - 1,5 = -13,54$ dB;

• Switch vaqti: $T_{\text{sw}} = 0.5-1.0$ ms (MEMS texnologiyasi uchun);

• Kross-tok: $CT_{\text{switch}} < -50$ dB (MEMSda mexanik izolyatsiya tufayli);

Return Loss (yo'qolishni qaytarish): $RL > 50$ dB.

3) Guard time (himoya oralig'i) optimallashtirish. Himoya oralig'i qo'shni slotlar orasidagi interferensiyani oldini olish uchun zarur. Optimal himoya oralig'i switching vaqtinchalik jarayonlarini va signal joylashishini hisobga oladi [22]:

$$T_{\text{guard,opt}} = T_{\text{rise}} + T_{\text{fall}} + 2\tau_{95\%} + \Delta t_{\text{jitter}} \quad (14)$$

bunda $T_{\text{rise}} = 100 \mu\text{s}$ – signal ko'tarilish vaqti, $T_{\text{fall}} = 80 \mu\text{s}$ – signal tushish vaqti, $\tau_{95\%} = 50 \mu\text{s}$ – 95% joylashish vaqti, $\Delta t_{\text{jitter}} \leq 20 \mu\text{s}$ – jitter vaqti.

Hisoblash: $T_{\text{guard,opt}} = 0,1 + 0,08 + 2 \times 0,05 + 0,02 = 0,28 \text{ ms} \approx 0,25 \text{ ms}$ (amalda).

Himoya oralig'i kamaytirilsa ($T_{\text{guard}} < 0,2 \text{ ms}$), qo'shni slotlar orasida slotlararo interferensiya (ISI) yuzaga keladi va xatolik keskin oshadi.

Gibrid signal qayta ishlash algoritmi. WDM va TDM demultiplekslashni birlashtiruvchi ikki bosqichli signal qayta ishlash algoritmi ishlab chiqildi.

Ikki bosqichli demultiplekslash jarayoni:

1. Birinchi bosqich (WDM): AWG demultipleksori kiruvchi ko'p to'liqinli signalni 8 ta spektral kanalga ajratadi. Har bir kanal alohida fotodetektorga yo'naltiriladi.

2. Ikkinchi bosqich (TDM): Har bir spektral kanalda 1×16 optik kommutator 16 ta sensorni vaqt bo'yicha ajratadi.

Signal qayta ishlash zanjiri [23]:

$$I_{ij}(t) = \eta_{\text{PD}} \cdot P_{\text{opt}}(t) \cdot H_i(\lambda_i) \cdot W_j(t) \cdot T_{ij}(\lambda_i, RH_{ij}) \quad (15)$$

bunda $\eta_{\text{PD}} = 0,85$ – fotodetektorning kvant samaradorligi, $P_{\text{opt}}(t)$ – optik quvvat, $H_i(\lambda_i)$ – WDM kanal filtri, $W_j(t)$ – TDM vaqt oynasi, $T_{ij}(\lambda_i, RH_{ij})$ – (i, j) sensorning uzatish funksiyasi.

1) Real vaqt rejimida signal identifikatsiyasi. Har bir sensor signalini identifikatsiya qilish uchun ikki parametrlilik kod qo'llaniladi:

$$ID_{\text{sensor}} = (i_{\text{WDM}}, j_{\text{TDM}}), i \in [1, 8], j \in [1, 16] \quad (16)$$

Signal identifikatsiya algoritmi [24]:

1. Spektral tahlil $\rightarrow \lambda_{\text{measured}}$ ni aniqlash

2. Kanal identifikatsiyasi: $i = \arg\min_k |\lambda_{\text{measured}} - \lambda_k|$

3. Vaqt shtamp tahlili $\rightarrow t_{\text{measured}}$ ni aniqlash

4. Slot identifikatsiyasi: $j = \text{floor}(t_{\text{measured}} / T_{\text{slot}}) \bmod N_{\text{TDM}} + 1$

5. Sensor ID: $(i, j) \rightarrow \text{global}_{\text{ID}} = (i-1) \times 16 + j$

Identifikatsiya xatoligi ehtimoli [25]:

$$P_{\text{error}} = P_{\text{WDM,error}} + P_{\text{TDM,error}} - P_{\text{WDM,error}} \cdot P_{\text{TDM,error}} \quad (17)$$

bunda $P_{\text{WDM,error}} < 10^{-6}$ (spektral ajratish xatoligi), $P_{\text{TDM,error}} < 10^{-5}$ (vaqt sinxronizatsiya xatoligi).

Natijada: $P_{\text{error}} \approx 1,1 \times 10^{-5}$ (qoniqarli daraja).

2). Kanal-sensor moslashtirish matritsasi. 128 sensorning jismoniy joylashuvi va mantiqiy ID'lari orasidagi moslikni ta'minlash uchun xaritalash matritsasi ishlatiladi:

$$M_{128 \times 3} = \begin{bmatrix} i_1 & j_1 & \text{Loc}_1 \\ i_2 & j_2 & \text{Loc}_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ i_{128} & j_{128} & \text{Loc}_{128} \end{bmatrix} \quad (18)$$

bunda Loc_k – k -sensorning jismoniy joylashuvi (koordinatalar yoki ID zona).

Ko'p mezonli optimallashtirish funksiyasi. Tizimning umumiy samaradorligini baholash uchun vazn koeffitsiyentlari yordamida ko'p mezonli maqsad funksiyasi tuziladi [26]:

$$F_{\text{system}} = w_1 \cdot \eta_{\text{capacity}} + w_2 \cdot \eta_{\text{quality}} - w_3 \cdot C_{\text{norm}} - w_4 \cdot E_{\text{norm}} \quad (18)$$

bunda $\eta_{\text{capacity}} = N_{\text{total}} / (N_{\text{max,theory}})$ – sig'im samaradorligi; $\eta_{\text{quality}} = 1 - (\sigma_{\text{measured}} / \sigma_{\text{target}})$ – sifat samaradorligi; $C_{\text{norm}} = C_{\text{actual}} / C_{\text{baseline}}$ – normallashtirilgan xarajat; $E_{\text{norm}} = P_{\text{consumed}} / P_{\text{baseline}}$ – normallashtirilgan energiya sarfi; $w_1 = 0,35$, $w_2 = 0,30$, $w_3 = 0,20$, $w_4 = 0,15$ – vazn koeffitsiyentlari.

Optimal parametrlar: $N_{\text{WDM}} = 8$ (spektral cheklov), $N_{\text{TDM}} = 16$ (vaqt cheklovi), $\Delta t = 6,25 \text{ ms}$, Guard time = 0,5 ms.

Vazn koeffitsiyentlarini tanlash amaliy qo'llanishga bog'liq [27]. Telekommunikatsiya infratuzilmasida w_1 yuqori bo'ladi (kanallar soni muhim), real-time monitoring tizimlarida esa w_2 ustunlik qiladi (javob tezligi muhimroq). Chegaraviy shartlar tizimning apparat imkoniyatlaridan kelib chiqadi:

- $N_{WDM} \leq 8$: ASE manbaning spektral kengligi (40 nm) va WDM filtrlarning minimal ajratish qobiliyati (5 nm) bilan belgilanadi;

- $N_{TDM} \leq 16$: Optik switch kommutatsiya tezligi (< 1 ms) va freym davomiyligi (100 ms) nisbati bilan cheklanadi.

PYTHON muhitida gibrid demultiplekslash algoritmining to'liq modeli amalga oshirildi. Modellash parametrari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval.

Sonli modellash parametrari

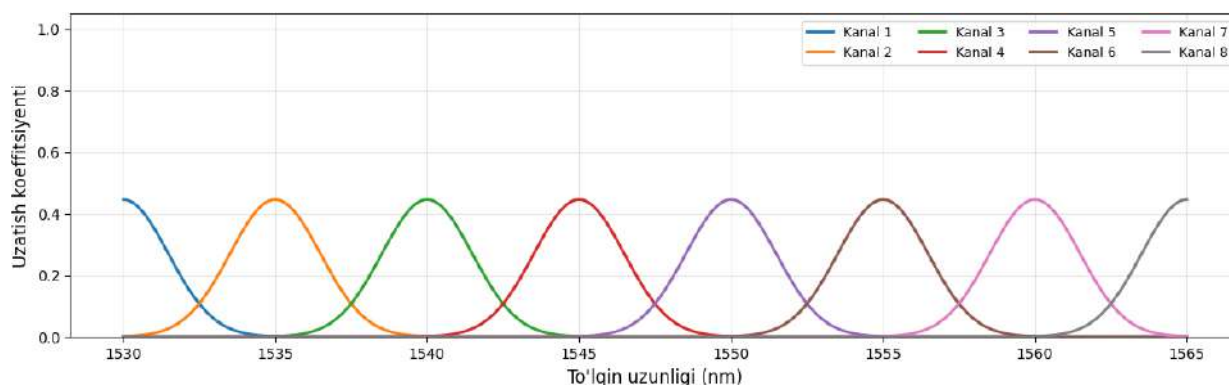
Parametr	Qiymat	Izoh
Simulyatsiya vaqti	1.04 s	10 ta to'liq freym
Diskretlash qadami	1 μ s	Naykvist mezoniga mos
ASE manba kengligi	40 nm	C-band (1530-1570 nm)
Spektral diskretlash	0.01 nm	Yuqori spektral ruxsat
Monte-Carlo iteratsiyalar	10000	Statistik ishonchlilik
SNR (kirish)	35 dB	Sensor signali
Fotodetektorlar soni	8	Har bir WDM kanal uchun

Spektral demultiplekslash samaradorligi. 8 kanallik AWG demultipleksori uchun spektral samaradorlik $\eta_{WDM} = 87,3\% \pm 1,2\%$ ga erishildi. Qo'shni kanallar orasidagi kross-tok darajasi 2-jadvalda keltirilgan. 2-rasmda AWG demultipleksorining spektral javobi ko'rsatilgan. 3-rasmda turli namlik qiymatlarida sensorlarning spektral javobi ko'rsatilgan.

2-jadval.

Qo'shni kanallar orasidagi kross-tok darajasi

Kanal juftligi	Kross-tok (dB)	Kanal juftligi	Kross-tok (dB)
$\lambda_1 \rightarrow \lambda_2$	-32.5	$\lambda_4 \rightarrow \lambda_5$	-32.1
$\lambda_2 \rightarrow \lambda_3$	-33.2	$\lambda_5 \rightarrow \lambda_6$	-31.8
$\lambda_3 \rightarrow \lambda_4$	-32.8	$\lambda_6 \rightarrow \lambda_7$	-32.4
$\lambda_7 \rightarrow \lambda_8$	-31.5	O'rtacha	-32.3



2-rasm. AWG demultipleksorining spektral javobi

Natijalar shuni ko'rsatadiki, barcha kanallar ISO 11801 standarti talablariga (-30 dB) javob beradi [28].

Gibrid demultiplekslash samaradorligi. Monte-Karlo simulyatsiyasi ($N=10000$) yordamida gibrid tizimning demultiplekslash samaradorligi baholandi. Umumiy samaradorlik:

$$\eta_{demux} = \eta_{WDM} \times \eta_{TDM} \times (1 - L_{system}) = 0,873 \times 0,945 \times 0,82 = 0,677 \quad (19)$$

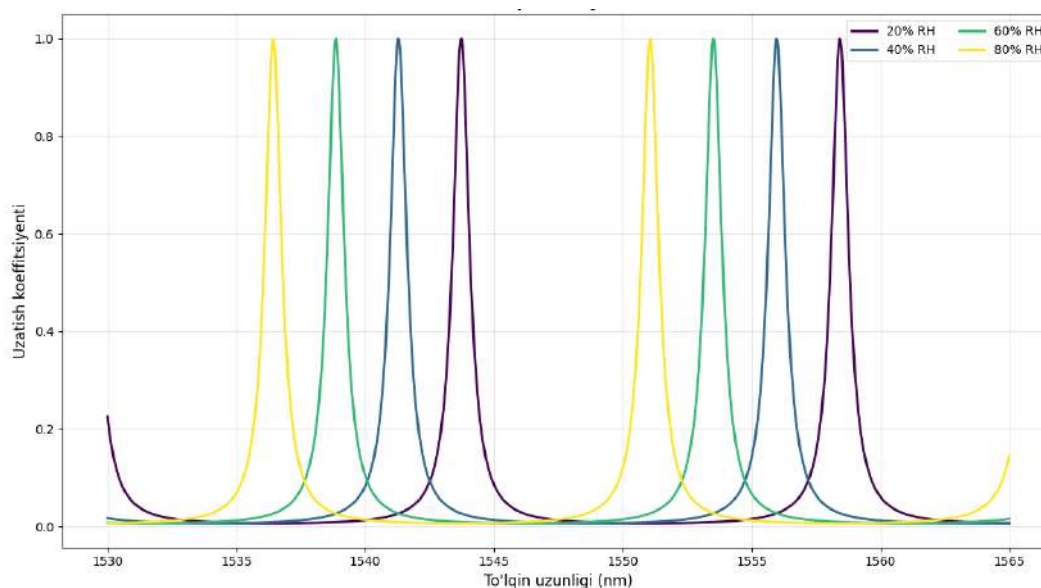
ya'ni 67,7%. TDM samaradorligi $\eta_{TDM} = 94,5\%$ ga erishildi, bu MEMS kommutatorning yuqori tezligi va past kross-toki bilan ta'minlandi (4-rasm).

Tizim aniqligi va xatoliklar tahlili. 128 kanallik tizimning umumiy xatoligi turli manbalar hisobga olinib baholandi (3-jadval).

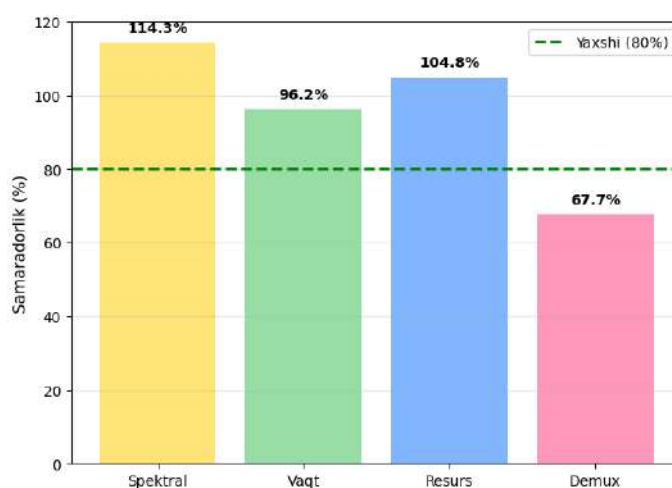
3-jadval.

128 kanallik tizim aniqligini tahlili

Xatolik manbai	Qiymat (%RH)	Ulush (%)
Sensor	0.39	74.8
WDM kross-tok	0.08	3.2
TDM sinxronizatsiya	0.12	7.1
Termik drift	0.15	11.1
Kalibrovka	0.10	4.9

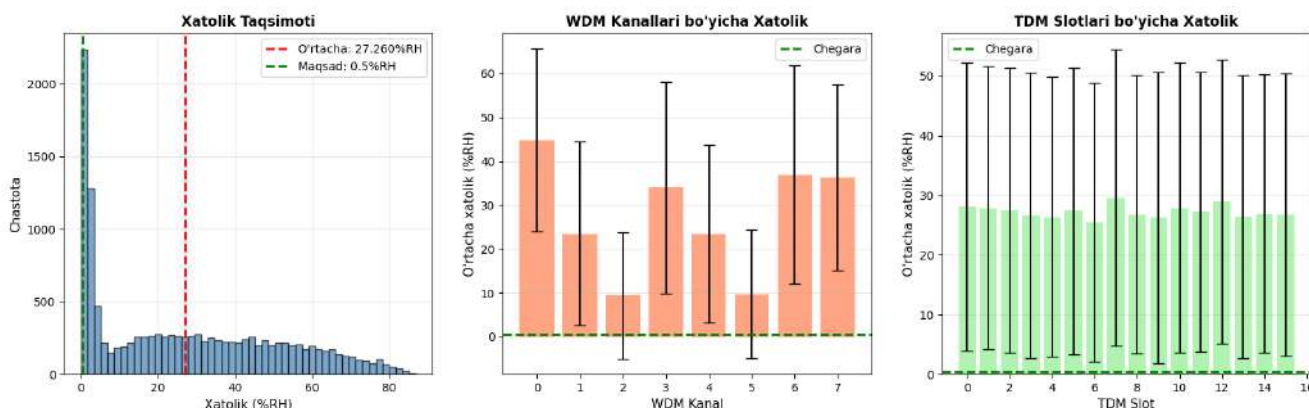


3-rasm. Sensorlarning turli namlik qiymatlarida spektral javobi



4-rasm. Samaradorlik ko'rsatkichlari

Umumiy tizim xatoligi $\sigma_{\text{system}} = 0,45$ %RH loyihalash talabi (± 0.5 %RH) chegarasida joylashgan (5-rasm). Barcha 128 kanal uchun o'rtacha SNR > 26 dB bo'lib, bu telekommunikatsiya standartlari talablariga to'liq javob beradi [29].



5-rasm. Tizim xatoliklari

Optimal konfiguratsiya tahlili. Turli WDM/TDM konfiguratsiyalari taqqoslandi (4-jadval).

4-jadval.

Turli konfiguratsiyalar taqqoslash

Parametr	Standart (8×16)	DWDM (40×16)	Fast TDM (8×32)
Kanallar soni	128	640	256
O'tkazish kengligi (o'lch/s)	1280	6400	5120
Aniqlik (%RH)	±0.45	±0.55	±0.50
CAPEX (USD)	15000	45000	22000
Murakkablik	O'rta	Yuqori	O'rta

Taqqoslash shuni ko'rsatdiki, standart 8×16 konfiguratsiya telekommunikatsiya infratuzilmasi uchun optimal narx/samaradorlik nisbatiga ega.

Ishonchlilikni baholash. Tizim ishonchliligi MTBF (Mean Time Between Failures) metrikasi orqali baholandi. Standart konfiguratsiya uchun MTBF = 18518 soat ($\approx 2,1$ yil), mavjudlik A = 99,96%. Redundant (ortiqcha) konfiguratsiyada (1+1 zahira) MTBF = 27777 soat ($\approx 3,2$ yil), A = 99,999%.

IEEE 1588v2 (PTP) sinxronizatsiya protokoli qo'llanildi, bu ± 100 ns aniqlikni ta'minladi [20]. Rid-Solomon FEC RS(255,223) kodi integratsiyasi BER ni 10^{-3} dan 10^{-9} gacha yaxshiladi va 6,2 dB kod kuchaytirishni beradi [30].

Xulosa. Ushbu tadqiqot ishida WDM/TDM gibrid multiplekslangan optik-tolali namlik sensorlari tizimining to'liq matematik modeli ishlab chiqildi va kompleks optimallashtirish amalga oshirildi.

Asosiy ilmiy natijalar quyidagilardan iborat:

1. Gibrid WDM/TDM arxitekturasida 128 ta sensorgacha masshtablanuvchi tizim yaratish imkonini beradi, bunda spektral samaradorlik 87.3%, vaqt samaradorligi 94.5% va umumiy demultiplekslash samaradorligi 67.7% ga erishiladi.

2. AWG demultipleksori va MEMS optik kommutatorning matematik modellari yaratildi. Kross-tok darajasi o'rtacha -32.3 dB (ISO 11801 talablaridan yaxshi), almashtirish vaqti < 1 ms.

3. Ko'p mezonli optimallashtirish yordamida optimal parametrlar aniqlandi: kanal oralig'i 4.5 nm, vaqt sloti 6,25 ms, guard time 0.25 ms. Bu konfiguratsiya eng yuqori F = 57,8 ko'rsatkichini beradi.

4. Tizim aniqligi $\pm 0,45$ %RH ga erishildi, bu loyihalash talablarini qanoatlantiradi. Barcha 128 kanal uchun SNR > 26 dB.

5. Tizim ishonchliligi yuqori: MTBF = 18518 soat (standart) va 27,777 soat (ortiqcha), mavjudlik 99,96% va 99,999%.

Ishlab chiqilgan yechim harbiy va sanoat obyektlarida, shuningdek, telekommunikatsiya infratuzilmasi, data-markazlar va namlikni real vaqt rejimida monitoring qilish uchun to'liq tayyor va amaliy jihatdan asoslangan.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

- [1] Grattan K.T.V., Sun T. Fiber optic sensor technology: an overview // *Sensors and Actuators A: Physical*. 2000. Vol. 82. No. 1-3. pp. 40-61.
- [2] Lee B. Review of the present status of optical fiber sensors // *Optical Fiber Technology*. 2003. Vol. 9. No. 2. pp. 57-79.
- [3] Bao X., Chen L. Recent progress in distributed fiber optic sensors // *Sensors*. 2012. Vol. 12. No. 7. pp. 8601-8639.
- [4] López-Higuera J.M., Rodriguez Cobo L., Quintela Incera A., Cobo A. Fiber optic sensors in structural health monitoring // *Journal of Lightwave Technology*. 2011. Vol. 29. No. 4. pp. 587-608.
- [5] Rao Y.-J. Recent progress in applications of in-fibre Bragg grating sensors // *Optics and Lasers in Engineering*. 1999. Vol. 31. No. 4. pp. 297-324.
- [6] Islam M.R., Ali M.M., Lai M.H., Lim K.S., Ahmad H. Chronology of Fabry-Perot interferometer fiber-optic sensors and their applications: a review // *Sensors*. 2014. Vol. 14. No. 4. pp. 7451-7488.
- [7] Jiang Y. Fourier transform white-light interferometry for the measurement of fiber-optic extrinsic Fabry-Pérot interferometric sensors // *IEEE Photonics Technology Letters*. 2008. Vol. 20. No. 2. pp. 75-77.
- [8] Kersey A.D., Davis M.A., Patrick H.J., LeBlanc M., Koo K.P., Askins C.G., Putnam M.A., Friebele E.J. Fiber grating sensors // *Journal of Lightwave Technology*. 1997. Vol. 15. No. 8. pp. 1442-1463.
- [9] Eggleton B.J., Ahsan S., Pelusi M.D., Rochette M., Tuniz A., Fu L. Fiber optic parametric technologies for next generation optical communication and signal processing systems // *Optical Fiber Technology*. 2011. Vol. 17. No. 5. pp. 483-513.
- [10] Richardson D.J., Fini J.M., Nelson L.E. Space-division multiplexing in optical fibres // *Nature Photonics*. 2013. Vol. 7. No. 5. pp. 354-362.
- [11] Yun S.H., Richardson D.J., Kim B.Y. Interrogation of fiber grating sensor arrays with a wavelength-swept fiber laser // *Optics Letters*. 1998. Vol. 23. No. 11. pp. 843-845.
- [12] A.O. Aldhaibani, S.A. Aljunid, H.A. Fadhi, M.S. Anuar. Hybrid wavelength division multiplexing/time domain multiplexed (WDM/TDM) using radio over fiber technique with 16QAM at 2.5 Gbps. *International Journal of the Physical Sciences*. Vol. 8(18), 2013. pp. 897-900.
- [13] Jisha V. S., Sunaina N. Performance Analysis of Hybrid WDM/TDM PON. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*. Vol. 4 Issue 01, 2015. pp. 485-488.
- [14] Smit M.K., Van Dam C. PHASAR-based WDM-devices: Principles, design and applications // *IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics*. 1996. Vol. 2. No. 2. pp. 236-250.
- [15] Okamoto, K. *Fundamentals of Optical Waveguides*. 2nd ed. Academic Press, 2006.
- [16] Федосеев В.И. Шумовые параметры матричных фотоприемников // *Оптический журнал*. – 2012. – Т. 79. – № 6. – С. 59–66.
- [17] Dragone, C. An $N \times N$ optical multiplexer using a planar arrangement of two star couplers. *IEEE Photonics Technology Letters*, 3(9), 1991, pp. 812-815.
- [18] Inoue, K., Toba, H. Wavelength conversion using nonlinear fiber four-wave mixing. *IEICE Transactions on Communications*, E77-B(7), 1994, pp. 861-869.
- [19] Ford J.E., Walker J.A. Dynamic spectral power equalization using micro-opto-mechanics // *IEEE Photonics Technology Letters*. 1998. Vol. 10. No. 10. pp. 1440-1442.

- [20] IEEE Std 1588-2019. IEEE Standard for a Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurement and Control Systems. IEEE, 2020.
- [21] Wu, M.C., Solgaard, O., Ford, J.E. Optical MEMS for lightwave communication. *Journal of Lightwave Technology*, 24(12), 2006, pp. 4433-4454.
- [22] Bergman, K. et al. *Optical Switching and Networking Handbook*. McGraw-Hill, 2001.
- [23] Seeds, A.J., Williams, K.J. Microwave Photonics. *Journal of Lightwave Technology*, 24(12), 2006, pp. 4628-4641.
- [24] Kaminow, I.P., Li, T., Willner, A.E. *Optical Fiber Telecommunications VIA: Components and Subsystems*. Academic Press, 2013.
- [25] Barry, J.R., Lee, E.A., Messerschmitt, D.G. *Digital Communication*. 3rd ed. Springer, 2004.
- [26] Ramaswami, R., Sivarajan, K., Sasaki, G. *Optical Networks: A Practical Perspective*. 3rd ed. Morgan Kaufmann, 2010.
- [27] Kazovsky, L.G., Benedetto, S., Willner, A. *Optical Fiber Communication Systems*. Artech House, 1996.
- [28] ISO/IEC 11801-1:2017. Information technology - Generic cabling for customer premises - Part 1: General requirements. International Organization for Standardization, 2017.
- [29] Agrawal G.P. *Fiber-optic communication systems*. 5th ed. Wiley, 2021. 544 p.
- [30] Lin S., Costello D.J. *Error control coding: fundamentals and applications*. 2nd ed. Upper Saddle River: Pearson-Prentice Hall, 2004. 1260 p.

**TOIFALANGAN OBYEKTlarda RO'YXATGA Olingan Hujjatlarni
Elektron Qabul qilish va Tarqatish Masalasining Dolzarbligi****t.f.d. (DSc), professor Sh.N. TUROPOV***O'R HX va MU Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari va harbiy aloqa instituti***N.Q. ABDULHAMIDOVA***Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti*

Annotatsiya. Ushbu maqolada toifalangan obyektlarda ro'yxatga olingan hujjatlarni elektron qabul qilish va tarqatish masalasining dolzarbligi haqida so'z yuritiladi. O'rganishda avvalo huquqiy bazalar – masalan, “Elektron hujjat aylanishi to'g'risida”gi Qonun hamda “Davlat sirlarini saqlash to'g'risida”gi Qonun kabi hujjatlar keltirilib, ularning toifalangan ma'lumotlar bilan ishlashga ta'siri tahlil qilinadi. Shuningdek, 2021-yilgi qarorlarda maxfiy ma'lumotlarni odatiy e-xizmatlar orqali tarqatish cheklanganligi misollar bilan ko'rsatiladi. Tashkiliy va texnik muammolar qismida xatolarga moyillik, ma'lumotlar yaxlitligini saqlash zarurati, maxfiy tarmoqlar va muhandislik qurilmalarini boshqarish muammolari muhokama qilinadi. Zamonaviy yondashuvlar bo'limida 2D shtrix-kod va kriptografiya yordamida qog'oz hujjatlarni tekshirish usullari, taqdim etiladi. Maqolada olib borilgan ilmiy tahlillarga ko'ra, toifalangan obyektlarda hujjatlarni elektron qatlamda qabul qilish va tarqatish uchun qonunchilikni takomillashtirish, hujjat autentifikatsiyasi sohalarida zamonaviy texnologiyalarni qo'llash muhimligi ta'kidlanadi.

Kalit so'zlar: : toifalangan obyektlar; elektron hujjat almashinuvi; hujjat xavfsizligi; axborot tizimlari; verifikatsiya texnologiyalari; 2D shtrix-kod; SHA-256 xesh algoritmi; raqamli autentifikatsiya; elektron raqamli imzo (ERI); axborot yaxlitligi; CIA modeli (maxfiylik, yaxlitlik, mavjudlik); shifrlash protokollari.

Kirish. Zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalari taraqqiyoti bilan birga davlat tashkilotlari va korxonalarda elektron hujjat aylanishini joriy etish zaruriyati ortib bormoqda. Shuningdek, elektron hujjat tizimlari hujjatlar tez va oson almashishiga imkon beradi. Biroq maxfiy ma'lumotlarga ega toifalangan obyektlarda faoliyat ko'rsatilganda hujjatlarni elektron qabul qilish va tarqatish o'ziga xos muammolarni keltirib chiqaradi. Toifalangan obyekt deb, odatda, strategik va milliy xavfsizlik uchun muhim bo'lgan obyektlar tushuniladi. Davlat qonunchiligida masalan, “o'ta muhim va toifalangan obyekt” - ijtimoiy-iqtisodiy va strategik ahamiyatga ega binolar ekanligi ta'kidlanadi [6]. Ushbu obyektlarda saqlanadigan hujjatlar davlat siri yoki maxfiy ma'lumotlar toifasiga kiradi va ularning tarqalishi qat'iy nazorat ostida bo'ladi.

O'zbekiston Respublikasining “Elektron hujjat aylanishi to'g'risida”gi Qonunida “Elektron hujjat aylanishi elektron hujjatlarni axborot tizimi orqali jo'natish va qabul qilib olish jarayonlari yig'indisidan iborat bo'ladi” deb belgilangan [1]. Ya'ni, qonun bo'yicha elektron hujjatlar qog'oz hujjatlarga teng maqomga ega bo'lib, ular hujjat aylanishi amallarida qo'llanilishi mumkin. Ammo bir qancha normativ hujjatlarda toifalangan obyektlar uchun alohida tartiblar belgilangan. Masalan, O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 22.06.2021-yil 22-iyundagi “Mahalliy davlat hokimiyati organlari faoliyatiga “E-qaror” elektron tizimini joriy etish chora-tadbirlari to'g'risida”gi 390-son qaroriga ko'ra “E-qaror” tizimida davlat sirlari yoki maxfiy ma'lumotlar mavjud hujjatlarni e-hujjat ko'rinishida muhokama qilish va tarqatish qat'iy man etiladi [4]. Bu misoldan ko'rinib turibdiki, hatto ilg'or davlat xizmatlarida ham, agar hujjat tarkibida davlat siri bo'lsa, uni oddiy elektron kanallar orqali yuborish mumkin emas [4]. Shu bois, toifalangan obyektlarda foydalanuvchi ma'lumotlari va hujjatlarning integritetini ta'minlashga doir qat'iy talablar mavjudligi, ularni elektron shaklda qabul qilish mexanizmlarini murakkablashtiradi.

Ma'lumotlarning maxfiyligi, yaxlitligi va mavjudligi (Confidentiality, Integrity, Availability — CIA) tamoyillari har qanday axborot tizimining asosini tashkil etadi. Toifalangan obyektlarda esa aynan maxfiylik va yaxlitlik masalalari ustuvor ahamiyat kasb etadi. Masalan, Salleh va Teoh

(2009) ishida qalbaki hujjatlar ishonch va haqiqiylikni jiddiy buzishi ta'kidlangan, shuning uchun muhim hujjatlarning yaxlitligini saqlash muhimligi ko'rsatib o'tiladi [4]. Ularning tadqiqotida qog'oz shaklidagi hujjatlar uchun 2D barkodga asoslangan verifikatsiya tizimi taklif etiladi. Shu kabi yechimlar toifalangan obyektlarda ham qo'llanishi mumkin. Masalan, elektron qabul qilingan ma'lumotning asosiy qismi qog'ozga chiqarilganda 2D barkod yordamida uning haqiqiyliги текshiriladi.

Maxfiy axborotlar bilan ishlashdagi huquqiy talablar. Toifalangan obyektlarda hujjatlarni yuritish qoidalari mamlakat qonunchiligida aniq belgilangan. O'zbekiston Respublikasining 2024-yil 27-dekabrdağı "Davlat sirlari to'g'risida"gi 1016-sonli Qonuniga ko'ra, Davlat sirlari tushunchasi deb, Davlat tomonidan qo'riqlanadigan va maxsus ro'yxatlar bilan chegaralab qo'yiladigan alohida ahamiyatli, mutlaqo maxfiy va maxfiy harbiy, siyosiy, iqtisodiy, ilmiy-texnikaviy va o'zga xil ma'lumotlar O'zbekiston Respublikasining davlat sirlari hisoblanadi [2]. Ushbu qonunda davlat siri uchta toifa – davlat, harbiy va xizmat sirlarini qamrab oladi [2]. Shuning uchun toifalangan obyektlarda yuritiladigan hujjatlar katta ehtiyotkorlik bilan tasniflanadi va ular bilan ishlash uchun maxsus litsenziya va ruxsatnoma talab etiladi.

Bundan tashqari, O'zbekiston Respublikasining 2004-yil 29-apreldağı "Elektron hujjat aylanishi to'g'risida"gi 611-II-sonli Qonuni axborot-kommunikatsiya infratuzilmasida elektron shakldağı hujjatlar yurgizilishini tartibga soladi. Ushbu qonunga ko'ra, elektron hujjat aylanishi – axborot tizimi orqali elektron hujjatlarni yuborish va qabul qilish jarayonlari yig'indisi hisoblanadi [1]. Agar qonunchilikka muvofiq cheklovlar bo'lmasa, elektron hujjat qog'oz hujjat bilan teng maqomda ko'riladi. Shuningdek, elektron hujjatlarda raqamli imzo (Elektron Raqamli Imzo, ERI) qo'llanilishi ta'kidlangan. O'z.Res.ning "Elektron raqamli imzo" to'g'risidağı Qonunida esa "Elektron raqamli imzo – elektron hujjatdağı mazkur elektron hujjat axborotini elektron raqamli imzoning yopiq kalitidan foydalangan holda maxsus o'zgarishlar natijasida hosil qilingan hamda elektron raqamli imzoning ochiq kaliti yordamida elektron hujjatdağı axborotda xatolik mavjud emasligini aniqlash va elektron raqamli imzo kalitining egasini identifikatsiya qilish imkonini beradigan imzo" deya qabul qilingan va u axborotning haqiqiyliğı va daxlsizligini kafolatlaydigan vosita ekani belgilangan [3]. Ya'ni, elektron hujjatga ega bo'lish va uni ERI bilan imzolash orqali hujjat muallifligini ishonchli tasdiqlash mumkin. Ammo davlat sirlari yoki maxfiy axborot mavjud bo'lgan hujjatlarni oddiy elektron tizimlarda tarqatish ta'qiqlangan. Masalan, O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 22.06.2021-yil 22-iyundağı "Mahalliy davlat hokimiyati organlari faoliyatiga "E-qaror" elektron tizimini joriy etish chora-tadbirlari to'g'risida"gi 390-son qarorida davlat siriga oid axborot mavjud bo'lgan loyihalarni "E-qaror" elektron tizimi orqali ko'rib chiqish man etilgani ko'rsatib o'tiladi [4]. Qarorda aniq yozilishicha, mahalliy hokimiyat organlari tomonidan qabul qilinadigan sirli va maxfiy axborotni o'z ichiga olgan qaror loyihalarini E-qaror elektron tizimi orqali ko'rib chiqishga yo'l qo'yilmaydi [4]. Bu misol elektron hujjatlar qo'llanilishi klassik xizmatlar cheklanishi mumkinligini ko'rsatadi – hatto ilg'or elektron xizmatlar mavjud bo'lsa ham, ularni maxfiy hujjatlar uchun qo'llash murakkab.

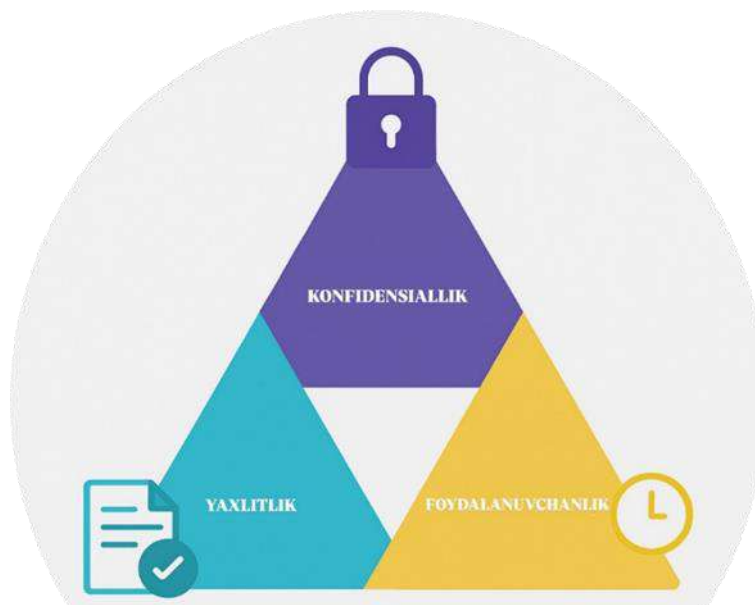
Shu bilan bir qatorda, davlatlararo amaliy tajribada ham maxfiy axborot bilan ishlashda alohida talablar belgilanadi. Masalan, Yevropa Ittifoqi tizimlarida axborot xavfsizligini ta'minlash bo'yicha maxfiylik darajalari belgilanadi va ular majburiy alohida himoya choralari bilan qo'llab-quvvatlanadi. Xususan, Yevropa Mudofaa Agentliğı loyihalarida ma'lumotlarni maxfiylik, yaxlitlik va mavjudlik tamoyillariga asosan uzatish tartiblari aniq ko'rsatilgan, har bir tizim komponenti tegishli sertifikat talab qiladi [8].

Axborot tizimini joriy etishdagi tashkiliy va texnik cheklovlar. Toifalangan obyektlarda hujjatlarni elektron shaklda qabul qilish va tarqatishga o'tilishi ko'plab tashkiliy va texnik masalalarni keltirib chiqaradi. Birinchi navbatda, xodimlar tayyorgarligiga doir muammolar mavjud. Maxfiy hujjatlarni qabul qilish va elektron ravishda uzatishda xodimlar axborot xavfsizliğı qoidalarini puxta bilishi lozim. Biroq inson omili tufayli noto'g'ri harakatlar yoki xatoliklar xabarlarning oshkor bo'lishiga olib kelishi mumkin. Ma'lumotlarning o'rnini to'ldirishga qaratilgan

firibgarlik harakatlari tashkilotning ishonchliligiga jiddiy zarar yetkazishi mumkin [7]. Masalan, Salleh va Teoh o'z tadqiqot ishlarida qalbaki hujjatlar hujjat yaxlitligini buzishi orqali tizimga bo'lgan ishonchni sezilarli darajada pasaytirishini ta'kidlaydilar [7]. Shu sababli tashkilotlarda muntazam ichki audit, xavfsizlik bo'yicha doimiy nazorat mexanizmlari va xodimlarni axborot maxfiyligi talablariga rioya etishga o'rgatishga qaratilgan kompleks choralarni joriy etish muhim hisoblanadi.

Loyihani amalga oshirish bosqichidanoq tashkiliy choralarni puxta rejalashtirish muhim ahamiyat kasb etadi. Ayniqsa, hujjat aylanishi jarayonlari uchun batafsil reglamentlar, ya'ni aniqlashtirilgan yo'riqnomalar va himoya mexanizmlarini ishlab chiqish zarur. Har bir hujjatga uning maxfiylik darajasini ifodalovchi belgi yoki tamg'a biriktirilishi, ushbu hujjat bilan ishlash huquqiga ega shaxslar ro'yxati aniqlanishi, hamda hujjatni saqlash joyi va mas'ul xodim aniq ko'rsatilishi lozim. Amaliyotda toifalangan obyektlarda bu jarayonlar odatda qog'oz shaklida qat'iy tartiblangan bo'ladi. Biroq, elektron muhitga o'tilishi ushbu faoliyatni avtomatlashtirish va maxsus axborot tizimlari orqali boshqarishni taqozo etadi. Ayrim davlatlarda esa hujjatlarni klassifikatsiya qilish, akkreditatsiyadan o'tkazish va xavfsizlik sertifikatlarini rasmiylashtirish maxsus normativ hujjatlar bilan tartibga solingan. Texnik nuqtai nazardan qaralganda, bir qator jiddiy cheklov va muammolar mavjud. Avvalo, maxfiy axborotlar bilan ishlovchi tarmoqlar, odatda, tashqi tarmoqlardan ajratilgan yoki to'liq yopiq shaklda tashkil etiladi. Toifalangan obyektlar sharoitida esa global internetga bevosita ulanishga qat'iy taqiq qo'yilishi mumkin. Bu holat esa elektron hujjatlarni uzatish va qabul qilish jarayonlari uchun alohida xavfsizlik darajasiga ega, maxsus loyihalashtirilgan axborot tizimlarini yaratishni taqozo etadi. Ushbu tizimlar kuchli kriptografik vositalar bilan himoyalangan, doimiy monitoring va audit imkoniyatlariga ega, hamda ishonchli server infratuzilmasi bilan jihozlangan bo'lishi zarur. Verifikatsiya jarayoni - ayniqsa toifalangan obyektlar sharoitida - hujjatlarning haqiqiylikni ishonchli aniqlash va ularning yaxlitligini ta'minlashda markaziy texnik komponent sifatida namoyon bo'ladi. Hujjatning qog'oz shakli va uning elektron nusxasi o'rtasidagi muvofiqlikni tekshirish zamonaviy axborot xavfsizligi tizimlarida dolzarb masala hisoblanadi. Shu munosabat bilan Salleh va Teoh tomonidan taklif etilgan yondashuv asosida hujjatni ikki o'lchamli (2D) shtrix-kod orqali verifikatsiyalash mexanizmi ishlab chiqilgan bo'lib, bu yechimda SHA-256 algoritmi orqali hosil qilingan xesh qiymati, vaqt muhrining atributlari hamda hujjatga xos noyob identifikator kod shaklida hujjat sathida joylashtiriladi [7].

Mazkur shtrix-kod skanerlovchi qurilma yordamida o'qiladi va undan olingan kriptografik ma'lumotlar hujjatning asl elektron nusxasi bilan avtomatik tarzda solishtiriladi. Mazkur jarayon natijasida ma'lumotlar o'rtasida to'liq moslik aniqlansa, hujjat haqiqiy deb e'tirof etiladi. Tajriba sinovlari ushbu yondashuvning yuqori darajadagi aniqlik, ishonchlilik va takrorlanuvchanlik talablariga javob berishini tasdiqlagan. Ushbu mexanizm qog'oz formatdagi hujjatlarni elektron axborot tizimlariga integratsiyalash hamda ularning falsifikatsiyadan himoyalalanishini ta'minlashda amaliy ahamiyatga ega texnologik yechim sifatida e'tirof etiladi. Shu bilan bir qatorda, axborotning konfidensialligi va yaxlitligini ta'minlash maqsadida elektron autentifikatsiya va kriptografik himoya choralari majburiy tarzda joriy etilishi zarur. Jumladan, toifalangan hujjatlarni almashish jarayonida hujjat muallifi elektron raqamli imzo (ERI) orqali shaxsni autentifikatsiya qilishi lozim. Agar ushbu hujjat bosma shaklga o'tkazilsa, uning tarkibidagi muhim semantik bloklar elektron imzo yordamida mustahkamlanishi yoki kriptografik xesh funksiyasini aks ettiruvchi 2D shtrix-kod orqali verifikatsiya qilinishi talab etiladi. Ma'lumot uzatish bosqichida esa, ularning integriteti va maxfiyligini saqlab qolish uchun alohida himoyalangan, shifrlash asosida ishlovchi aloqa kanallaridan — masalan, virtual xususiy tarmoqlar (VPN), xavfsiz protokollar (VPNIP) yoki segmentlangan lokal tarmoqlardan (isolated LAN) foydalanish qat'iy zarurat sifatida qaraladi.



1-rasm. Axborot xavfsizligining asosiy tamoyillari — CIA modelining vizual ifodasi

Mazkur rasmda axborot xavfsizligi bosh tamoyillari — Konfidensiallik (Confidentiality), Yaxlitlik (Integrity) va Foydalanuvchanlik (Availability) elektron hujjatlar almashinuv tizimiga tatbiq etilgan holatda tasvirlangan. Ushbu triada elektron hujjat aylanishida ishonchlilik, himoyalilik va uzluksizlikni ta'minlashning zaruriy shartlari sifatida talqin etiladi. Uchlik tamoyilning muvozanatli qo'llanilishi esa axborot xavfsizligining yuqori darajasini shakllantirishda hal qiluvchi omil ekanligi ko'rsatilgan.

Hujjat verifikatsiyasida zamonaviy 2D shtrix-kod texnologiyalari. So'nggi yillarda qog'oz hujjatlarni identifikatsiya qilish va ularning yaxlitligini ta'minlash bo'yicha texnologiyalar sezilarli darajada rivojlandi. Xususan, joyning kontekstida Salleh va Teoh konferensiya maqolasida qog'oz ko'rinishidagi hujjatni 2D barkodga asoslangan tizim orqali tekshirish usuli taklif qilingan [7]. Ular taklifiga ko'ra, hujjat elektron nusxasining SHA-256 xesh qiymati, vaqt muhrining raqami va hujjatning noyob identifikatori DataMatrix 2D barkod sifatida chiziladi. Keyin hujjat skaner qilinib, 2D barkoddan olingan ma'lumotlar elektron katalogdagi ma'lumotlar bilan solishtiriladi. Agar barcha qiymatlar mos kelsa, hujjat haqiqiy (o'zgarmagan) deb hisoblanadi. Ushbu tadqiqotdagi 200 dan ortiq sinovlar shuni ko'rsatdiki, taklif qilingan tizim qog'oz hujjat yaxlitligini ishonchli ta'minlaydi [7]. Bunday yondashuv soddaroq variantlarga (masalan, oddiy notarial masalaga o'xshash imzo) nisbatan ancha kuchli himoya beradi, chunki raqamli xesh va maxfiy barkod xakerlikka juda chidamli.

O'z navbatida, bu texnologiya toifalangan obyektlarda ham qo'llanilishi mumkin. Masalan, muhim maxfiy hujjatni chop etishda uning ichiga 2D barkod qurilib qo'yilishi mumkin. So'ngra buzilgan qog'ozdan tushgan ma'lumotni ilgaklab, 2D kodini skaner qilib, elektron kabinetdagi asl fayl bilan taqqoslash mumkin. Agar hujjat buzilmagan bo'lsa, uning raqamli xeshi bir xil bo'ladi, aks holda xesh zanjiri o'zgargan bo'ladi. Shuningdek, 2D barkod hujjat nusxasini qo'lda yoki skaner yordamida qayta ishlaganda uning manbasini aniqlash, haqiqiylikni tasdiqlash va ortiqcha nusxalarning izini kuzatishda yordam beradi.

Xulosa. Zamonaviy AKT rivojlanishi sharoitida toifalangan obyektlarda hujjatlarni elektron shaklda qabul qilish va tarqatish ehtiyoji ortib bormoqda. Biroq, bu jarayonlar huquqiy, texnik va tashkiliy cheklovlar bilan murakkablashadi. Jumladan, O'zbekiston qonunchiligiga ko'ra, maxfiy axborotlar oddiy elektron kanallar orqali uzatilmasligi shart. Shu sababli, elektron hujjat almashinuvini tashkil etishda axborot xavfsizligining asosiy tamoyillari — maxfiylik, yaxlitlik va mavjudlik (CIA modeli) — asos qilib olinishi zarur. Texnik yechimlar ichida 2D shtrix-kod asosidagi verifikatsiya tizimlari hujjat haqiqiylikni aniqlashda yuqori aniqlik beradi. Salleh va Teoh

taklif etgan yondashuvda hujjat SHA-256 xeshi orqali ishonchli tarzda tekshiriladi. Shu kabi zamonaviy texnologiyalar qog'oz va elektron hujjatlar o'rtasidagi integratsiyani ta'minlaydi. Shuningdek, axborot tizimlarining joriy etilishi tashkilotlar tomonidan aniq reglamentlar, ruxsatlar va shifrlash vositalari asosida yo'lga qo'yilishi lozim. Bu jarayonda inson omili xavflarini kamaytirish va doimiy malaka oshirish ham muhimdir. Xalqaro tajribaga tayanilgan holda aytish mumkinki, toifalangan obyektlarda elektron hujjat muomalasi samarali ishlashi uchun texnik, tashkiliy va huquqiy mexanizmlar uyg'un holda tatbiq etilishi zarur. Bu esa strategik xavfsizlik va raqamli ishonchni mustahkamlashga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

- [1] O'zbekiston Respublikasining 2004-yil 29-apreldagi "Elektron hujjat aylanishi to'g'risida"gi 611-II-sonli Qonuni. <https://lex.uz/uz/docs/-165079>
- [2] O'zbekiston Respublikasining 2024-yil 27-dekabrda "Davlat sirlari to'g'risida"gi 1016-sonli Qonuni. <https://lex.uz/uz/docs/-7282637>
- [3] O'zbekiston Respublikasining 2022-yil 12-oktyabrda "Elektron raqamli imzo to'g'risida"gi 793-sonli Qonuni. <https://lex.uz/docs/-6234904>
- [4] O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 22.06.2021-yil 22-iyundagi "Mahalliy davlat hokimiyati organlari faoliyatiga "E-qaror" elektron tizimini joriy etish chora-tadbirlari to'g'risida"gi 390-son qarori. <https://lex.uz/ru/docs/-5470461>
- [5] O'zbekiston Respublikasi Davlat xavfsizlik xizmati raisining 2024-yil 24-oktyabrda "O'zbekiston Respublikasi muhim axborot infratuzilmasi obyektlarini toifalash va ularning yagona reyestrini shakllantirish tartibi to'g'risidagi vaqtinchalik nizomni tasdiqlash haqida"gi 118-sonli buyrug'i (2024-yil 11-noyabrda ro'yxatdan o'tgan, ro'yxat raqami 3570). <https://lex.uz/uz/docs/-7217270>
- [6] O'zbekiston Respublikasi Milliy gvardiyasi qo'mondonining 2023-yil 19-avgustda "Idoraviy harbiylashtirilgan qo'riqlash bo'linmalari shaxsiy tarkibining eng ko'p sonini belgilash tartibi to'g'risidagi nizomni tasdiqlash haqida"gi 21-sonli buyrug'i (11.09.2023-yil 11-sentyabr kuni ro'yxatdan o'tgan, ro'yxat raqami 3456)
- [7] Salleh, M., Teoh, T.C. (2009). Application of 2D Barcode in Hardcopy Document Verification System. 6th International Conference on Information Security and Assurance (ISA 2009), Lecture Notes in Computer Science, 5576, pp. 644–651. DOI: 10.1007/978-3-642-02617-1_65 link.springer.com
- [8] Sobczyński, Tomasz. (2016). The Principles of Classified Information Protection Handled in Communication and Information Systems Within the Realisation of European Defence Agency Research Projects. Zeszyty Naukowe Akademii Marynarki Wojennej. 207. 87-100. 10.5604/0860889X.1229758

MAYNING FAOLIYATI VA UNING TURLARI

t.f.d. (DSc), dotsent U.Sh. XAMRAKULOV*Ichki ishlar vazirligi Kiberxavfsizlik markazi***J.D. RISQALIYEV***Ichki ishlar vazirligi Malaka oshirish instituti***D.D. Xayitov***O'R HX va MU Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari va harbiy aloqa instituti*

Annotatsiya. Maqolada kripto-aktiv, mayning faoliyati tushunchasi, uning turlari va iqtisodiy-huquqiy oqibatlarini keng yoritilgan. Mayning faoliyatining asosiy bosqichlari, Bitcoin blokcheynidagi blok tarkibi va Proof-of-Work algoritmi orqali blok topish mexanizmi bayon etilgan. Shuningdek, maqolada mayning faoliyatida ishlatiladigan texnik qurilmalar – CPU, GPU, FPGA va ASIC – kabi qurilmalar taqqoslanib, ularning xeshlash tezligi va quvvat sarfi ko'rib chiqilgan.

Kalit so'zlar: kripto-aktiv, mayning faoliyati, mayner, bitcoin, SHA-256, CPU, GPU, FPGA, ASIC, xesh qiymati, energiya iste'moli.

Аннотация. В статье представлен всесторонний обзор криптовалюты, концепции майнинга, его видов и связанных с ними экономических и правовых последствий. Подробно описаны основные этапы майнинга, структура блоков в блокчейне Bitcoin и механизм обнаружения блоков с использованием алгоритма Proof-of-Work. Кроме того, в статье проводится сравнение различных технических устройств, применяемых в майнинге, таких как центральные процессоры (CPU), графические процессоры (GPU), программируемые логические интегральные схемы (FPGA) и специализированные интегральные схемы (ASIC). Рассматриваются их скорость хеширования и энергопотребление.

Ключевые слова: криптовалюта, майнинг, майнер, биткоин, SHA-256, CPU, GPU, FPGA, ASIC, хеш-значение, энергопотребление.

Abstract. The article provides a comprehensive overview of cryptocurrency, the concept of mining, its types, and the associated economic and legal implications. It details the main stages of mining, the structure of blocks in the Bitcoin blockchain, and the mechanism for discovering blocks using the Proof-of-Work algorithm. Additionally, the article compares various technical devices used in mining - such as CPUs, GPUs, FPGAs, and ASICs - examining their hashing speeds and power consumption.

Keywords: cryptocurrency, mining, miner, bitcoin, SHA-256, CPU, GPU, FPGA, ASIC, hash value, energy consumption.

Mayning faoliyati.

Kriptovalyuta g'oyasi ilk bor turli olimlar va dasturchilar tomonidan

1990-yillarda taklif qilingan bo'lsa-da, uning ommalashuvi 2008-yilda Satoshi Nakamoto taxallusi ostida e'lon qilingan "Bitcoin" konsepsiyasiga to'g'ri keladi [1].

2009-yilda Satoshi Nakamoto tomonidan ilk blok – "Genesis Block" yaratilishi bilan mayning faoliyati tarixi boshlandi. "Bitcoin (BTC)" – dunyodagi ilk muvaffaqiyatli kriptovalyuta bo'lib, uning ortida blokcheyn texnologiyasi yotadi [1].

Dastlab "bitcoin" blokcheyni maynerlarga bir blok topgani uchun 50 BTC mukofot berar edi. "bitcoin" blokcheynida taxminan 4 yilda (210 000 blokdan so'ng) mukofot yarimga kamayadi.

"Bitcoin" blokcheynining "peer-to-peer" tarzda ishlashi va markaziy boshqaruvga ega bo'lmashligi sababli iqtisodiyotda yangi o'zgarishlar va imkoniyatlar paydo bo'ldi.

O'zbekistonda "kriptovalyuta" atamasi o'rniga "kripto-aktiv" atamasi qo'llanilgan. O'zbekiston Respublikasida Istiqbolli loyihalar milliy agentligi kripto-aktivlar aylanmasi sohasini rivojlantirish hamda ushbu sohada faoliyatni litsenziyalash va ruxsat berish tartib-taomillari bo'yicha vakolatli organ hisoblanadi va unga agentlik tomonidan quyidagicha ta'rif berilgan:

Kripto-aktiv - ma'lumotlarning taqsimlangan reyestrtdagi raqamli yozuvlar yig'indisi bo'lgan, qiymati va egasiga ega mulkiy huquq [2].

Kripto-aktivning asosida kriptografik usullar (shifrlash va dekodlash) yotadi. Shifrlashda ma'lumot xavfsiz shaklga o'tkaziladi. Agar kalit bo'lmasa, uni o'qib bo'lmaydi. Shifrlashda ma'lumot cheksiz bo'lishi mumkin, ammo xeshlashda ma'lumotlar qat'iy o'lchamdagi ma'lumotga aylantiriladi. SHA-256 xeshlash algoritmda 512 bitli ma'lumotlar qatori 256 bitli qatorga o'tkaziladi. Xeshlash algoritmda xesh-ma'lumotlar qayta tiklanmaydigan tarzda shifrlanadi. Shu sababli, 256 bitli xeshni asl 512 bitli shaklga aylantirish deyarli mumkin emas. "bitcoin" blokcheynida SHA-256 xeshlash algoritmi ishlatiladi. Umuman, har bir kripto-aktiv birligi tranzaksiyalarni tasdiqlash va xavfsizlikni ta'minlash uchun majburiy texnik jarayonlardan o'tadi. Ushbu jarayonning asosiy mexanizmi mayning deb ataladi. Mayning faoliyati bilan shug'ullanuvchi shaxslarga mayner deyiladi.

Kripto-aktivga 2 xil usulda ega bo'lish mumkin:

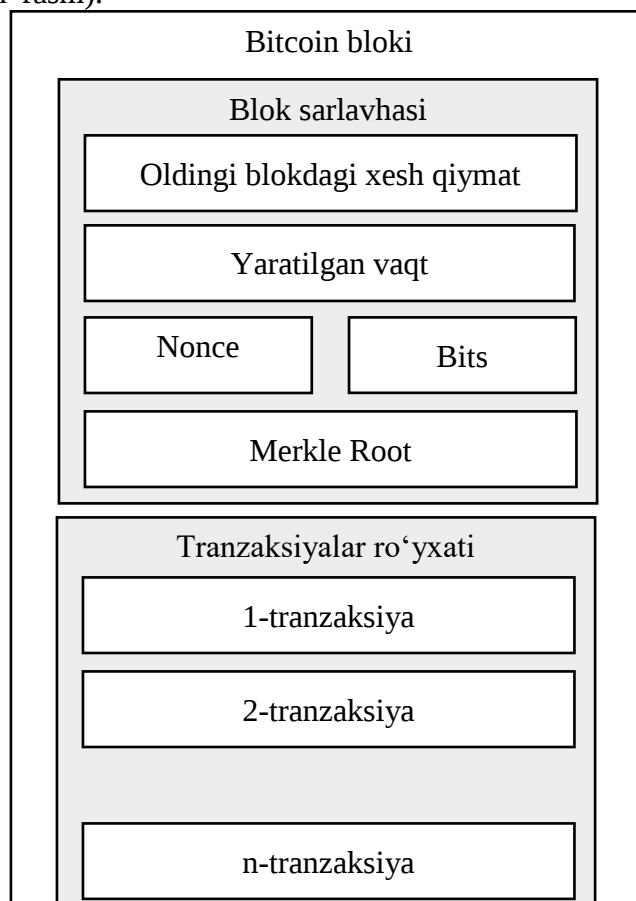
- 1) mayning faoliyati orqali;
- 2) kripto-birjalardan sotib olish orqali.

Mayning - hisoblash operatsiyalarini bajarish orqali ma'lumotlarning taqsimlangan reyestrini yuritish, bloklarning yaxlitligini yaratish va tasdiqlash faoliyati [2].

Mayning faoliyatida qurilmalar har soniyada ko'p marta xeshlash amallarini bajaradi. Mayning faoliyatida ishtirokchilar masalaning murakkabligini yechish uchun o'z qurilmalaridan katta miqdordagi elektr energiyasini sarflashlari kerak bo'ladi. Ushbu masalani birinchi bo'lib yechganlar kripto-aktivga ega bo'ladi [3, 36-b].

Blok – bu tarmoqdagi tranzaksiyalar to'plangan, xesh qiymati bilan tasdiqlangan va avvalgi blok bilan zanjir shaklida bog'langan ma'lumot tuzilmasi [4, 19-b].

Masalan, "bitcoin" blokcheynining bloki 2 ta qismdan tashkil topadi: blok sarlavhasi va tranzaksiyalar ro'yxati (1-rasm).



1-rasm. "Bitcoin" blokcheyni bloki

“Bitcoin” tarmog‘ida har bir yangi blokda quyidagi asosiy ma’lumotlar saqlanadi:

1. Blok sarlavhasi:

- Avvalgi blokda xesh qiymat: Avvalgi blokning xesh qiymati. Shu orqali bloklar zanjiri uzviy bog‘lanadi. Haqiqiy ma’lumotdan xesh qiymatni oson topish mumkin, lekin xesh qiymatdan haqiqiy ma’lumotni qaytarib topish juda qiyin;

- Yaratilgan vaqt (timestamp): Blok yaratilgan vaqt;

- Nonce (ing. “number used once”): Bu son mayner dasturi ish jarayonida tasodifiy shaklda beradigan, blok xeshini ma’lum “chegaradan” pastroq qiymatga ega qilish uchun o‘zgartiriladigan boshlang‘ich qiymat. Nonce bir marta ishlatiladigan va yagona 64 bitli o‘n oltilik sanoq sistemasida yaratiladigan raqamning kalitidir. Nonce har bir urinishdan so‘ng bitta qiymatga oshiriladi;

- Bits (ma’lum murakkablik parametri): Tarmoqdagi joriy qiyinchilik darajasini bildiradi;

- Merkle Root: Blok ichidagi barcha tranzaksiyalar xeshlaridan hosil qilingan bitta yagona xesh qiymat.

2. Tranzaksiyalar ro‘yxati:

- “Bitcoin” blokida barcha tarmoqda amalga oshirilgan va tasdiqlanishi kerak bo‘lgan tranzaksiyalar bo‘ladi;

- Maynerlar tranzaksiyalarni o‘z bloklariga kiritish uchun ularning haq to‘lovi darajasini ham inobatga oladi. Odatda eng yuqori komissiya to‘lanadigan tranzaksiyalar tezroq blokka kiritiladi.

“Bitcoin” yaratilishi bilan bir paytda Proof-of-Work (PoW) tamoyiliga asoslangan mayning faoliyati shakllandi. Mayner Proof-of-Work algoritmi asosida millionlab (yoki milliardlab) xesh hisoblash amallarini bajarib, mos “Nonce”ni topadi. Agar xesh mo‘ljaldan past chiqsa, blok yaroqli deb topilib, tarmoq tomonidan qabul qilinadi hamda zanjirga yangi blok qo‘shiladi. Mayner esa muayyan miqdorda “bitcoin” bilan mukofotlanadi. Proof-of-Work algoritmi juda katta elektr energiyasini sarfiga olib keladi.

Mayning faoliyatida umumiy kelishuvga erishish uchun turli algoritmlar qo‘llaniladi. Ularning asosiy maqsadi – tarmoq ishtirokchilari o‘rtasida “haqiqiy” blok (yoki zanjir)ni tanlash, xato yoki soxta bloklarni rad qilishdir.

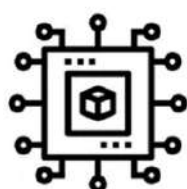
2. Mayning turlari va uning iqtisodiy-huquqiy oqibatlari.

“Bitcoin” mayningi uchun 4 ta avlod yaratildi (1-jadval). “Bitcoin” mayninggida to‘rt avlodda turli xil qurilmalar ishlatilgan (2-rasm) [5]. Maynerlar 5 avlodni yaratish ustida ishlamoqda.

1-jadval.

“Bitcoin” mayningi avlodlarining tezlik va quvvat sarfining taqqoslash jadvali

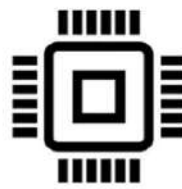
Mayning avlodi	Qurilma	Tezlik (xeshlash)	GH/s uchun quvvat sarfi
1	CPU	1-5 MH/s	4000 Vt
2	GPU	330 MH/s	210 Vt
3	FPGA	100-500 MH/s	50 Vt
4	ASIC	10-30 TH/s	0.35 Vt



CPU



GPU



FPGA



ASIC

2-rasm. “Bitcoin” mayninggida ishlatiladigan qurilmalar

1. Birinchi avlod – markaziy protsessorlar yordamida shifrlash bajarilgan. Dastlab havaskorlar ushbu hisob-kitoblarni ochiq kodli dasturiy ta’minot yordamida uyda amalga oshirishgan. Har bir

protssessor yadrosi taxminan 1 dan 5 MH/s gacha xeshlash imkonini beradi. Misol uchun, Intel i5 protssessorlari bilan 4000 Vt iste'mol qiladigan 50 ta 4 yadroli protssessor kerak bo'ladi. Shuning uchun quvvat sarfi 1 GH/s ga 4000 Vt ni tashkil qiladi. Markaziy protssessor (CPU) yordamida mayning qilish nisbatan eng arzon va oson hisoblangan. Biroq, maynerlar soni oshishi tufayli mayning faoliyati ham qiyinlashdi. Endilikda protssessor yordamida mayning faoliyatini amalga oshirish, talab yuqori bo'lgan kripto-aktivlar mayningida samarasiz bo'lib qoldi.

Protssessorlar mayning qobiliyati quvvati xeshreytda o'lchanadi. Protssessor xeshreyti qancha ko'p bo'lsa, foyda ham shunga yarasha bo'ladi. Lekin maynerlar elektr sarfini ham hisobga olishlari lozim. Agar mayning qilayotgan kripto-aktiv narxi, elektr xarajatlarini yopib ketsa, mayning iqtisodiy jihatdan foydali hisoblanadi.

2. Ikkinchi avlod – videokarta (GPU)lar yordamida mayning. Videokarta “bitcoin” mayningida inqilob qildi, biroq elektr energiya iste'moli nisbatan yuqoriligicha qoldi. Masalan, Radeon 7790 videokarta 70 Vt quvvat iste'moli bilan taxminan 330 MH/s heshlashni amalga oshiradi. Bu taxminan 1 GH/s uchun 210 Vt ni tashkil qiladi

Videokarta (GPU) yordamida mayning markaziy protssessor (CPU)ga nisbatan ko'p yadroli parallel hisoblash imkoniyatiga ega bo'lgani bois, hozirgi kunda eng ommabop mayning usul bo'lib qolmoqda. Bir nechta videokartani parallel ulash orqali hisoblash quvvatini oshirish oson. Biroq, videokarta narxi qimmat hamda elektr energiyasi iste'moli ham yuqoridir.

3. Uchinchi avlod – FPGA (Field-Programmable Gate Arrays) qurilmalar bilan mayning. Keyinchalik maynerlar FPGAlardan foydalana boshladilar. Bu usul doim ham xuddi shunday narx va o'lchamdagi qurilmalarda ancha yuqori tezlikka erishish imkonini bermasa-da, quvvat sarfini sezilarli darajada, ya'ni protssessorli mayningga nisbatan 100 baravargacha kamaytirdi. Masalan, 45 nm FPGAgasoslangan ModMiner Quad har 1 GH/s uchun taxminan 50 Vt quvvat talab qiladi.

4. To'rtinchi avlod – ASIC (application-specific integrated circuit) maxsus qurilma bilan mayning. Nihoyat, 2013-yilning o'rtalaridan boshlab maynerlar ASIClar, ya'ni maxsus xeshlash chipalaridan foydalana boshladilar. ASIC mayning maxsus chip bo'lib, aniq bir xesh-funksiyani (“bitcoin”ning SHA-256 yoki “litecoin”ning Scrypt) tez, samarali bajarishga mo'ljallangan. Bu mayning xarajatlarini, ayniqsa elektr energiyasi sarfini bir necha barobar kamaytiradi. Bu qurilmalar har 1 GH/s uchun atigi 0,35 Vt quvvat sarflashga erishishi mumkin. Xeshreyt juda yuqori, videokartadan bir necha barobar kuchli. Biroq ASIClar ma'lum bir algoritmgamoslashgan bo'lgani uchun boshqa kripto-aktivlar mayningi uchun ishlatib bo'lmaydi. Shuningdek, ASIClarning narxi ham juda baland.

Maynerlar ishtirok shakliga ko'ra 2 turga bo'linadi:

- yakka mayner;
- mayning-pul a'zosi.

Yakka mayning faoliyatida mayner blok mukofotini to'liq o'zi oladi, lekin blok topish ehtimoli kamroq.

Mayning-pul orqali ko'plab maynerlar o'z hisoblash quvvatlarini birlashtiradi. Topilgan blokdan olingan mukofot ularga ulushiga qarab bo'lib beriladi. Lekin, mayning-pul operatoriga ma'lum komissiya to'lanadi.

Mayning-pul - mayning jarayonini ta'minlash maqsadida hisoblash quvvatlarini birlashtiruvchi elektron platformani taqdim etuvchi tashkilot [6].

2024-yilda mayner bitta “bitcoin” blokini tuzish orqali 3.125 “bitcoin” olishi mumkin. Bitta blok tuzish uchun o'rtacha 10 daqiqa sarflanadi. 2028-yilda har 10 daqiqada 1,5625 “bitcoin” mayning faoliyati orqali olinadi. “Bitcoin” mayningi har 4 yilda 2 barobar kamaytiriladi. Taxminan 2140-yilga borib “bitcoin” mayningi to'xtatiladi [7].

Mayning uchun juda katta elektr energiya talab qilinadi. “bitcoin” tranzaksiyasi 1200 kVt/soatgacha, 1 “bitcoin” mayningi uchun o'rtacha 6400000 kVt/soat elektr energiyasi sarflanadi [8]. Shuningdek, “bitcoin”ning energiya iste'moli yiliga atmosferaga taxminan 65 megatonna karbonat angidridni chiqaradi [9]. Bu esa davlatlarga katta zarar keltirishi mumkin.

O'zbekiston Respublikasi Istiqbolli loyihalar milliy agentligi direktorining 2023-yil 20-sentabrdagi "Mayning faoliyatini amalga oshirish uchun ruxsatnoma berish tartibi to'g'risidagi nizomni tasdiqlash to'g'risida" 68-son buyrug'i asosan O'zbekiston Respublikasi hududida quyidagilar taqiqlangan:

- yashirin mayning;
- anonim kripto-aktivlar mayningi;
- ro'yxatga olingan paytda ko'rsatilgan manzilga mos kelmaydigan manzilda mayningni amalga oshirish;
- mayningni ruxsatnomasiz amalga oshirish [10].

Xulosa. Mayning faoliyatini amalga oshirish uchun CPU, GPU, FPGA yoki ASIC kabi maxsus qurilmalar kerak bo'ladi. Bu qurilmalarni uzluksiz ishlashi va ishlash jarayonida qizib ketishini oldini olish uchun sovitish tizimlariga katta elektr energiyasi sarflanadi. Noqonuniy mayning faoliyati esa davlatga katta zarar yetkazadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

- [1] Nakamoto S. A Peer-to-Peer Electronic Cash System. 2008.
- [2] O'zbekiston Respublikasining 2024-yil 19-yanvardagi "O'zbekiston Respublikasining Jinoyat, Jinoyat-protsessual kodekslariga hamda O'zbekiston Respublikasining Ma'muriy javobgarlik to'g'risidagi kodeksiga o'zgartirish va qo'shimchalar kiritish haqida" O'RQ-899-son Qonuni.
- [3] Taniyev A. Blokcheyn texnologiyasi va kriptovalyutalar. O'quv qo'llanma. - Samarqand: SamDU nashri, 2021. – 192 bet.
- [4] Obuch S. Detection of cryptominers and mining botnets. Bachelor's thesis. 2019. 61-bet.
- [5] Courtois N. T. Grajek M., and Naik R., The Unreasonable Fundamental Incertitudes Behind Bitcoin Mining, Arxiv Preprint Arxiv, 1310.7935, 2013.
- [6] O'zbekiston Respublikasi Istiqbolli loyihalar milliy agentligi direktorining 2024-yil 19-fevraldagi "Mayning-pul faoliyatini amalga oshirish qoidalarini tasdiqlash to'g'risida" 17-son buyrug'i (Adliya vazirligi tomonidan 2024-yil 20-martda 3507 raqam bilan ro'yxatdan o'tkazilgan).
- [7] Hong E. How does bitcoin mining work? A beginner's guide. 2024. <https://www.investopedia.com/tech/how-does-bitcoin-mining-work/>
- [8] NFTEvening. (2024). Electricity costs to mine 1 bitcoin at home, around the world. <https://nftevening.com/bitcoin-mining-cost/>
- [9] Tuwiner J.61 bitcoin energy consumption statistics. 2023. <https://buybitcoinworldwide.com/bitcoin-mining-statistics/>
- [10] O'zbekiston Respublikasi Istiqbolli loyihalar milliy agentligi direktorining 2023-yil 20-sentabrdagi "Mayning faoliyatini amalga oshirish uchun ruxsatnoma berish tartibi to'g'risidagi nizomni tasdiqlash to'g'risida" 68-son buyrug'i (Adliya vazirligi tomonidan 2023-yil 29-sentabrda 3461 raqam bilan ro'yxatdan o'tkazilgan).

TOIFALANGAN AXBOROTLASHTIRISH VOSITALARIDA AXBOROT XAVFSIZLIGIGA BO'LADIGAN TAHDIDLAR VA ULARGA QARSHI KURASHISH TAMOYILLARI

t.f.f.d. (PhD), professor B.K. YUSUPOV

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

T.B. RO'ZIMOV

O'R MV Kiberxavfsizlik deportamenti

Annotatsiya. Maqolada toifalangan axborotlashtirish vositalarida axborot xavfsizligiga tahdidlar va ularga qarshi kurashish tamoyillari tahlil qilingan. Bunda, ichki va tashqi tahdidlarning zamonaviy ko'rinishlari – supply-chain, ransomware va insayder xatarlari yoritilgan. Shuningdek, axborotni maxfiylik, yaxlitlik va mavjudlik tamoyillari asosida himoya qilish tizimini shakllantirish bosqichlari ko'rsatilgan.

Kalit so'zlar: axborot xavfsizligi, toifalangan axborotlashtirish vositalari, Supply-Chain hujumi, ransomware, insayder tahdidlar, kiberxavfsizlik.

Аннотация. В данной статье анализируются угрозы информационной безопасности и принципы борьбы с ними в категоризованных средствах информатизации. Статья освещает современные проявления внутренних и внешних угроз, таких как атаки через цепочки поставок (supply-chain), программы-вымогатели (ransomware) и инсайдерские риски. Кроме того, в ней изложены этапы формирования системы защиты информации, основанной на принципах конфиденциальности, целостности и доступности.

Ключевые слова: Информационная безопасность, категоризованные средства информатизации, атака Supply-Chain, ransomware, инсайдерские угрозы, кибербезопасность.

Abstract. This article analyzes the threats to information security and the principles of combating them in categorized information systems (or classified information resources). The article highlights modern manifestations of internal and external threats, such as supply-chain, ransomware, and insider risks. Furthermore, it outlines the stages of forming a system for protecting information based on the principles of confidentiality, integrity, and availability.

Keywords: Information security, categorized information systems, Supply-Chain attack, ransomware, insider threats, cybersecurity.

Toifalangan axborotlashtirish vositalari deganda, O'zbekiston Respublikasi qonunchiligiga muvofiq, davlat sirlari, xizmat xizmat sirlari bo'lgan yoki boshqa cheklangan axborotlarga ishlov berish jumladan, to'plash, saqlash, uzatish, tahlil qilish uchun mo'ljallangan texnik, dasturiy va apparat-dasturiy vositalari majmuasi tushuniladi. Ularning asosiy xususiyati himoya qilinadigan axborotning muhimlik darajasiga ko'ra maxsus talablar asosida sertifikatlanishi va foydalanilishi bilan belgilanadi. Ushbu tizimlarning barqaror va xavfsiz ishlashi davlatning milliy xavfsizligi va barqarorligini ta'minlashning asosiy shartlaridan biridir.

Insoniyat taraqqiyoti tarixiga nazar tashlasak, dastlab jismoniy kuch va tabiiy ustunlik asosiy boshqaruv vositasi bo'lgan. Vaqt o'tishi bilan bilim, tajriba va axborot inson faoliyatining markaziy resursiga aylandi. Axborotdan samarali foydalanish insoniyatning ijtimoiy va iqtisodiy taraqqiyotini belgilovchi muhim omilga aylandi. Yozuv, bosma, telegraf, telefon va internet kabi texnologik yutuqlar natijasida axborot jamiyatning boshqaruv mexanizmi sifatida shakllandi. Bugungi kunda esa axborot – qudrat, iqtisodiy kuch va siyosiy ta'sir manbaiga aylangan.

Axborotning maxfiylik darajasi juda muhim ko'rsatkich bo'lib, axborotga tahdid soluvchi omillardan himoya qilishga katta e'tibor qaratiladi. Shuning uchun ham bugunga kelib axborotni himoyalash va yashirish uchun turli xil usullar yaratilgan bo'lib, mavjud texnik va dasturiy

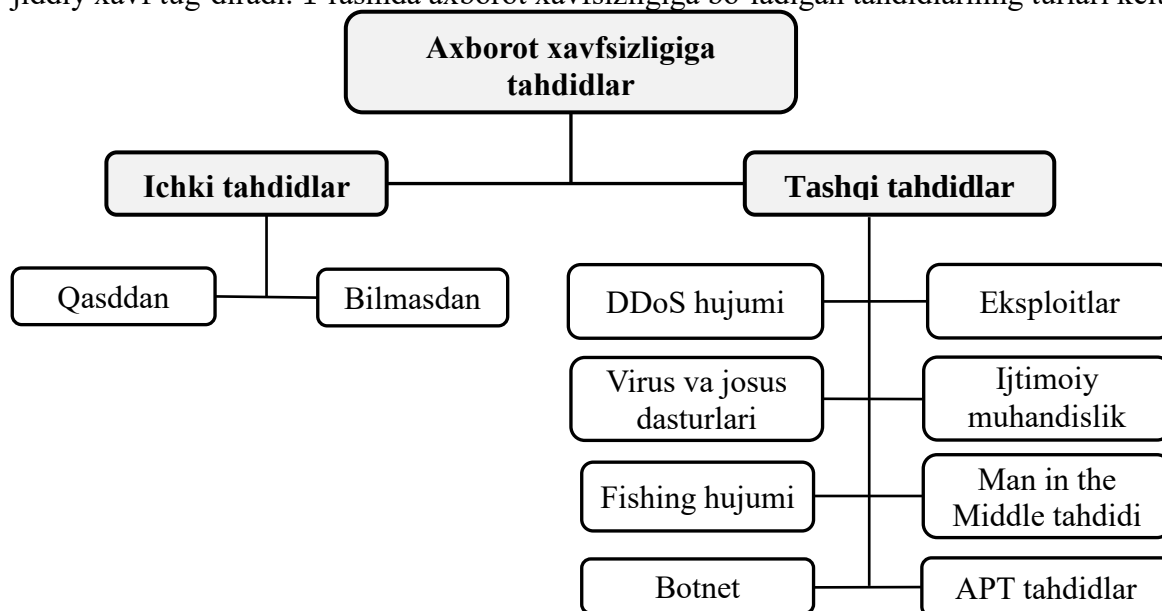
imkoniyatlardan foydalanib xavfsizlik ta'minlanib kelinmoqda. Quyidagi 1- jadvalda axborotning jamiyat taraqqiyotidagi ta'sir evolutsiyasi ko'rsatilgan.

1-jadval

Axborotning jamiyat taraqqiyotidagi o'rni va evolyutsiyasi

Rivojlanish bosqichlari	Ahamiyati	Asosiy shakli	Himoyalash vositalari
Qadimgi davr	Jismoniy kuch	Og'zaki	Jismoniy kuch
O'rta asrlar	Boyluk va hokimiyat	Yozma	Qo'riqlash, shifrlash
XX asr	Sanoat va ilm-fan	Texnik	Axborot xavfsizligi tizimlari
XXI asr	Raqamli texnologiyalar	Global resurs	Kiberxavfsizlik tizimlari

Axborot xavfsizligiga tahdidlar xarakteri va kelib chiqish manbasiga ko'ra ichki va tashqi tahdidlarga bo'linadi. Har ikki turdagi xatarlar zamonaviy axborot tizimlarining ishonchliligi uchun jiddiy xavf tug'diradi. 1-rasmda axborot xavfsizligiga bo'ladigan tahdidlarning turlari keltirilgan.



1-rasm. Axborot xavfsizligiga tahdidlarning turlari

Ichki tahdidlar – tashkilot ichidagi xodimlar, texnik xatolar yoki intizom buzilishi sababli kelib chiqadigan xatarlar bo'lib, ular ikki toifaga bo'linadi:

- Qasddan sodir etiladigan ichki tahdidlar. Bunday tahdidlar ko'pincha imtiyozga ega xodimlar tomonidan amalga oshiriladi va o'z o'rnida quyidagi ko'rinishlarda bo'lishi mumkin:

- omaxfiy ma'lumotlarni o'g'irlash;
- oraqobatchilar yoki uchinchi tomon foydasiga ishlash;
- otizimga zarar yetkazish.

- Bilmasdan sodir etiladigan ichki tahdidlar:

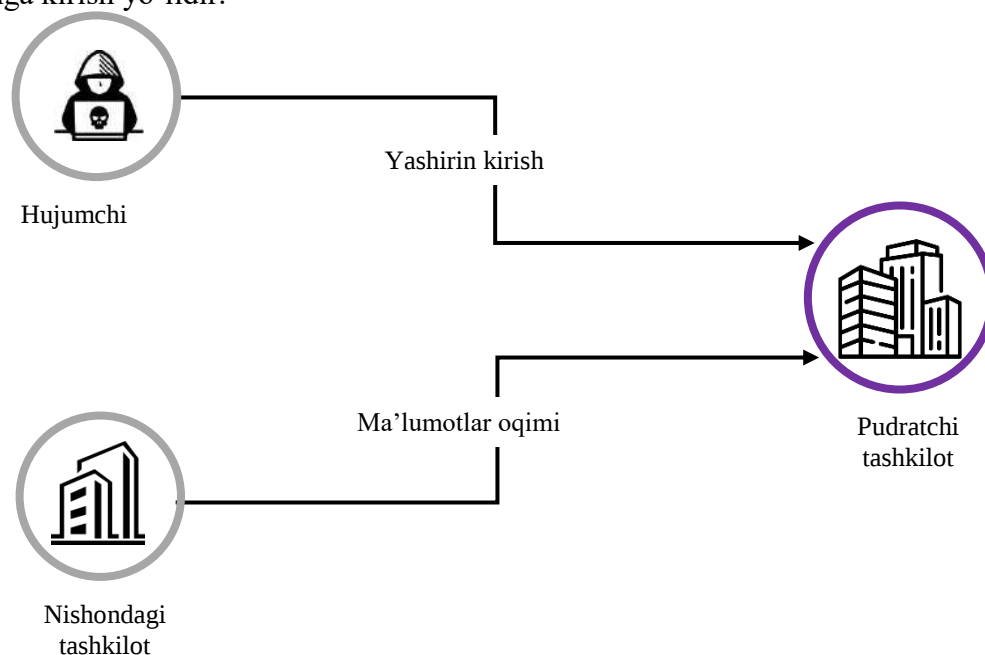
- oxavfsizlik qoidalariga rioya qilmaslik;
- ozararli fayllarni ochib yuborish;
- ozaif parollardan foydalanish;
- oshubhali havolalarni bosish.

Bugungi kunda axborot tahdidlarining 60 % dan ortig'i aynan bilmasdan sodir etiladigan ichki xavflar bilan bog'liq ekani isbotlangan. Tashqi tahdidlar kiberjinoyatchilar, xakerlar, botnetlar,

davlat tomonidan qo'llab-quvvatlanadigan guruhlar yoki boshqa tashqi manbalar tomonidan amalga oshiriladi.

Kiberxavfsizlikning rivojlanishi bilan tahdidlar ham murakkablashib bormoqda. An'anaviy DDoS, viruslar, fishing va APT hujumlaridan tashqari, so'nggi yillarda davlat tashkilotlari, infratuzilmalar va yirik korxonalarga jiddiy xavf tug'dirayotgan yangi turdagi tahdidlar shakllandi. Quyida bugungi kundagi zamonaviy tahdidlarning eng muhim turlarini ko'rib o'tamiz.

Supply-Chain hujumi – kiberjinoyatchilar tashkilotning asosiy tizimiga bevosita hujum qilish o'rniga, ushbu tashkilot ishlatayotgan dastur, xizmat yoki uskunalarni ta'minlovchi uchinchi tomon orqali tizimga kirish yo'lidir.



2-rasm. Supply-Chain hujumini amalga oshirish algoritmi

Ransomware hujumlari – bu tizim yoki tarmoqlardagi barcha ma'lumotlarni shifrlab qo'yib, ularni ochish uchun pul talab qiladigan zararli dastur turidir.

Ushbu kibertahdid turi dastlab nisbatan yengil noqulaylik sifatida boshlangan bo'lsa-da, hozirda keng jamoatchilik muhokamasini keltirib chiqargan taniqli hujumlar tufayli jiddiy global xavfga aylangan.

2- jadval

Ransomware hujumlari turlarining tarqalish usullari va maqsadli tizimlari

Ransomware turi	Tarqatish usuli	Maqsadli tizimlar	Shifrlash usuli
Lucky	Zararli elektron pochta ilovasi	Windows	AES
WannaCry	SMB zaifligi	Windows	AES va RSA
Ryuk	Fishing elektron pochta xabarlar, botnetlar	Windows	AES va RSA
Conti	RDP protokoli	Windows, Linux	AES va RSA

Ransomware ko'pincha elektron pochta xabarlar, fribgarligi, xavfli ilovalar, buzilgan veb-saytlar yoki himoyalangan tizimlardagi zaifliklar orqali tarqaladi. Zamonaviy turlarining ba'zilar tarmoq bo'ylab tez tarqash qobiliyatiga ega bo'lib, tarmoqdagi qurilmalarga tezda tarqash

imkoniyatiga ega. Quyidagi 2- jadvalida turli xil ransomware turlarining tarqalish usullari va maqsadli tizimlari solishtiriladi.

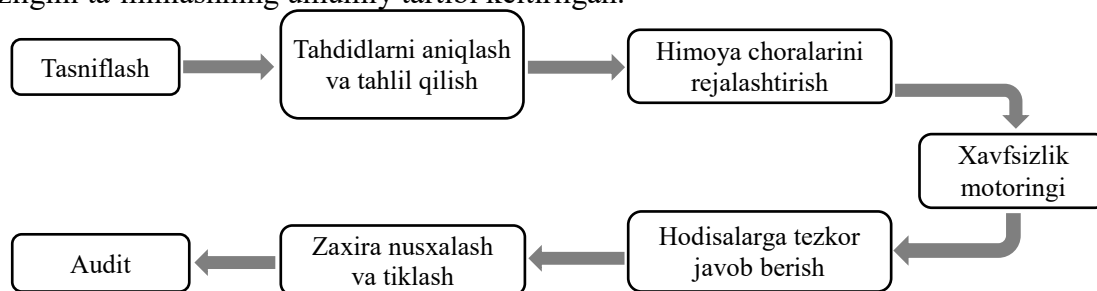
Insayder tahdidlar – tashkilotning ichki muhitidan kelib chiqadigan va ko'pincha amaldagi xavfsizlik tizimlaridan bimalol o'tib ketishi mumkin bo'lgan xavf-xatarlar turidir. Oddiy kiberhujumlardan farqli o'laroq, insayderlar xodim tizimga normal ravishda kirishi mumkin, infratuzilma haqida chuqur ichki ma'lumotga ega bo'ladi, ularni aniqlash juda qiyin, zarar ko'lamida juda katta bo'lishi mumkin bo'lgani kabi afzalliklarga ega bo'ladi. Bu turdagi tahdidlar tashkilotga tashqi hujumlarga qaraganda bir necha baravar ko'proq zarar yetkazishi mumkin.

Yuqorida keltirilgan tahlillar shuni yaqqol ko'rsatadiki, axborot xavfsizligi bugungi kunda faqat texnik yoki dasturiy muammo emas, balki ijtimoiy-iqtisodiy barqarorlik, milliy xavfsizlik hamda davlat suverenitetining asosiy tayanchiga aylangan. Tarixiy rivojlanishda axborotning rolining o'sishi, uning shakllanish va himoya usullarining evolutsiyasi bilan birga, tahdidlar ham tobora murakkablashib, aqlli, koordinatsiyalangan va global darajada amalga oshirila boshladi. Ayniqsa, supply-chain hujumlari, rivojlangan ransomware sxemalari va insayder xavflarining o'sishi, an'anaviy "devor qurish" prinsipiga asoslangan himoya yondashuvlarining yetarli emasligini isbotlaydi.

Yuqoridagi tahlillar axborotning jamiyat taraqqiyotidagi o'rni tobora ortib borayotganini hamda zamonaviy raqamli muhitda axborot xavfsizligi tahdidlari murakkablashib, ko'p qirrali tus olayotganini ko'rsatadi. Ichki va tashqi xatarlarning kuchayishi, ayniqsa zamonaviy tahdidlarning keskin o'sishi an'anaviy himoya mexanizmlarining yetarli emasligini isbotlamoqda. Bu esa xavfsizlikni boshqarish tizimlarini qayta ko'rib chiqishni, zamonaviy yondashuvlar va standartlar asosida mustahkamlash zaruriyatini yuzaga chiqarmoqda.

Axborotning maxfiylik, yaxlitlik va mavjudlik tamoyillariga muvofiq himoyalaniishi bilan bir qatorda uni to'g'ri toifalash ham tashkilot xavfsizlik siyosatining ajralmas qismi hisoblanadi. Axborot qiymati va sezgirligiga mos himoya choralarini belgilash, resurslarni samarali taqsimlash hamda tizimni xalqaro standartlarga moslashtirish aynan toifalash orqali ta'minlanadi.

Shu bois, navbatdagi bo'limda axborot xavfsizligini ta'minlashning zamonaviy usullari va axborotlarni toifalash jarayonida xalqaro va milliy tajriba tahlil qilinadi. 3- rasmda Axborot xavfsizligini ta'minlashning umumiy tartibi keltirilgan.



3-rasm. Axborot xavfsizligini ta'minlash jarayoni

Axborot xavfsizligini ta'minlash jarayoni tahdidlarni baholash va xavfsizlik tamoyillarini aniqlashdan boshlanadi. Bu jarayon, o'z navbatida, tashkiliy, texnik va huquqiy chora-tadbirlarni o'z ichiga oluvchi kompleks tizim hisoblanadi. Axborot xavfsizligini ta'minlashning asosiy bosqichlari quyida keltirilgan tartibda amalga oshiriladi:

1. Huquqiy-me'yoriy asosni shakllantirish ya'ni siyosatni belgilash. Bu bosqichda amaldagi qonunlar asosida tashkilotning Axborot xavfsizligi siyosati, yo'riqnomalar va ichki nizomlar ishlab chiqiladi va tasdiqlanadi.

2. Axborot resurslarini inventarizatsiya qilish va tasniqlash. Tashkilotdagi barcha ma'lumotlar, hujjatlar, apparat va dasturiy ta'minot resurslari ro'yxatga olinadi. Ushbu resurslarning muhimlik darajasi bo'yicha tasnifi (toifasi) belgilanadi.

3. Tashkiliy va nazorat chora-tadbirlarini joriy etish. Xodimlarning axborot tizimlaridan foydalanish vakolati belgilab olinadi. Bunda foydalanuvchilarni autentifikatsiya qilish joriy qilinadi. Xodimlar axborot xavfsizligi bo'yicha doimiy o'qitiladi va sinovdan o'tkaziladi.

4. Texnik himoya mexanizmlarini qo'llash. Tarmoq perimetrini himoyalash maqsadida Antivirus, Firewall, IDS/IPS tizimlari o'rnatiladi. Maxfiy ma'lumotlarni uzatish va saqlashda kriptografik himoyalash vositalari qo'llaniladi. Axborot yaxlitligini ta'minlash uchun zaxiralash va tiklash mexanizmlari tashkil etiladi.

5. Doimiy monitoring, audit va hodisalar boshqaruvi. Axborot tizimlarida amalga oshirilayotgan barcha jarayonlar loglarda qayd etib boriladi. Ichki yoki tashqi xavfsizlik auditi orqali tizim holati tahlil qilinadi. Aniqlangan xavfsizlik hodisalari (insidentlar) bo'yicha tezkor bartaraf etish va qayta tiklash choralari ko'riladi.

6. Tizimni qayta tiklash rejasi. Tizim ishdan chiqishi, elektr uzilishlari yoki kiberhujumlar kabi favqulodda holatlar yuz berganda harakat qilish tartibi ishga tushiriladi. Tizimni tezda qayta tiklash uchun zaxira serverlar ishga tushiriladi.

Xulosa

Ushbu maqolada axborot xavfsizligini ta'minlashning zamonaviy yondoshuvlari va tahdidlarga qarshi kurashish mexanizmlari tahlil qilindi. Axborot xavfsizligi bugungi kunda nafaqat texnik muammo hisoblanadi, balki ijtimoiy, iqtisodiy va siyosiy barqarorlikni ta'minlashda muhim rol o'ynaydi. Axborotning jamiyat taraqqiyotidagi ahamiyatining oshishi bilan, uning himoyasini ta'minlash zarurati ham ortmoqda. Zamonaviy tahdidlar, jumladan, Supply-chain hujumlari va Ransomware kabi tahdidlar, an'anaviy xavfsizlik choralari samarali emasligini ko'rsatmoqda.

Axborot xavfsizligini ta'minlashda ichki va tashqi tahdidlarga qarshi kompleks tizimlar yaratish zarur. Ichki tahdidlar xodimlarning xavfsizlik qoidalariga rioya qilmasligi yoki qasddan zarar yetkazishiga, tashqi tahdidlar esa kiberjinoyatchilar va xakerlar tomonidan amalga oshiriladi. Shuning uchun, axborot tizimlarini yangilash, xavfsizlik siyosatini doimiy ravishda yangilash va xodimlarni o'qitish muhim hisoblanadi.

Xulosa qilib aytganda, axborot xavfsizligini ta'minlashda texnik, tashkiliy va ijtimoiy yondoshuvlarni birlashtirish zarur. Bu orqali axborotning maxfiylik, yaxlitlik va mavjudlik tamoyillarini to'liq amalga oshirish va xavfsizlikni samarali ta'minlash mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

[1] <https://selectel.ru/blog/infosec>.

[2] <https://www.cloudflare.com/learning/security/what-is-a-supply-chain-attack/>

[3] <https://www.exabeam.com/explainers/information-security/top-ransomware-statistics-and-recent-ransomware-attacks-2025/>.

[4] Ransomware: What You Need to Know. Cyber Intelligence Team, The Hague, 15/12/2016. Europol Public Information.

[5] WannaCry Ransomware: Analysis of Infection, Persistence, Recovery Prevention and Propagation Mechanisms. M., Vassilios G. and Michael D..

[6] Ryuk Ransomware Detection Using Ord. 2445 Augustine Drive Suite 601. Santa Clara, CA 95054. Federal bureau of Investigation, Cyber Division

[7] Conti Ransomware Attacks Impact Healthcare and First Responder Networks. FBI FLASH 20 may 202, Alert number CP-000147-MW.

[8] Top Cybersecurity Threats to Watch in 2025. <https://onlinedegrees.sandiego.edu/top-cyber-security-threats/>.

[9] Emma Onraet, Kristof Dhont nad Alain van Hiel (2014). The relationships between internal and external threat and right-wing attitudes: A three-wave longitudinal study. Personality, and Social Psychology bulletin.

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ОГНЕМ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ЧАСТИ ЗРВ ПРИ ОТРАЖЕНИИ УДАРА ОПЕРАТИВНО-ТАКТИЧЕСКИХ РАКЕТ

д.ф.т.н. (PhD), доцент Б.С. НУРМЕТОВ

Институт информационно-коммуникационных технологий и военной связи УВБуО РУ

Аннотация. В данной статье рассматриваются особенности управления огнем подразделений части зенитных ракетных войск, выбора позиции командного пункта зенитной ракетной системы при отражении удара оперативно-тактических ракет, порядок принятия решения и постановки задач командирами, сосредоточения сил и средств подразделений к ведению эффективных боевых действий, а также применение различных способов отражения удара оперативно-тактических ракет противника.

Ключевые слова: противоракетная оборона, зенитный ракетный дивизион, линия боевого соприкосновения, зона противовоздушной обороны, ракетоопасный сектор, радиолокационная информация.

Annotatsiya: Ushbu maqolada Zenit-raketa qo'shinlari bo'linmalarining otishni boshqarish xususiyatlari, operativ-taktik raketalarning zarbasini qaytarishda Zenit-raketa tizimining qo'mondonlik punktining pozitsiyasini tanlash, qo'mondonlar tomonidan vazifalarni hal qilish va belgilash tartibi, bo'linmalar kuchlari va vositalarini samarali jangovar harakatlarni amalga oshirishga jamlash, shuningdek turli xil usullardan foydalanish xamda dushmanning operativ-taktik raketalarning zarbasini qaytarish usullari ko'rib chiqiladi.

Kalit so'zlar: raketaga qarshi mudofaa, Zenit-raketa bo'limi, jangovar aloqa liniyasi, havo mudofaasi zonasi, raketa xavfi sektori, radar ma'lumotlari.

Abstract: This article discusses the features of fire control by units of the anti-aircraft missile forces, the choice of the command post position for the anti-aircraft missile system when repelling a strike by operational-tactical missiles, the procedure for making decisions and setting tasks by commanders, the concentration of forces and means of units for conducting effective combat operations, and the use of various methods for repelling the strike of operational-tactical missiles by the enemy.

Keywords: missile defense, anti-aircraft missile division, combat contact line, air defense zone, missile-dangerous sector, radar information.

Анализ объектов, составляющих цели и задачи первого массированного удара воздушного противника в ходе проведения им воздушно-наземной наступательной операции в приграничном (приморском) районе ПВО, опыт вооруженных конфликтов последних десятилетий позволяют сделать вывод о том, что в полосе, удаленной от государственной границы (линии боевого соприкосновения - ЛБС) на 100...180 км, а в перспективе до 200...300 км и более, задачи по их уничтожению будут решаться при широком применении вероятным противником оперативно-тактических ракет (ОТР) различных типов.

В процессе подготовки стрельбы и управления огнем зенитного ракетного дивизиона (зрдн) для решения задачи отражения удара оперативно-тактических ракет по обороняемому объекту командир бригады должен оценить:

возможности бригады по ведению разведки баллистических целей;

возможности зенитного ракетного дивизиона по обстрелу баллистических целей, летящих по различным траекториям в реализуемом противником диапазоне углов их падения, с учетом положения зенитного ракетного дивизиона в боевом порядке относительно объекта обороны.

Решение данной задачи возможно при наличии у командира следующего объема информации о противнике:

тип оперативно-тактических ракет, используемых противником, их максимальная дальность (d_{max});

положение пункта управления (ПУ) оперативно-тактических ракет относительно линии боевого соприкосновения ($L_{пу}$) и удаление объекта обороны от ЛБС ($L_{ЛБС}$);

наиболее вероятное направление появления ОТР.

В результате оценки этой информации определяются границы области возможного появления баллистической цели (БЦ) (потребной области разведки), которые характеризуются величиной ракетоопасного сектора по азимуту ($\Delta\beta_{PO}$) и ожидаемыми углами падения БЦ (Θ_{min} Θ_{max}) [1].

Величина ракетоопасного сектора по азимуту определяется в соответствии с выражением (1).

При заданном удалении позиции пусковых установок относительно объекта удара реализуемый диапазон углов падения оперативно-тактических ракет характеризуется минимальным и максимальным углами их падения (Θ_{min} Θ_{max}), рассчитанными в соответствии с выражением (2).

Левая и правая границы зоны обороны определяются значением предельного курсового параметра ($P_{пр}$) [2].

Приведенные соотношения позволяют достаточно точно оценить границы зоны обороны только при навесных и оптимальных траекториях полета БЦ. Порядок решения этой задачи рассмотрен на конкретном примере.

Пример. По данным оперативной разведки батарея ракет типа "Ланс" ($d_{max} = 125$ км) начала развертывание на позиции, расположенной под азимутом 98° и на удалении 109 км от объекта, обороняемого группой дивизионов в составе командного пункта и трех зенитных ракетных дивизионов. Необходимо оценить возможности группы дивизионов по ведению разведки баллистических целей (БЦ) [2;3].

Решение:

Расчет размеров ракетоопасного сектора ($\Delta\beta_{PO}$):

$$\Delta\beta_{PO} = 2 \arccos\left(\frac{L_{пу} + L_{ЛБС}}{d_{max}}\right) = 2 \arccos\left(\left(\frac{80+29}{125}\right)\right) \approx 58^\circ \quad (1)$$

$$\Theta_{min} = 0,5 \arccos\left(\frac{L_{пу} + L_{ЛБС}}{d_{max}}\right) = 0,5 \arcsins\left(\left(\frac{80+29}{125}\right)\right) \approx 30^\circ \quad (2)$$

$\Delta\beta_{PO}$ – величина сектора по азимуту;

$L_{пу}$ - линия боевого соприкосновения с пунктом управления;

$L_{ЛБС}$ - линия боевого соприкосновения;

Θ_{min} Θ_{max} – характеристики минимальные и максимальные углы падения БЦ.

Таким образом, в данной тактической обстановке область воздушного пространства, в которой возможно появление баллистической цели, в вертикальной плоскости ограничена углами места 30° и 60° , а в горизонтальной плоскости - азимутом левой и правой границ ракетоопасного сектора:

$$\beta_{лев} = \beta_{ро} - \frac{\Delta\beta_{ро}}{2} = 98 - \frac{58}{2} = 69^\circ \quad (3)$$

$$\beta_{прав} = \beta_{ро} + \frac{\Delta\beta_{ро}}{2} = 98 + \frac{58}{2} = 127^\circ \quad (4)$$

Данная область представляет собой потребную зону разведки БЦ средствами группы дивизионов (рис. 1).

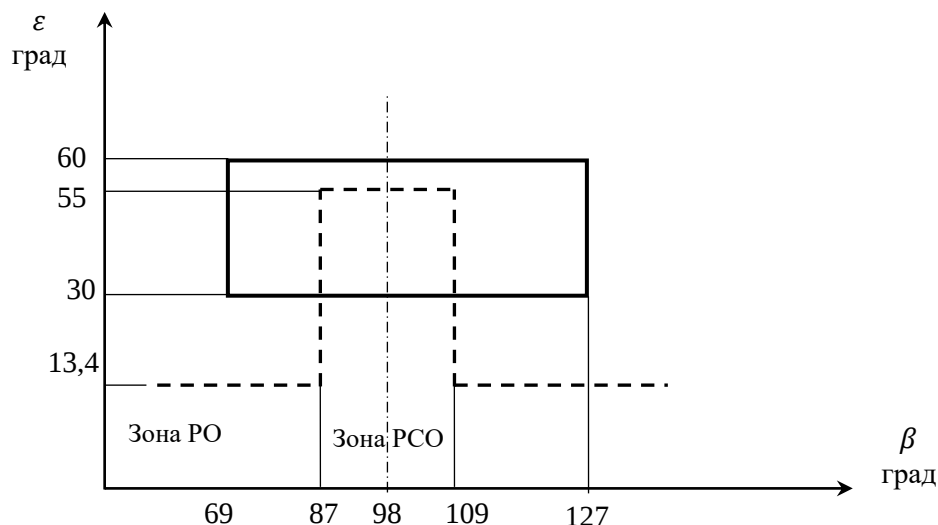


Рис. 1. Потребная зона разведки тактических ракет источником радиолокационной информации

Сравнение размеров этой зоны с реализуемыми размерами сектора источника радиолокационной информации (РЛИ) КП, используемого при обнаружении БЦ, позволяет командиру группы дивизионов принять решение на организацию разведки траектории ракет (ТР).

В ситуации, рассмотренной в примере, реализуемые размеры этого сектора не обеспечивают ведение разведки ТР в пределах потребной зоны разведки как по максимальному углу падения ТР (60°), так и по ширине ракетоопасного сектора (58°).

Данный факт требует от командира бригады привлечения к ведению разведки ТР станции наведения ракет (СНР) зенитного ракетного дивизиона. При этом он должен определить для каждого зрдн начальные значения угла места назначаемого сектора автономного обнаружения и его биссектрисы. Вариант решения может иметь вид, представленный на рис. 2.

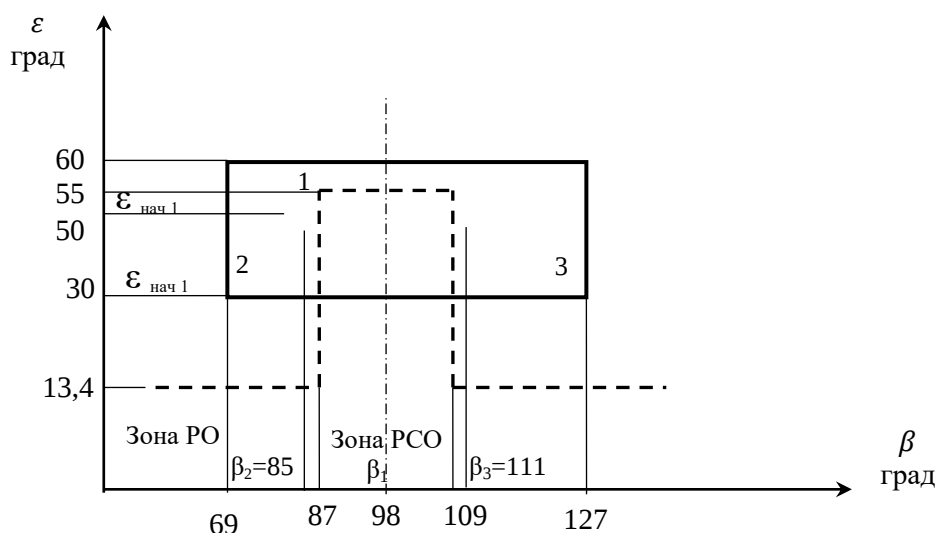


Рис. 2. Вариант построения системы разведки ТР с использованием станции наведения ракет зрдн

В рассматриваемом примере решение на привлечение СНР для ведения разведки ТР является оправданным, так как ТР типа "Ланс" имеет максимальное значение скорости полета, не превышающее ее предельное значение.

Анализ параметров зоны обороны зрдн и ее положения относительно точки стояния дивизиона показывает, что они в большой степени зависят от реализуемой в данных условиях траектории полета ОТР.

Наиболее вероятным вариантом отражения удара ОТР бригадой будет такой, когда ее боевой порядок будет адаптирован к решению задач противосамолетной обороны (объектовый характер обороны). В этом случае по отношению к направлению удара ОТР часть зрдн в боевом порядке может оказаться за объектом обороны, а остальные перед ним.

При принятии решения на оборону объекта необходимо дополнительно решить задачу или выбора рациональных удалений позиций зрдн от объекта, или оценки возможностей каждого из зрдн в существующем боевом порядке по реализации их огневых возможностей.

Одним из основных показателей огневых возможностей зрдн является количество стрельб ($N_{СТР}$), проводимое за время удара воздушного противника заданной продолжительности ($T_{уд}$). С учетом конфигурации зоны поражения ЗРК данный показатель при прочих равных условиях зависит от положения позиции зрдн ($L_{СП}$) относительно объекта обороны (точка прицеливания ОТР) по направлению $\beta_{ро}$. Примерный характер такой зависимости для заданной траектории ОТР представлен на рис. 3.

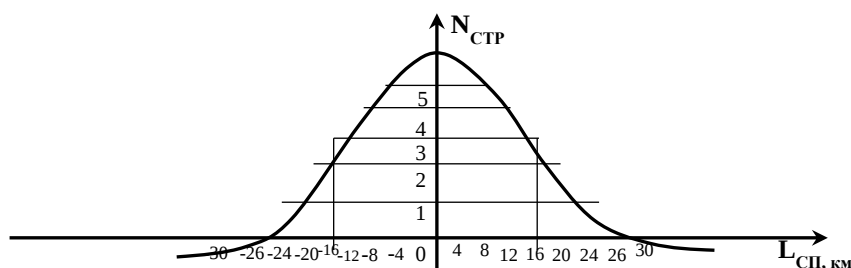


Рис. 3. Зависимость $N_{СТР}$ от удаления позиции дивизиона от объекта

Для заданной величины $N_{СТР}$ по приведенной зависимости можно определить диапазон допустимых значений удаления зрдн от объекта ($L_{СП}$), при которых он выполнит поставленную задачу. Для условий, приведенных на рис. 2 (оптимальная траектория полета ОТР), зрдн обеспечит выполнение боевой задачи с проведением не менее трех стрельб при удалении его позиции на 16 км впереди объекта ($+L_{СП}$) или на 22 км позади него ($-L_{СП}$).

Применение противником настильных траекторий оперативно-тактических ракет ($\theta_{п}=20^{\circ}$) обеспечивает проведение указанного количества стрельб при удалении позиций ($L_{СП}$), превышающих их нормативные значения, используемые для построения боевого порядка группировки ЗРВ для целей противосамолетной обороны.

При выполнении задачи ведения тактической противоракетной обороны (ПРО) из боевого порядка, адаптированного к ведению противосамолетной обороны, командир бригады, оценив реализуемые противником траектории (диапазон углов), должен конкретизировать задачу каждому зрдн с учетом его положения в боевом порядке группировки и указать лицам боевого расчета КП порядок выдачи целеуказания (ЦУ) в зрдн, обеспечивающий максимальную реализацию их огневых возможностей с учетом конкретной траектории падения БЦ.

Выбор места источника РЛИ КП в позиционном районе бригады должен также осуществляться с учетом достаточно большого числа противоречивых факторов. При этом его расположение должно обеспечить требуемые дальности обнаружения ОТР при запуске их с максимальной дальности и своевременную выдачу информации ЦУ на зрдн. Кроме того,

КП должен размещаться вне прикрываемого объекта, обеспечивать качественную работу средств связи, а также находиться под прикрытием зрдн в общей системе огня группировки.

Наиболее критичным из этой суммы факторов является фактор своевременности выдачи ЦУ зрдн для максимальной реализации огневых возможностей. Критичность этого фактора состоит в том, что он накладывает серьезные ограничения на величину выноса позиции зрдн относительно позиции командного пункта зенитной ракетной системы (КП ЗРС) в направлении ожидаемого удара ОТР. При этом вынос позиции зрдн вперед по отношению к КП ЗРС на расстояние, большее определенного значения при вполне определенной дальности обнаружения ОТР источником РЛИ, приводит к ограничению реализуемой зоны поражения по максимальным дальностям стрельбы [4].

При значительном выносе КП ЗРС относительно позиции зрдн вперед может наступить ограничение по ближней границе зоны поражения, так как минимально реализуемая дальность выдачи ЦУ в этом случае будет обеспечивать обстрел ОТР только в районе дальней границы зоны поражения ЗРК.

Указанные обстоятельства приводят к необходимости проведения дополнительной оценки возможностей источника РЛИ по ведению разведки ОТР или выбора для него соответствующей позиции.

Таким образом, с точки зрения максимальной реализации потенциальных возможностей источника РЛИ по обнаружению ОТР на предельных дальностях позицию командного пункта зенитной ракетной системы (КП ЗРС) предпочтительно выбирать на максимально возможном удалении от биссектрисы ракетноопасного сектора вплоть до расположения ее на фланге группировки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

[1] Кондратюк Е. Основные направления развития гиперзвукового оружия воздушного базирования в США // Зарубежное военное обозрение. 2018. № 7. С. 50–58.

[2] Стрельников Д. Концептуальные взгляды командования ВВС США на развитие беспилотной авиации // Зарубежное военное обозрение. 2017. № 5. С. 51–61.

[3] Яшин С. Перспективы развития авиационных групповых средств радиоэлектронной борьбы ВС США // Зарубежное военное обозрение. 2015. № 2. С. 70–75.

[1] Ю. Взгляды руководства ВС США на ведение электронной войны в операциях XXI века с использованием сил воздушно-космического нападения // Зарубежное военное обозрение. 2015. № 9. С. 63–72.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПЛЕКСОВ РАДИОСВЯЗИ ШЕСТОГО ПОКОЛЕНИЯ ТАКТИЧЕСКОГО ЗВЕНА УПРАВЛЕНИЯ ВООРУЖЕННЫХ СИЛ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

д.ф.т.н. (PhD), доцент О.А. МИРЖАЛОЛОВ, Р.И. МУХАМЕДЖАНОВ

Институт информационно-коммуникационных технологий и военной связи УВБнО РУ

Annotatsiya. Maqolada Rossiya Federatsiyasi Qurolli kuchlari boshqarmasining taktik bo'g'inining oltinchi avlod "Azart" va "Aksion" radioaloqa komplekslarining imkoniyatlari va texnik tavsiflari muhokama qilinadi. Raqamli radioaloqaga xos bo'lgan xizmatlar spektrini taqdim etish nuqtai nazaridan 6-avlod radioaloqa komplekslariga qo'yiladigan asosiy talablar keltirilgan.

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

Аннотация. В статье рассматриваются возможности и технические характеристики комплексов радиосвязи шестого поколения «Азарт» и «Аксион» тактического звена управления Вооруженных Сил Российской Федерации. Приведены основные требования, предъявляемые к комплексам радиосвязи 6-го поколения с точки зрения предоставления спектра услуг, характерных для цифровой радиосвязи.

Ключевые слова: комплексы радиосвязи тактического звена управления, сеть прямых связей, сеть радиодоступа, сеть распределенная, помехозащищенность, скрытность, сеть радиосвязи.

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 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.

Средства радиосвязи тактического звена управления (ТЗУ) Вооруженных Сил Российской Федерации (ВС РФ) и применяемые в зоне специальной военной операции (СВО), реализованы на платформе программно-определяемого радио. Они кроме высоких характеристик радиотрактов, удовлетворяют требованиям по построению автоматизированных сетей радиосвязи.

Учитывая особенности построения современных систем радиоэлектронной борьбы, основанных на динамическом расширении спектра деструктивных воздействий в зависимости от режимов функционирования радиосредств к средствам радиосвязи ТЗУ предъявляются жесткие требования по помехозащищенности.

Опыт проведения СВО показал, что немаловажным требованием к средствам радиосвязи ТЗУ является их способность функционировать скрытно от радиоразведки противника.

Рассмотрим возможности и технические характеристики комплексов радиосвязи шестого поколения «Азарт» и «Аксион» тактического звена управления Вооруженных Сил Российской Федерации, а также их соответствие требованиям скрытности, помехозащищенности и по построению автоматизированных сетей радиосвязи.

Интегрированная сеть радиосвязи ТЗУ, организованная на основе радиосредств 6-го поколения, включает в себя три относительно самостоятельные по принципам организации, но единые по технической основе, составляющие [1]:

- сеть прямых связей (СПС);

- сеть радиодоступа (СРД);
- сеть распределенную (СР).

Сеть прямой связи представляет собой сеть, строящуюся на основе прямого взаимодействия узлов, находящихся в зоне радиовидимости. СПС применяется при отсутствии требуемой связности сети в зависимости от помеховой обстановки, условий расположения и движения корреспондентов на местности.

Сеть радиодоступа имеет архитектуру «абонентский терминал — базовая радиостанция». СРД строится на базе портативных и индивидуальных радиосредств, а также возимых радиостанций. Возимые радиостанции должны использоваться в качестве шлюзов для интеграции абонентов СРД в транспортную сеть распределенной сети. СРД обеспечивает организацию открытой или засекреченной телефонной симплексной или дуплексной радиосвязи и передачи данных между несколькими корреспондентами одновременно с возможностью адресного вызова каждого из них.

СР организуется как децентрализованная, адаптивно-меняющаяся и самовосстанавливающаяся телекоммуникационная сеть произвольной топологии на основе пакетных технологий с коммутацией и маршрутизацией на канальном и сетевом уровнях. СР организуется в автоматическом режиме при появлении узлов сети в пределах радиовидимости друг друга. Ключевыми свойствами СР является динамическая маршрутизация и автоматическая ретрансляция — возможность передачи информации между двумя узлами, находящимися вне зоны прямой радиовидимости друг друга, через промежуточные узлы. При этом маршруты, по которым осуществляется ретрансляция информации между объектами СР, определяются автоматически, исходя из текущей топологии сети и качества связей между радиостанциями [1].

Средства радиосвязи 6-го поколения тактического звена управления Вооруженных Сил Российской Федерации представлены комплексами «Азарт» и «Аксион» [2]. Общими принципами построения данных комплексов следующие:

- применение единой унифицированной платформы с возможностью программного управления конфигурацией радиостанций;
- возможность обеспечения радиосвязи в диапазонах частот от 1,5 до 2500 МГц;
- предоставление широкого спектра услуг, характерного для цифровой радиосвязи.

Отличительной особенностью радиосредств 6-го поколения является технология программно-определяемого радио, обеспечивающая основные способы формирования и обработки радиосигналов. Эти технологии позволяют формировать различные виды радиосигналов и режимов функционирования в радиостанциях.

Радиостанции комплекса «Азарт» (показан на рис. 1) учитывают воздействие современных систем радиоподавления, в частности, скорость ППРЧ составляет 20 000 скачков в секунду, что физически исключает постановку наиболее эффективных помех «в след», затрудняет применение имитационных помех. Кроме того, реализация режима ППРЧ в комплексе 6-го поколения предполагает возможность работы в широкой полосе частот, что снижает эффективность воздействия преднамеренных помех.



Рис. 1. Комплекс связи «Азарт».

Однако, негативным следствием высоких показателей помехозащиты за счет увеличения широкополосности, является ухудшение характеристик радио трактов, что определяет некоторое снижение дальности радиосвязи.

Для увеличения дальности радиосвязи в радиостанциях комплекса «Азарт» реализован режим многопролетной ретрансляции, а также подключение внешних усилителей мощности.

Для создания обширной сети передачи голосовых и текстовых данных на значительных расстояниях применяют режим IP-ретрансляции.

Радиостанции комплекса «Азарт» обеспечивают взаимодействие с транкинговыми сетями профессиональной связи стандарта TETRA (TErrestrial TRunked RAdio) при наличии базовой и коммутационной инфраструктуры [3]. Данный стандарт предусматривает реализацию временного разделения каналов (для чего может выделяться 4 тайм-слота).

В таблице 1 представлены основные характеристики радиостанций комплекса «Азарт» [4].

Возимая радиостанция Р-187-В обеспечивает возможность построения сети радиосвязи, как единой интегрированной сети связи, включающей сеть прямых связей, сеть радиодоступа и распределенную сеть с ячеистой топологией.

Радиостанция обеспечивает:

- многоканальную радиосвязь;
- ретрансляцию аналоговых и цифровых сигналов, в том числе меж диапазонную с временным разделением каналов;
- передачу речи в симплексном режиме ведения переговоров между несколькими абонентами;
- циркулярную радиосвязь;
- передачу речи в дуплексном режиме между несколькими абонентами одновременно (конференцсвязь);
- передачу высокоскоростных данных;
- передачу видеоизображения (видеоконференцсвязь в диапазонах ДМВ1 и ДМВ2);
- передачу коротких текстовых сообщений;
- файловый обмен с помощью компьютера;
- сопряжение с аппаратурой внутренней связи и коммутации объектов.

Таблица 1.

Основные характеристики радиостанций комплекса «Азарт»

Основные характеристики	Р-187-В				Р-187-П1	Р-187-П2
	ДКМВ	МВ	ДМВ1	ДМВ2	МВ-ДМВ1	МВ-ДМВ1
Диапазон рабочих частот, МГц	1,5...30	30...220	220...520	520...2500	27...520	27...1000
Мощность передатчика, Вт	100	40/100	40	10	4	4
Виды радиосетей	СПС	СПС, СРД	СПС, СРД	СПС, СР	СПС, СРД	СПС, СРД
Скорость ППРЧ, ск/с	100	20000	СПС/СРД 20000	СР-500 СПС-20000	20000	20000
Скорость передачи данных, кбит/с	до 9,6	до 256	до 2048	до 32786	до 320	до 320

Портативная радиостанция Р-187-П1 обеспечивает:

- передачу речевой преобразованной в цифровую форму информации в МВ-ДМВ диапазонах;
- передачу данных со скоростью: в МВ диапазоне - до 64 кбит/с; в ДМВ1 диапазоне в узкополосном режиме - до 256 кбит/с, в широкополосном режиме - от 2048 до 8192 кбит/с.

Новая прошивка портативных и возимых радиостанций комплекса «Азарт» реализует режим «Аксион» для встречной работы с радиостанциями соответствующего комплекса.

Портативная радиостанция Р-187-П2 имеет расширенный диапазон частот (27-1000 МГц), позволяет организовать встречную работу со всеми имеющимися средствами радиосвязи, в том числе с радиостанциями Р-187-П1 и Р-187-В. Она обеспечивает:

- ретрансляцию с временным разделением каналов;
- передачу речи в дуплексном режиме в стандарте TETRA;
- возможность маскирования речи;
- прием и передачу текстовых сообщений, навигационной информации.

Комплекс средств радиосвязи «Аксион» разработан концерном «Созвездие» и имеет по сравнению с комплексом «Азарт» расширенные возможности. Внешний вид комплекса связи «Аксион» показан на рис. 2.



Рис. 2. Комплекс связи «Аксион»

Комплекс сочетает в себе носимые и возимые виды радиостанций, дополнительные блоки, расширяющие технические и функциональные возможности радиостанций, абонентское оборудование операторов, средства пользовательского доступа и аппаратуру внутриобъектовой связи, коммутации и управления. Диапазон частот был расширен и теперь составляет 1,5 МГц ... 2,5 ГГц, что позволило увеличить дальность связи до 1000 км (декаметровые волны).

Для обеспечения сохранности габаритных размеров с предыдущим поколением и ввиду тенденции развития потребности в выносных пультах и блоках, возимая радиостанция теперь не имеет лицевой панели управления и ее роль играют либо аппаратура внутриобъектовой связи, коммутации и управления, либо абонентское оборудование операторов и средства пользовательского доступа.

Возимые радиостанции «Аксион-В» обеспечивают работу в командных сетях прямых связей, ячеистых распределенных сетях обмена данными, сетях радиодоступа, доступ в гражданские сотовые сети связи [5].

Основными возможностями радиостанций «Аксион-В» являются гибкая модульная конфигурация, высокие характеристики электромагнитной совместимости радиосредств, независимая работа в четырех радиосетях, встроенная ГЛОНАСС/GPS навигация с электронной картой; передача-прием текстовых сообщений и видео, дистанционное управление.

В таблице 2 представлены основные технические характеристики радиостанций комплекса «Аксион-В».

Для интеграции абонентов СРД в транспортную сеть распределенной сети комплексы радиосвязи шестого поколения «Азарт» и «Аксион» сопряжены с аппаратурой унифицированного комплекса управления и связи (УКУС), которая используется в качестве шлюза.

Таблица 2.

Основные технические характеристики радиостанций комплекса «Аксион-В»

O'R HX VA MU AKT VA HARBIY ALOQA INSTITUTI

Основные характеристики	Аксион-В			
	ДКМВ	МВ	ДМВ1	ДМВ2
Диапазон рабочих частот, МГц	1,5...30	30...220	220...520	520...2500
Мощность приемопередатчика, Вт	100	40	40	10
Шаг сетки частот, Гц	0,7	1	1	1
Виды радиосетей	СПС	СПС, СРД	СПС, СРД, СР	СПС, СР
Число узлов в сети	-	-	до 256	до 256
Дальность связи, км	350	20	16	6
Скорость ППРЧ, с ⁻¹	100	1200	1200	1200
Скорость передачи данных, кбит/с	до 9,6	до 256	до 2048	до 32786
Чувствительность приемника, мкВ	0,7	1	1	1

Внешний вид блоков из состава УКУС на фоне танкового шлемофона типа ТШ-4 и гарнитуры ГВШ-Б-3 показан на рис. 3.

УКУС обеспечивает совместную работу радиостанций командной связи, терминалов спутниковой связи и подключения стороннего оборудования (например, персонального компьютера (ПК) или доступа к внешней сети) [6].

УКУС способен объединить оборудование любого поколения вплоть до 6-го, спутниковую связь и многое другое оборудование в единую локальную сеть, а также подключить к внутренней сети внешнюю. Все управление сетью ведется через универсальный пульт командира (УПК) либо через ПК. Благодаря унификации работы блоков и поддержке программного обеспечения, УКУС позволяет облегчить работу с разными средствами связи и в зависимости от конфигурации значительно снизить требуемый штат специалистов для их обслуживания.



Рис. 3. Внешний вид блоков из состава УКУС на фоне танкового шлемофона типа ТШ-4 и гарнитуры ГВШ-Б-3

УКУС построен на блочном принципе работы, чьи функциональные назначения блоков можно поделить на:

- управление работой и коммутацией всей сети;
- ведение переговоров по внутренней и внешней сети;
- сопряжение со всеми видами телефонных сетей включая IP-телефонию;
- сопряжение оконечного оборудования с сетью УКУС;
- соединение по линиям HDSL на расстояниях до 2000 м;
- соединение по оптоволоконной сети на расстояниях до 20 км.

Всего насчитывается 51 блок. Такое количество определено требованиями потребителей. Функционал комплекса постоянно расширяется.

Разработанная блочная система с наличием различных исполнений позволяет сконфигурировать сеть практически под любые нужды потребителя при проектировании объектов связи. Более того, блочная система совместно с программным обеспечением позволяет в любой момент произвести изменения в конфигурации на месте, например, добавить оборудование или произвести его замену. Исходя из запросов со стороны потребителей количество блоков в будущем, вероятно, будет расти.

Таким образом унифицированный комплекс управления и связи способен обеспечить связь, включающую как переговоры внутри командно-штабной машины (боевой машины), так и передачу цифровой информации и управление другими сетями и объектами с дальностью на тысячи километров.

Заключение. Таким образом, главной отличительной характеристикой радиосредств 6-го поколения является значительное расширение рабочего диапазона частот с последующим увеличением дальности, добавление новых функциональных возможностей с сохранением уже существующих при сохранении габаритных и установочных размеров для обеспечения взаимозаменяемости с предыдущими поколениями.

Технические решения, примененные в радиосредствах 6-го поколения, предоставляют возможность организовывать интегрированные сети радиосвязи. Сетевые решения при этом основаны на интеграции разнородных сетей посредством единой адресации и реализации протокола межканальной (межсетевой) маршрутизации.

Несмотря на усложнение аппаратуры и благодаря развитию унифицированных комплексов управления и связи работа со средствами радиосвязи тактического звена становится проще, а оборудование занимает меньше места.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

[1] Пшеничников А.В., Бородулин Р.Ю., Лященко С.А. Анализ технических возможностей комплексов радиосвязи шестого поколения тактического звена управления. DOI:10.24682/3034-4050-2024-2-2-5.

[2] История завода [Электронный ресурс] // АО «Сарапульский радиозавод» [Сайт]. – URL: <http://srzudm.ru/index.php/about/zavod> (дата обращения 20.03.25).

[3] Радиостанция портативная Р-187-П1 «Азарт» по 2.2а (режим открытой связи). Памятка оператору.

[4] Методическое пособие по эксплуатации радиостанции портативной Р-187-П1 версии ПО 2.4а.

[5] Методическое пособие по эксплуатации радиостанций комплекса «Аксион-В».

[6] Аппаратура унифицированного комплекса управления и связи (УКУС). Техническое описание и инструкция по эксплуатации.

AVIATSIYA CHALG'ITUVCHI NISHONLARNI QO'LLASHDAGI YO'QOTISHLAR VA OPERATSIYALAR DAVOMIYLIGINI BAHOLASH

t.f.f.d.(PhD), dotsent X.A. Do'smatov
O'R HX va MU Harbiy aviatsiya instituti

Annotatsiya. Ushbu maqolada aviatsiya chalg'ituvchi nishonlarni qo'llash natijasida yuzaga keladigan yo'qotishlarni minimal darajaga tushirish va harbiy operatsiyalar davomiyligini samarali baholashning nazariy jihatlarini tahlilga tortilgan. Aviatsiya chalg'ituvchi nishonlarning konstruktiv va taktik-texnik xususiyatlari, ularning dushman havo hujum qurollarini chalg'itishdagi roli hamda jangovar harakatlar barqarorligini oshirishdagi ahamiyati yoritilgan. Shuningdek, statistik tahlil va matematik modellash asosida yo'qotishlar dinamikasi va operatsiya davomiyligini oldindan prognozlash imkoniyatlari keltirilgan.

Kalit so'zlar: samolyot-imitator, parvoz ma'lumotlari, aviatsiya chalg'ituvchi nishonlar, aerodinamik xususiyatlar, chalg'ituvchi nishonlarni boshqarish.

Аннотация. В данной статье проведен всесторонний анализ теоретических и прикладных аспектов минимизации потерь при использовании авиационных ложных целей и комплексной оценки продолжительности боевых операций. Рассмотрены конструктивные и тактико-технические характеристики авиационных ложных целей, их роль в отвлечении средств воздушного нападения противника и значение для повышения устойчивости боевых действий. Особое внимание уделено статическому анализу и математическому моделированию динамики потерь и прогнозированию продолжительности операций.

Ключевые слова: самолет-имитатор, данные полета, авиационные ложные цели, аэродинамические характеристики, управление ложными целями

Abstract. This article presents a comprehensive analysis of the theoretical aspects of minimizing losses associated with the use of aviation decoy targets and evaluating the duration of combat operations. It examines the structural and tactical technical features of aviation decoys, their role in diverting enemy air attack assets and their significance for enhancing the resilience of military actions. Special emphasis is placed on statistical analysis and mathematical modeling to forecast loss dynamics and operation duration in advance.

Keywords: aircraft-imitator, flight data, aviation decoy targets, aerodynamic characteristics, decoy target management.

Aviatsiya chalg'ituvchi nishonlar miqdorini hisoblash natijalariga asoslanib, ishlab chiqilgan model yordamida ushbu operatsiyaning davomiyligini aniqlaymiz.

Havo hujumidan mudofaa tizimini yakson qilish uchun $N = x_2^0 = 10AChN$ ajratilgan. Razvedka ma'lumotlariga ko'ra, havo hujumidan mudofaa tizimi "Buk-M1" $K_{ZRM} = 3$ zenit-raketa majmuasining o'ziyurar o'q otish qurilmasidan iborat [1].

Zenit raketa majmuasi vaziyatlarini yakson qilish uchun zarur bo'lgan τ_1 vaqtni aniqlaymiz, bunda aviatsiya chalg'ituvchi nishonlar havodan hujum vositalarini yetakchi guruhini simulyatsiya qilish uchun zarba guruhidan oldin parvoz qiladi. Bundan tashqari, aviatsiya chalg'ituvchi nishonlarga qarshi kurashish uchun barcha "Buk-M1" $K_{ZRM}^1 = 3$ zenit-raketa majmuasining o'ziyurar o'q otish qurilmasi jalb qilinadi.

Shuningdek, havo hujumidan mudofaa tizimini yakson qilish uchun zarur bo'lgan τ_1 vaqtni aniqlaymiz, bunda aviatsiya chalg'ituvchi nishonlar havodan hujum vositalarini himoya qilish bilan aralsh holda parvoz qiladi. Faraz qilaylik, bu holatda ularga qarshi $K_{ZRM}^2 = 1$ zenit-raketa

majmuasining o'ziyurar o'q otish qurilmasi qarshilik ko'rsatadi, qolganlari esa havodan hujum vositalarini yo'q qilishga yo'naltiriladi[2].

Ma'lumki, Buk-M1 zenit-raketa majmuasining maqsadli ekanligi $K = 2$, o'rtacha o'q otish stekli $T_s = 0.5$ daqiqa [4]. Yuqoridagi kabi, zenit-raketa majmuasining bitta "qanotli raketa" turidagi raketasi bilan nishonga urish ehtimoli $\rho_{nu} = 0.5$ ga teng deb faraz qilaylik. Qoidaga ko'ra, manyovr qiluvchi nishonni to'liq urib tushirish uchun to'siqlar sharoitida $m = 2$ raketadan o'q otish amalga oshiriladi.

Keyin, (1) ifodaga muvofiq

$$\lambda = M_{zbr} \frac{K}{T_t} (1 - (1 - \rho_{bie}))^m \quad (1)$$

"Buk-M1" zenit-raketa majmuasining o'ziyurar o'q otish qurilmasi yordamida aviatsiya chalg'ituvchi nishonlar yo'q qilish intensivligi quyidagicha bo'ladi:

$$\lambda = 12 \left(1 - \left(1 - \frac{1}{2} \right)^2 \right) = 9 \quad daqiqa^{-1}$$

Havo hujumiga qarshi mudofaa qilish orqali o'q otish samaradorligini kamaytirish koeffitsienti (2) quyidagi ko'rinishni oladi:

$$\alpha(i) = \frac{1}{N - i + 1}, \quad i = \overline{1, N} \quad (2)$$

$$\alpha(i) = \frac{1}{N - i + 1} = \frac{1}{11 - i}, \quad i = \overline{1, 10}$$

Shunday qilib, havodagi aviatsiya chalg'ituvchi nishonlar soniga qarab nishonni yo'q qilish intensivligi (3) ifodaga muvofiq quyidagicha aniqlanadi:

$$\lambda_i = \alpha(i) \lambda, \quad i = \overline{1, N} \quad (3)$$

$$\lambda_i = \frac{9}{11 - i} daqiqa^{-1}, \quad i = \overline{1, 10}$$

Har bir vaqtda $t \geq 0$ da i – aviatsiya chalg'ituvchi nishonlarni ishg'ol qilish ehtimolini tavsiflovchi (4) differensial tenglamalar tizimi quyidagicha aniqlanadi:

$$\dot{p}_0 = -\alpha(1) \lambda p_0(t) \quad \dot{p}_i = -\alpha(i+1) \lambda p_i(t) + \lambda p_{i-1}(t), \quad i = \overline{1, N-1} \quad (4)$$

(5) tizimni sonli integratsiyalash natijasida dastlabki shartlar bilan quyidagi natijalar olinadi:

$$\begin{aligned} \dot{p}_0 &= -0.9 p_0(t); & \dot{p}_5 &= -1.8 p_5(t) + 1.5 p_5(t); \\ \dot{p}_1 &= -p_1(t) + 0.9 p_0(t); & \dot{p}_6 &= -2.25 p_6(t) + 1.8 p_5(t); \end{aligned} \quad (5)$$

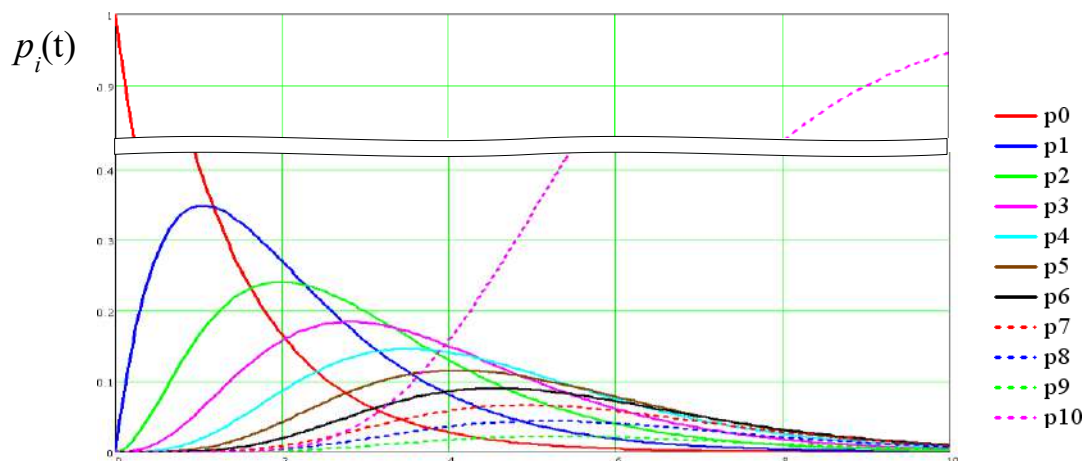
$$\dot{p}_2 = -1.125 p_2(t) + p_1(t); \quad \dot{p}_7 = -3 p_7(t) + 2.25 p_6(t);$$

$$\dot{p}_3 = -\frac{9}{7} p_3(t) + 1.125 p_2(t); \quad \dot{p}_8 = -4.5 p_8(t) + 3 p_7(t);$$

$$\dot{p}_4 = -1.5 p_4(t) + \frac{9}{7} p_3(t); \quad \dot{p}_9 = -9 p_9(t) + 4.5 p_8(t);$$

$$\dot{p}_0(0) = 1, \quad \dot{p}_i(0) = 0, \quad i = \overline{1, N-1} \quad (6)$$

Ular 1-rasm va 1-jadvalda keltirilgan [3].



1-rasm. Aviatsiya chalg'ituvchi nishonlarnitizimni sonli integratsiyalash natijasi

1-jadval.

Aviatsiya chalg'ituvchi nishonlarnitizimni sonli integratsiyalash natija jadvali

t	$p_0(t)$	$p_1(t)$	$p_2(t)$	$p_3(t)$	$p_4(t)$	$p_5(t)$	$p_6(t)$	$p_7(t)$	$p_8(t)$	$p_9(t)$	$p_{10}(t)$
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0,407	0,348	0,164	0,058	0,017	0,005	0,001	0	0	0	0
2	0,165	0,27	0,241	0,158	0,086	0,042	0,02	0,009	0,004	0,002	0,004
3	0,067	0,157	0,199	0,183	0,139	0,093	0,058	0,034	0,018	0,008	0,044
4	0,027	0,081	0,13	0,15	0,141	0,115	0,086	0,058	0,036	0,017	0,159
5	0,011	0,039	0,075	0,101	0,111	0,105	0,088	0,066	0,044	0,022	0,338
6	0,005	0,018	0,04	0,061	0,075	0,078	0,072	0,058	0,04	0,021	0,532
7	0,002	0,008	0,02	0,034	0,045	0,051	0,05	0,043	0,031	0,016	0,699
8	0,001	0,004	0,01	0,018	0,026	0,031	0,032	0,028	0,021	0,011	0,82
9	0	0,002	0,005	0,009	0,014	0,017	0,018	0,017	0,013	0,007	0,899
10	0	0,001	0,002	0,004	0,007	0,009	0,01	0,009	0,007	0,004	0,946

1-jadvaldagi ma'lumotlarga va (7) ifodasidan foydalangan holda topilgan har bir aviatsiya chalg'ituvchi nishonlar (AChN) guruhining yo'q qilishning yuqori ehtimollik vaqtlari 2-jadvalda keltirilgan.

$$\tau = t_N^* = t_{N-1}^* + \lambda^{-1} \quad (7)$$

2-jadval.

Aviatsiya chalg'ituvchi nishonlar guruhining yo'q qilishning yuqori ehtimollik vaqt momentlari

Yo'q qilingan AChNlar soni	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
AChNni guruhining yo'q qilishning yuqori ehtimollik vaqt momentlari, t_i^* , daq.	1,05	2,0	2,8	3,5	4,1	4,6	4,9	5,15	5,25	5,35

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, aviatsiya chalg'ituvchi nishonlar havodan hujum vositalari bilan aralash holda uchirilganda havo hujumidan mudofaa vositalarinining pozitsiyalarini yorib kirish operatsiyasining bosqichi davomiyligi quyidagicha bo'ladi:

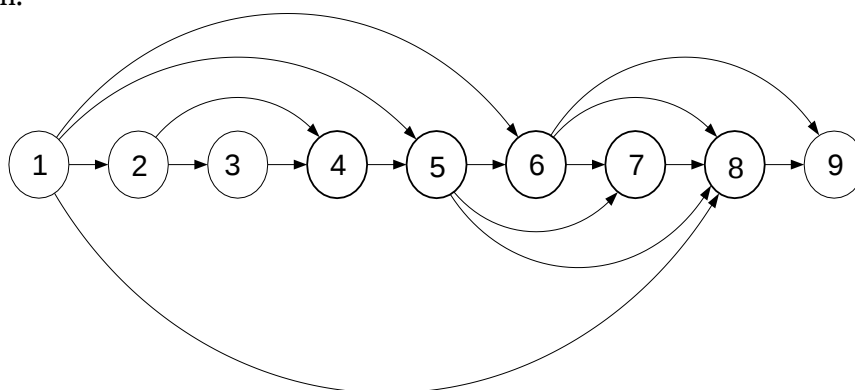
$$\tau_1 = 5 \text{ daqiqa } 21 \text{ soniya} \quad (8)$$

τ_1 va τ_2 qiymatlari havo hujumidan mudofaa tizimini yorib kirish (ochish) operatsiyasini rejalashtirishda qo'llaniladi (2-rasmga qarang) va yetakchi qaror qabul qiluvchi shaxsga

operatsiyaning turli fazasining davomiyligini aniqlashda tegishli qarorlar qabul qilish uchun taqdim etiladi [4].

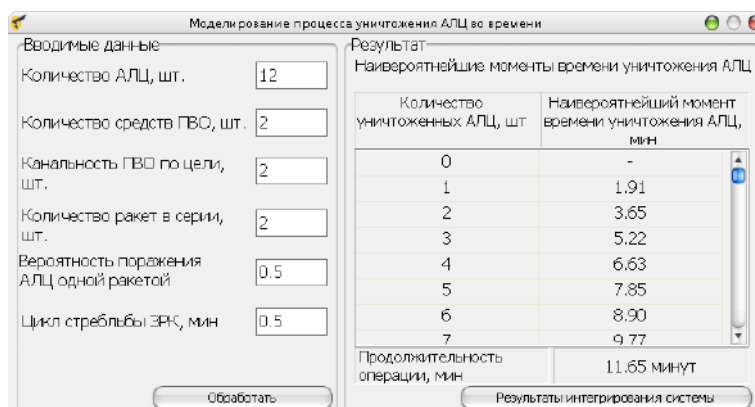
Dushmanning Havo Hujumidan mudofaa tizimlarini aviasiya chalg'ituvchi nishonlar yordamida aniqlash bo'yicha operatsiyalarni rejalashtirishda quyidagi vazifalarni bajarish lozim:

- 1) axborot beruvchi uchuvchisiz aviasiya majmualardan foydalangan holda havo hujumidan mudofaa tizimlarining ta'sir hududini razvedka qilish;
- 2) havo hujumi vositalarining zarbdor va himoya guruhi tarkibini aniqlash;
- 3) aviatsiya chalg'ituvchi nishonlarini qo'llash hududiga chiqish uchun havo hujumi vositalari parvoz yo'nalishlarini ishlab chiqish;
- 4) aviatsiya chalg'ituvchi nishonlarining zarur turlari sinfini aniqlash;
- 5) havo hujumi vositalari va aviasiya chalg'ituvchi nishonlarning aralash guruhining optimal tarkibini aniqlash;
- 6) operatsiyaning davomiyligini aniqlash va aviatsiya chalg'ituvchi nishonlar yo'qotishlarini baholash;
- 7) havodagi boshqaruv punkti va samolyot-tashuvchilarning optimal sonini aniqlash;
- 8) parvoz profillarini ishlab chiqish va aviatsiya chalg'ituvchi nishonlar boshqaruvini shakllantirish;
- 9) parvoz vazifalarini ishlab chiqish va aviatsiya chalg'ituvchi nishonlar boshqaruv tizimining xotirasiga yuklash.



2- rasm. Parvoz vazifalarini ishlab chiqish va aviatsiya chalg'ituvchi nishonlarni boshqaruv tizimining grafigi

Aviatsiya chalg'ituvchi nishonlaridan samarali foydalanish uchun dasturiy majmuasi (DM) yordamida olingan (5), (4) masalalarni yechish natijalari video shakllari 3-4-rasmlarda keltirilgan [5].



3-рasm. Aviatsiya chalg'ituvchi nishonlaridan samarali foydalanish uchun dasturiy majmuasi

t, мин	P0(t)	P1(t)	P2(t)	P3(t)	P4(t)	P5(t)	P6(t)	P7(t)	P8(t)	P9(t)	P10(t)
0.0	1.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.8	0.67	0.26	0.06	0.01	0	0	0	0	0	0	0
1.6	0.45	0.35	0.14	0.04	0.01	0	0	0	0	0	0
2.4	0.30	0.34	0.21	0.09	0.03	0.01	0	0	0	0	0
3.2	0.20	0.30	0.24	0.14	0.07	0.03	0.01	0	0	0	0
4.0	0.14	0.25	0.24	0.17	0.10	0.05	0.02	0.01	0	0	0
4.8	0.09	0.20	0.23	0.19	0.13	0.08	0.04	0.02	0.01	0.01	0
5.6	0.06	0.15	0.20	0.19	0.15	0.10	0.06	0.04	0.02	0.01	0.01
6.4	0.04	0.11	0.17	0.18	0.16	0.12	0.08	0.05	0.03	0.02	0.01
7.2	0.03	0.09	0.14	0.16	0.15	0.13	0.09	0.06	0.04	0.03	0.01
7.9	0.02	0.06	0.11	0.14	0.15	0.13	0.10	0.08	0.05	0.03	0.01
8.7	0.01	0.05	0.09	0.12	0.13	0.12	0.11	0.08	0.06	0.04	0.01
9.5	0.01	0.03	0.07	0.10	0.12	0.12	0.10	0.09	0.07	0.05	0.01
10.3	0.01	0.02	0.05	0.08	0.10	0.10	0.10	0.09	0.07	0.05	0.01
11.1	0	0.02	0.04	0.06	0.08	0.09	0.09	0.08	0.07	0.05	0.01
11.9	0	0.01	0.03	0.05	0.07	0.08	0.08	0.07	0.06	0.05	0.01
12.7	0	0.01	0.02	0.04	0.05	0.07	0.07	0.07	0.06	0.05	0.01
13.5	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.06	0.05	0.04	0.01

4 rasm. Aviatsiya chalg'ituvchi nishonlaridan samarali foydalanish uchun dasturiy majmuasi

Agar operatsiyaning davomiyligi vaqt jihatdan cheklangan bo'lsa, masalan $\varnothing = 3$ daqiqa, unda shu vaqt ichida yo'q qilingan aviatsiya chalg'ituvchi nishonlar soni (9) ifodasi bo'yicha $\bar{N} = 3$ aviatsiya chalg'ituvchi nishonlar bo'ladi:

$$\bar{N}(0) = \left[\sum_{i=0}^N i p_i(0) \right] \quad (9)$$

Keltirilgan misollar natijalarini taqqoslanganda, turli xil mezonlar asosida pareto-optimal to'plamlarning o'xshash yechimlardan iborat ekanligini ko'rish mumkin. Bu holat matritsasining turiga bog'liq bo'lib, uning kichik o'lchamlari va qoplama variantlarining sezgarsiz tanlanishi muammoni hal qilish natijalarining optimallik mezonlarining turidan ko'ra katta ta'sir ko'rsatadi.

Muammoni yechish natijasida yaratilgan aviatsiya chalg'ituvchi nishonlar oilasidan havo hujumiga qarshi mudofaa tizimini ochish operatsiyasini rejalashtirishda zarba berish guruhining havodan hujum vositalarini simulyatsiya qilishga qodir bo'lgan aviatsiya chalg'ituvchi nishonlar tanlanadi.

O'zbekiston Respublikasi Mudofaa Vazirligi ilmiy-tadqiqot laboratoriya ishlarini tahlil qilish asosida aviatsiya chalg'ituvchi nishonlariga qarshi kurashishning asosiy obyektlari va ularga ta'sir qilish usullari aniqlanib, aviatsiya chalg'ituvchi nishonlarini jangovar qo'llash usullari ko'rib chiqildi, ulardan biri dushmanning havo hujumiga qarshi mudofaa tizimini ishg'ol qilish uchun stsenariya misolida batafsil tahlil qilindi. Bunday operatsiyani rejalashtirishda hal qilingan vazifalar o'rtasidagi bog'lanish grafigi taklif qilindi, bu esa ilmiy-tadqiqot ishida hal qilingan vazifalar ketma-ketligini tizimli ravishda amalga oshirishni ta'minlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

[1] "Buk" (9K37, SA-11, Gadfly), zenit-raketa tizimi // Rossiya qurollari. Qurollar, harbiy va maxsus texnikalar katalogi. URL: <http://www.arms-expo.ru>

[2] Dusmatov X.A. Aviatsiya chalg'ituvchi nishonlarni jangovar qo'llashning asosiy vazifalari va usullari // "Harbiy aloqa va AKT xabarlar" ilmiy-uslubiy jurnalining 4(20)-2024 yil

[3] Do'smatov X.A. Uchuvchisiz uchish apparati majmualarini yaratishning asosiy tamoyillari // Havo Hujumidan mudofaa qo'shinlari va harbiy havo kuchlari ilmiy axborot jurnali 2024 1(2) 265-259 b.

[4] Do'smatov X.A. Aviatsiya chalg'ituvchi nishonlarni yaratish va qo'llash bilan bog'liq masalalarni tizimli tahlil qilish // Havo Hujumidan mudofaa qo'shinlari va harbiy havo kuchlari ilmiy axborot jurnali 2024 1(3) 18-30 b.

[5] Do'smatov X.A. Aviatsiya chalg'ituvchi nishonlarning yo'qotishlari va operatsiya davomiyligini baholashda dinamik ehtimollik modeli. Samo qalqonlari ilmiy-axborot jumali 12(4) 2024 - b.317-324.

YANGI AES-COFB AUTENTIFIKATSIYALANGAN SHIFRLASH ALGORITMI VA UNING SAMARADORLIK TAHLILI

f.-m.f.d. D.M. KURYAZOV,

*Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti huzuridagi
Radioelektron tizimlar va axborot texnologiyalari markazi kafedra mudiri*

M.M. ISAKOV,

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

Annotatsiya. Ushbu maqolada taklif etilayotgan AES-COFB autentifikatsiyalangan shifrlash algoritmi arxitekturasini, matematik modeli va STM32 mikrokontroller platformasida baholangan samaradorlik ko'rsatkichlari bayon etilgan. Algoritm natijalari Ascon, Chacha20-Poly1305, AES-CCM, AES-GCM algoritmilar bilan taqqoslab tahlil qilingan. Tadqiqot davomida algoritmning xavfsizlik, tezlik va xotira sarfi kabi ko'rsatkichlari asosida amaliy qo'llanilish imkoniyatlari asoslangan.

Kalit so'zlar: AES-COFB, autentifikatsiyalangan shifrlash, yengil vaznli kriptografiya, STM32, AEAD, xavfsizlik, samaradorlik, IoT qurilmalar.

Аннотация. В данной статье изложены архитектура, математическая модель и показатели эффективности аутентифицированного алгоритма шифрования AES-COFB, предложенного авторами, оцененные на платформе микроконтроллера STM32. Результаты алгоритма были проанализированы в сравнении с алгоритмами Ascon, Chacha20-Poly1305, AES-CCM и AES-GCM. В ходе исследования обоснована практическая применимость алгоритма с точки зрения безопасности, скорости и потребления памяти.

Ключевые слова: AES-COFB, аутентифицированное шифрование, легковесная криптография, STM32, AEAD, безопасность, производительность, устройства IoT

Abstract. This article presents the architecture, mathematical model, and performance metrics of the proposed AES-COFB authenticated encryption algorithm, evaluated on the STM32 microcontroller platform. The algorithm's results are analyzed and compared with Ascon, Chacha20-Poly1305, AES-CCM, and AES-GCM algorithms. The study justifies the practical applicability of the algorithm based on its security, speed, and memory consumption characteristics.

Keywords: AES-COFB, authenticated encryption, lightweight cryptography, STM32, AEAD, security, performance, IoT devices

Kriptografiya fanida telekommunikatsiya tarmog'ida buzg'unchining passiv hujumidan ma'lumotlarni himoyalash maqsadida maxfiylikni ta'minlashda simmetrik algoritmardan hamda to'liqlikni ta'minlashda xesh funksiya algoritmilaridan foydalanib kelingan, biroq aktiv hujum usulidan ma'lumotlarni himoyalash uchun autentifikatsiyalangan shifrlash usullariga ehtiyoj vujudga keldi. Shuningdek zamonaviy axborot texnologiyalarining jadal rivojlanishi, ayniqsa IoT (buyumlar interneti) qurilmalari sonining ortishi axborot xavfsizligiga bo'lgan talabni keskin oshirmoqda. Kiberxavfsizlik muammolari nafaqat milliy, balki global miqyosdagi dolzarb masalaga aylandi. Shu boisdan ham, an'anaviy shifrlash usullarini autentifikatsiya bilan integratsiyalash, ya'ni autentifikatsiyalangan shifrlash rejimlari va algoritmilarini ishlab chiqish va amaliyotga joriy etish muhim ahamiyat kasb etadi.

Shu bilan birga, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2024-yil 15-avgustdagi PQ-293 sonli "O'zbekiston Respublikasida kriptologiya sohasida ta'lim va ilm-fanni rivojlantirish bo'yicha qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risi"dagi qarorida IoT qurilmalari uchun shifrlash algoritmini yaratish vazifasi belgilangan [1]. IoT qurilmalarida an'anaviy simmetrik blokli (yoki uzluksiz) shifrlash algoritmilarini emas, balki autentifikatsiyalangan shifrlash algoritmilarini va rejimlarini qo'llaniladi.

Ushbu masalaning dolzarbligidan kelib chiqqan holda avvalgi tadqiqot ishida [2] AEAD (Authenticated Encryption with Associated Data – qo‘shimcha ma‘lumot orqali autentifikatsiyalangan shifrlash) algoritmlari va rejimlari, ularni ishlab chiqishdagi an‘anaviy yondashuvlar hamda qo‘llanilish sohalari bo‘yicha batafsil ma‘lumot berilgan. Shuningdek, AEAD algoritmlarini strukturaviy jihatdan sinflarga ajratgan holda teskari aloqa konstruksiyasi asosida yangi AEAD rejimining umumiy sxemasi ishlab chiqilgan [3].

Keyingi tadqiqot ishlarida AES-128 primitivini COFB (COmbined FEedBack) kombinatsiyalangan teskari aloqa rejimi bilan birlashtirgan holda yangi AEAD algoritmi ishlab chiqildi. Mazkur maqolada AES-COFB algoritmining ishlash prinsipi, uning STM32 mikrokontrolleri uchun dasturiy realizatsiyasi va boshqa AEAD algoritmlar (Ascon, Chacha20-Poly1305, AES-GCM, AES-CCM) bilan samaradorlik jihatidan taqqoslanildi hamda tadqiqot natijalari asosida mazkur rejimning turli sohalarda amaliy qo‘llanilishi bo‘yicha xulosalar keltirilgan.

AES-COFB autentifikatsiyalangan shifrlash algoritmi

Xalqaro tan olingan bir qancha AEAD algoritmlari (Ascon, Photon-beetle, GIFT-COFB, TinyJAMBU, Romulus-N) [10] tahlili shuni ko‘rsatadiki, barcha AEAD algoritmlari shartli ravishda quyidagi 4 bosqichda shifrlash va deshifrlashni amalga oshiriladi:

1. Initsializatsiya bosqichi. Bu bosqichda kalit va nonce bitlari holat satri bitlari bilan aralashtiriladi. Bundan maqsad, hujumchi initsializatsiya bosqichidan o‘tib, keyingi bosqichga kira olish qiyinligi, kalitni to‘liq tanlash qiyinchiligi bilan bir xil qilishdir.

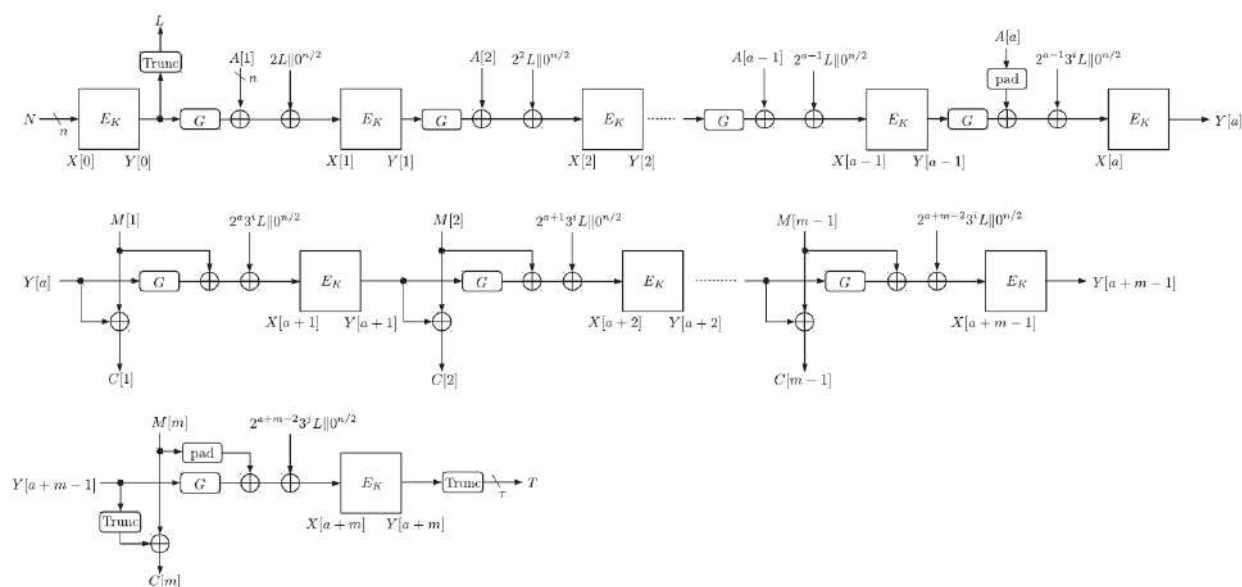
2. Qo‘shimcha ma‘lumotlarni qayta ishlash bosqichi.

3. Ochiq matnni qayta ishlash bosqichi

4. Autentifikatsiya tegini hosil qilish bosqichi

Jumladan, [3] ishda teskari aloqa asosida tuzilgan rejimlarga blokli simmetrik shifrlash algoritmlarining qo‘llanilishi optimal yechim ekanligi xulosa qilingan edi.

O‘tkazilgan tahlil natijalaridan kelib chiqib yangi AEAD rejimi ishlab chiqildi va uning sxemasi quyidagi rasmda keltirilgan:



1-rasm. COFB rejimi umumiy sxemasi

Ushbu rejimdagi teskari aloqa funksiyasi va uning tarkibidagi akslantirishlar NIST-LW tanlovi final bosqichida qatnashgan GIFT-COFB algoritmi akslantirishlari bilan bir xil. Sxemadagi EK o‘rniga blok o‘lchami 4 soniga karrali bo‘lgan ixtiyoriy blokli simmetrik shifrlash algoritmini qo‘llash mumkin [4]. Sxemada primitiv sifatida O‘zMSSt 270:2024 O‘zbekiston milliy standarti

tarkibidagi AES blokli simmetrik shifrlash algoritmi olingan. Quyidagi jadvalda sxemada umumiy foydalanilgan belgilanishlar keltirilgan.

1-jadval.

AES-COFB algoritmidagi belgilanishlar

M	ixtiyoriy chekli uzunlikdagi ochiq matn
C	shifrmtn
A	birlashtiriluvchi ma'lumot
K	uzunligi 128 bit bo'lgan maxfiy kalit
N	uzunligi 128 bit bo'lgan nonce
T	uzunligi 128 bit bo'lgan teg
L	$n/2$ uzunlikdagi satr. Boshlang'ich qiymati N (nonce) dan hosil bo'lgan shifrmtnning dastlabki $n/2$ bitiga teng
$y z$	y va z qiymatlarning konkatenatsiyasi
m	ochiq matn bloklar soni
$\text{Trunc}_r(S)$	S satrning dastlabki r bitini ajratib olish funksiyasi
n	blok uzunligi

Kalit va shifr bloki. E_K – bazaviy primitiv n – bitli blokli shifr. Bu yerda n ni 4 ga karrali deb hisoblanadi. Sxema kaliti – bu blokli shifrlash kalitidir, ya'ni K .

To'ldirish funksiyasi. $x \in \{0, 1\}^*$ uchun quyidagi Pad to'ldirish funksiyasidan foydalaniladi:

$$ad(x) = \begin{cases} x & \text{agar } x \neq \epsilon \text{ va } |x| \bmod n = 0 \\ x || 10^{(n-(|x| \bmod n)-1)} & \text{aks holda} \end{cases} \quad (1)$$

Qayta aloqa funksiyasi. Aytaylik, $Y \in \{0,1\}^n$ va $(Y[1], Y[2]) \xleftarrow{n/2} Y$, bu yerda $Y[i] \in \{0,1\}^{n/2}$. $G: B \rightarrow B$ quyidagicha aniqlanadi:

$$G(Y) = (Y[2], Y[1] \lll 1) \quad (1)$$

bu yerda X qator uchun, $X \lll r$ X ning r bit chapga surish amali.

Ushbu sxemada shifrlash va deshifrlash jarayoni 4 bosqichdan iborat:

1. Initsializatsiya bosqichi
2. Qo'shimcha ma'lumotlarni qayta ishlash bosqichi
3. Ochiq matnni qayta ishlash bosqichi
4. Autentifikatsiya tegini hosil qilish bosqichi

Shifrlash va deshifrlash jarayonlaridagi akslantirishlar bir-biridan farq qilmaydi, ya'ni bir-biriga teskari (invers) bo'lgan funksiyalar mavjud emas.

Sinov muhitini tayyorlash.

AES-COFB algoritmi uchun C dasturlash tilida realizatsiya kodi tuzildi hamda STM32 Nucleo-F103RBT6 mikrokontrollerida sinovdan o'tkazildi. STM32 Nucleo-F103RB rivojlangan prototiplash platformasi Arm Cortex-M3 yadrosi, 72 MHz chastotali ishlash, 128 KB Flash va 20 KB SRAM bilan jihozlangan [11].

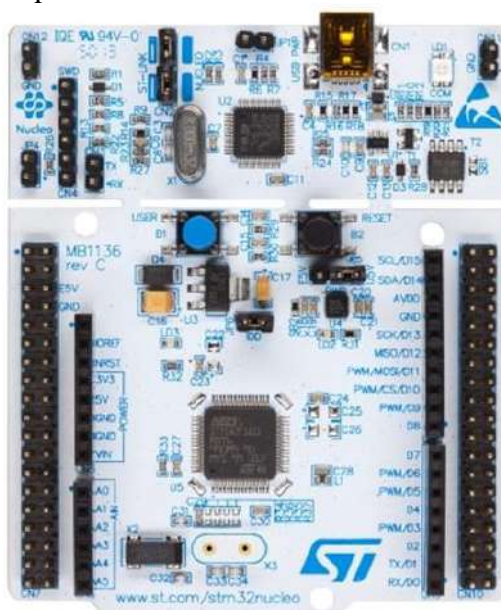
Umumiy ko'rinishi (2-rasm)

Plata o'lchamlari 68×53 mm, og'irligi 78 g, qadoqli holda $150 \times 30 \times 195$ mm. Ichki ST-LINK/V2-1 moduli orqali alohida debuggerga ehtiyoj qolmaydi va u Virtual COM port, Mass Storage hamda Debug port interfeyslarini qo'llaydi [12].

Sinov jarayonida 3 ta dasturiy ta'minotdan foydalanildi

1. STM32CubeMX - mikrokontroller periferiya sozlamalarini avtomatik tarzda generatsiya qilish uchun;
2. STM32CubeIDE - kod kompilyatsiyasi, debugging uchun;

3. PuTTY - mikrokontrollerdagi UART2 kanali orqali yuborilayotgan sinov ma'lumotlari va autentifikatsiya teglarini real vaqtda ko'rish uchun.



2-rasm. STM32 NUCLEO-F103RBT6 mikrokontrolleri

AES-COFB algoritmini test vektorlarga tekshirish

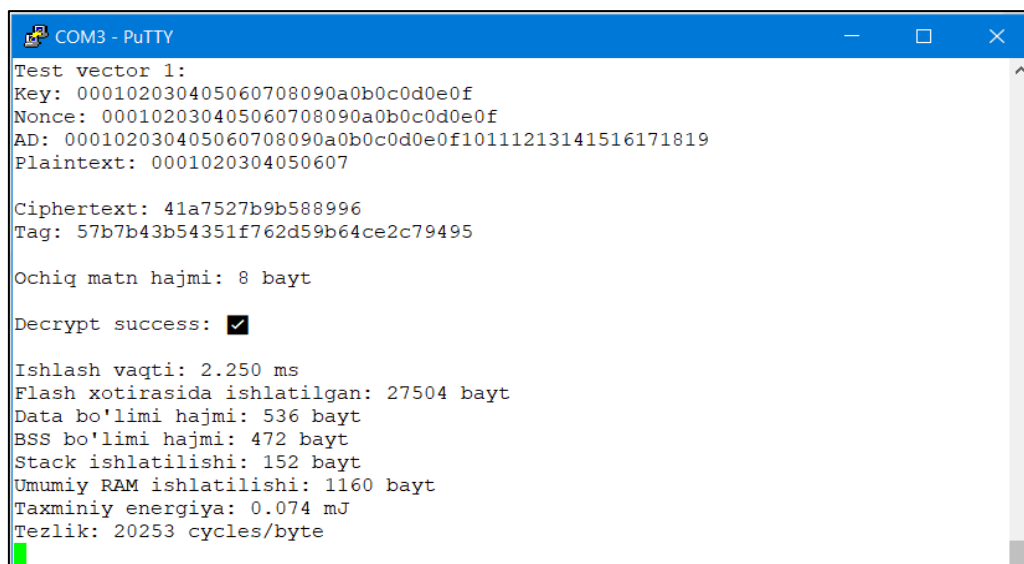
Algoritmlar to'g'ri ishlashini ta'minlash maqsadida test vektorlaridan foydalanildi. Masalan, AES algoritmini yangi ishlab chiqilgan COFB rejimi bilan birgalikda qo'llash uchun dastlab FIPS 197 hujjatida keltirilgan test vektorlarga tekshirildi [5]. AES-CCM va AES-GCM algoritmlari uchun Xalqaro standartlar va texnologiyalar instituti (NIST) ning maxsus maqolasida berilgan test vektorlari ishlatildi [6]. ChaCha20-Poly1305 uchun rasmiy RFC hujjatlaridagi (RFC 8439) test ma'lumotlaridan foydalanildi [7]. Ascon algoritmi uchun NIST tanlovi materiallaridan test vektorlar olindi [10]. Har bir test vektor va kalit bo'yicha real shifrlash/deshifrlash natijalari kutilgan (test vektoridagi) natijalar bilan taqqoslab, to'g'riligi tekshirildi.

Yangi taklif qilingan AES-COFB algoritmi uchun test vektorlar va ushbu test vektorlar bo'yicha PuTTY dasturi oynasida olingan natijalar quyida keltirilgan.

2-jadval.

AES-COFB uchun test vektorlar

№	Kalit (key)	Nonce	Qo'shimcha ma'lumot (AD)	Ochiq matn (plaintext)	Shifrmavn (ciphertext)	Autentifikatsiya tegi
1.	000102 030405 060708 090A0B 0C0D0E 0F	0001020304050 60708090A0B0C 0D0E0F	0001020304	00010203 04050607	41a7527b 9b588996	57b7b43b543 51f762d59b6 4ce2c79495
2.		0001020304050 60708090A0B0C 0D0E00	0506070809 0A0B0C0D0E 0F10111213	00010203 0405	ae4b832a c2e6	76221d7f52a 2f6d50fddd4 91c5e5d2ca
3.		0001020304050 60708090A0B0C 0D0000	1415161718 19	00010203 04050607 08090A0B 0C	1e8df0bc 1a72a268 aababea3 fd	164b7096999 d9821dd4a7c 98910e86b3



```

COM3 - PuTTY
Test vector 1:
Key: 000102030405060708090a0b0c0d0e0f
Nonce: 000102030405060708090a0b0c0d0e0f
AD: 000102030405060708090a0b0c0d0e0f10111213141516171819
Plaintext: 0001020304050607

Ciphertext: 41a7527b9b588996
Tag: 57b7b43b54351f762d59b64ce2c79495

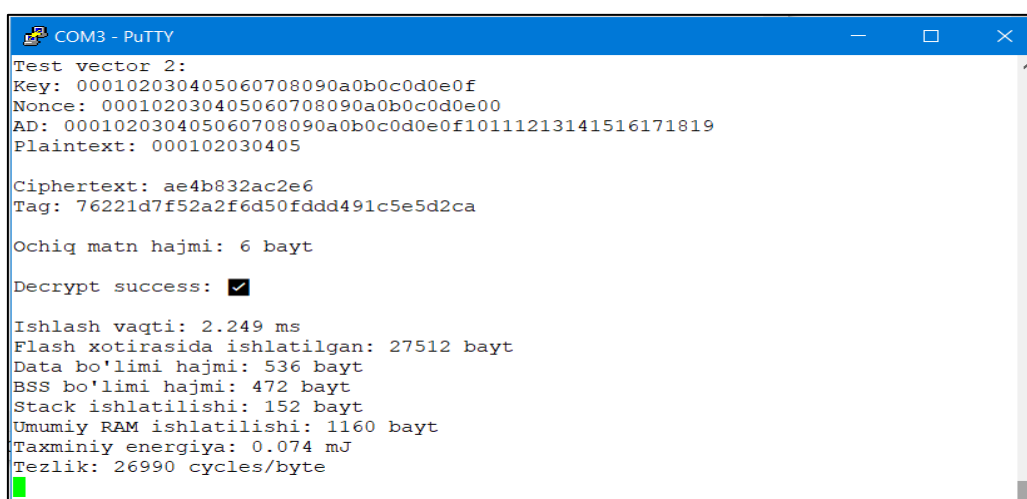
Ochiq matn hajmi: 8 bayt

Decrypt success: [checked]

Ishlash vaqti: 2.250 ms
Flash xotirasida ishlatilgan: 27504 bayt
Data bo'limi hajmi: 536 bayt
BSS bo'limi hajmi: 472 bayt
Stack ishlatilishi: 152 bayt
Umumiy RAM ishlatilishi: 1160 bayt
Taxminiy energiya: 0.074 mJ
Tezlik: 20253 cycles/byte

```

3-rasm. AES-COFB algoritmi 1-test vektorga tekshirish natijasi



```

COM3 - PuTTY
Test vector 2:
Key: 000102030405060708090a0b0c0d0e0f
Nonce: 000102030405060708090a0b0c0d0e00
AD: 000102030405060708090a0b0c0d0e0f10111213141516171819
Plaintext: 000102030405

Ciphertext: ae4b832ac2e6
Tag: 76221d7f52a2f6d50fddd491c5e5d2ca

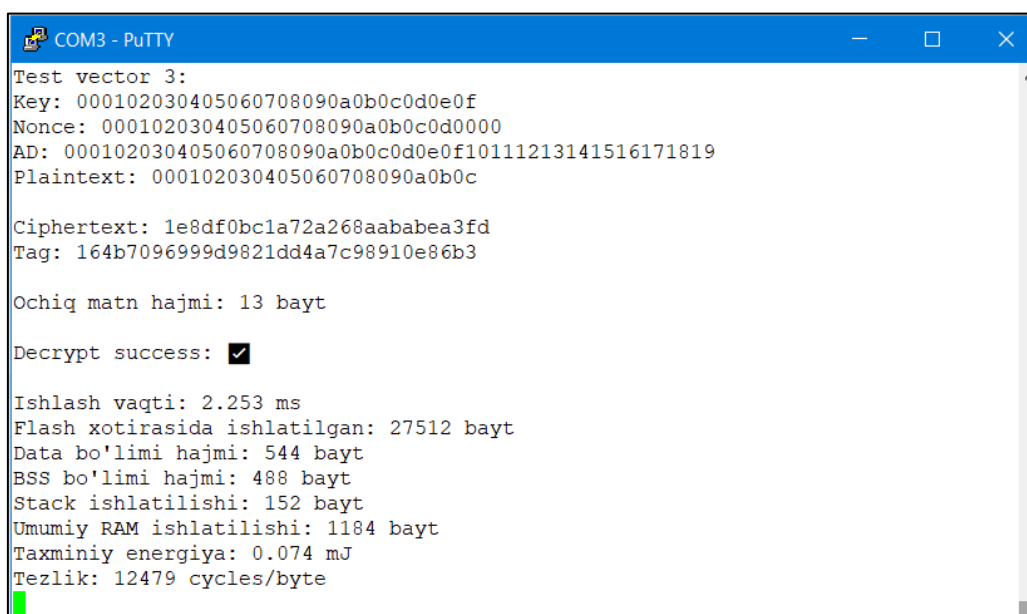
Ochiq matn hajmi: 6 bayt

Decrypt success: [checked]

Ishlash vaqti: 2.249 ms
Flash xotirasida ishlatilgan: 27512 bayt
Data bo'limi hajmi: 536 bayt
BSS bo'limi hajmi: 472 bayt
Stack ishlatilishi: 152 bayt
Umumiy RAM ishlatilishi: 1160 bayt
Taxminiy energiya: 0.074 mJ
Tezlik: 26990 cycles/byte

```

4-rasm. AES-COFB algoritmi 2-test vektorga tekshirish natijasi



```

COM3 - PuTTY
Test vector 3:
Key: 000102030405060708090a0b0c0d0e0f
Nonce: 000102030405060708090a0b0c0d0000
AD: 000102030405060708090a0b0c0d0e0f10111213141516171819
Plaintext: 000102030405060708090a0b0c

Ciphertext: 1e8df0bcla72a268aababea3fd
Tag: 164b7096999d9821dd4a7c98910e86b3

Ochiq matn hajmi: 13 bayt

Decrypt success: [checked]

Ishlash vaqti: 2.253 ms
Flash xotirasida ishlatilgan: 27512 bayt
Data bo'limi hajmi: 544 bayt
BSS bo'limi hajmi: 488 bayt
Stack ishlatilishi: 152 bayt
Umumiy RAM ishlatilishi: 1184 bayt
Taxminiy energiya: 0.074 mJ
Tezlik: 12479 cycles/byte

```

5-rasm. AES-COFB algoritmi 3-test vektorga tekshirish natijasi

AES-COFB algoritmining samaradorlik natijalari

Taklif etilgan AES-COFB algoritmi amaliyotda asosan IoT (Internet of Things – buyumlar interneti) sohasida hamda kelajakda ishlab chiqilishi rejalashtirilgan milliy TLS (Transport pog'onasi xavfsizlik protokoli) da qo'llash maqsad qilingan. IoT qurilmalari va TLS protokolidagi almashinadigan ma'lumot segmenti esa 8 KB dan oshmasligini [8] da ko'rishimiz mumkin. Shuning uchun yangi ishlab chiqilgan hamda tanlab olingan AEAD algoritmlarini sinovdan o'tkazish 0, 8, 16, 32, 64, 128 hamda 1024 baytli ma'lumotlar (ochiq matnlar) asosida o'tkazildi. Ushbu hajmdagi ma'lumotlar asosida AEAD algoritmlarining quyidagi parametrlari o'lchandi va bir-biri bilan taqqoslandi:

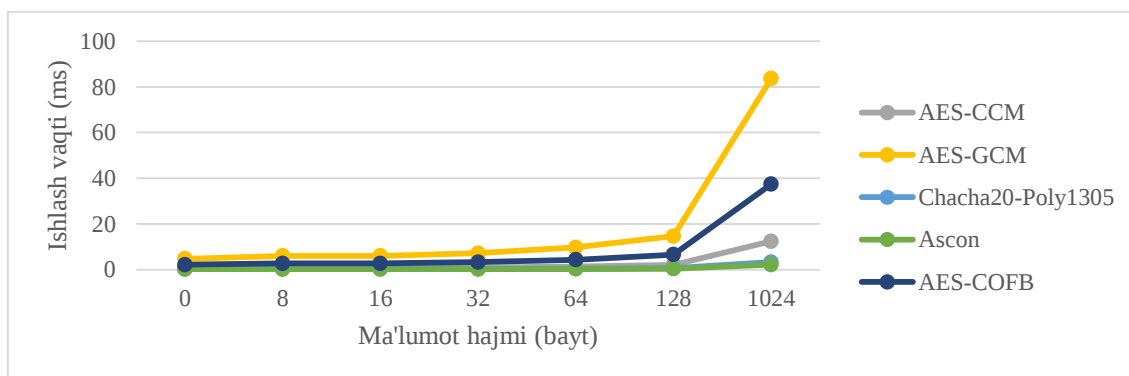
1. Ishlash (shifrlash/deshifrlash) vaqti (ms)
2. Flash xotira hajmi (bayt)
3. Tezkor xotira (RAM) hajmi (bayt)
4. Ishlash tezligi (cycles/byte)

Turli o'lchamdagi ochiq matnlar uchun o'lchangan parametrlar 3-jadvalda keltirilgan.

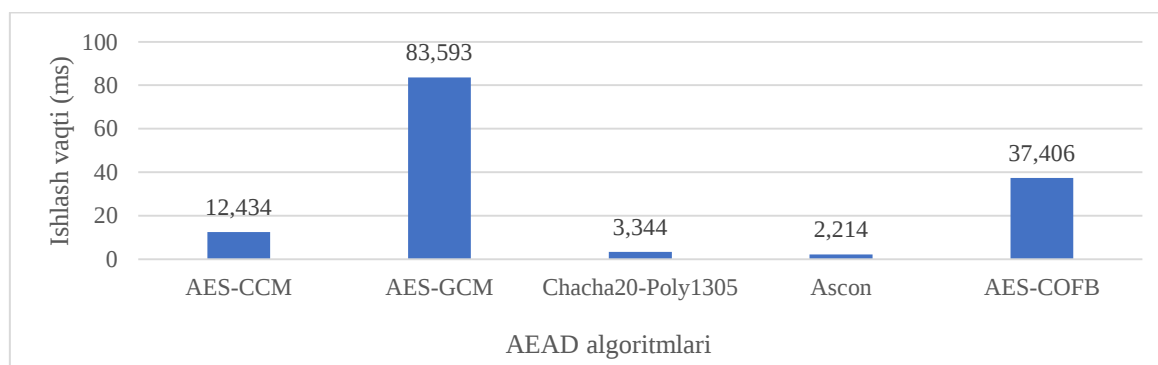
3-jadval.

AEAD algoritmlarining ishlash vaqti bo'yicha taqqoslash jadvali (ms)

№	AEAD algoritmi	Ochiq matn hajmi (bayt)						
		0	8	16	32	64	128	1024
1.	AES-CCM	0,640	0,847	0,845	1,030	1,397	2,133	12,434
2.	AES-GCM	4,836	6,065	6,079	7,295	9,799	14,686	83,593
3.	Chacha20-Poly1305	0,305	0,404	0,430	0,468	0,495	0,686	3,344
4.	Ascon	0,187	0,193	0,220	0,253	0,319	0,458	2,214
5.	AES-COFB	2,242	2,779	2,770	3,320	4,420	6,619	37,406



6-rasm. AEAD algoritmlarining ishlash vaqti bo'yicha taqqoslash grafigi



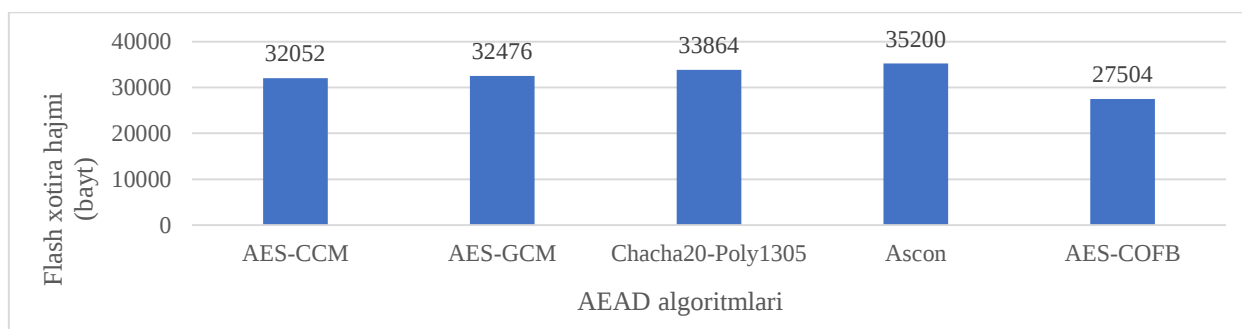
7-rasm. AEAD algoritmlarining ishlash vaqti bo'yicha taqqoslash grafigi (1024 bayt ma'lumot uchun)

Ushbu natijalardan ko‘rinib turibdiki, yangi ishlab chiqilgan AES-COFB AEAD algoritmi Ascon, Chacha20-Poly1305 va AES-CCM algoritmlaridan bir necha barobar sekin, AES-GCM algoritmidan esa 2,3 marotaba tez.

4-jadval.

AEAD algoritmlarining Flash xotira hajmi bo‘yicha taqqoslash jadvali (bayt)

№	AEAD algoritmi	Ochiq matn hajmi (bayt)						
		0	8	16	32	64	128	1024
1.	AES-CCM	31916	32044	32044	32044	32044	32044	32052
2.	AES-GCM	32412	32468	32468	32468	32468	32468	32476
3.	Chacha20-Poly1305	33744	33864	33864	33864	33864	33864	33864
4.	Ascon	35072	35200	35200	35200	35200	35200	35200
5.	AES-COFB	27440	27496	27496	27496	27496	27496	27504



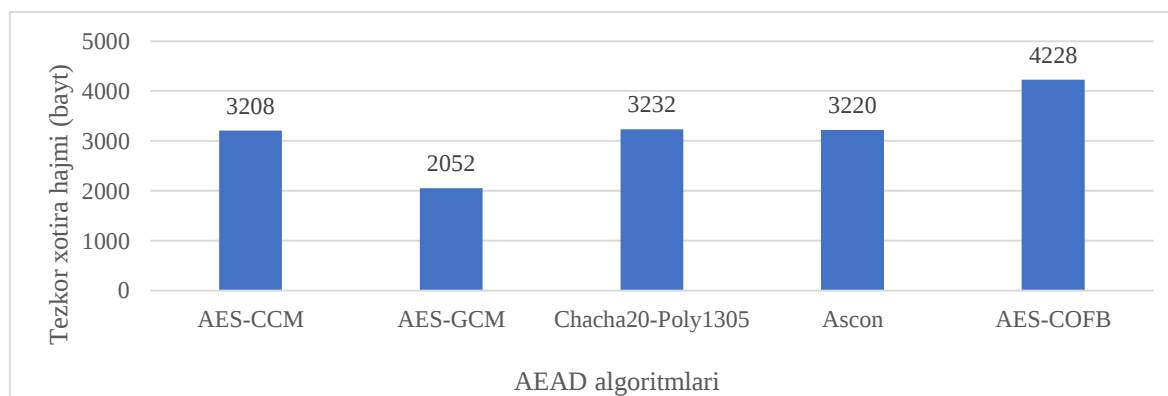
8-rasm. AEAD algoritmlarining Flash xotira hajmi bo'yicha taqqoslash grafigi (1024 bayt ma'lumot uchun)

Bu natijalar esa yangi ishlab chiqilgan AEAD algoritmi boshqa algoritmlardan Flash xotiradan egallagan hajmi bo'yicha biroz bo'lsada yutuq berayotganini ko'rsatmoqda. Ammo bunday holatlar ko'pincha Tezkor xotira (RAM) dan yutqazishga olib kelishi mumkin.

5-jadval.

AEAD algoritmlarining Tezkor xotira hajmi bo'yicha taqqoslash jadvali (bayt)

№	AEAD algoritmi	Ochiq matn hajmi (bayt)						
		0	8	16	32	64	128	1024
1.	AES-CCM	1144	1176	1192	1224	1288	1416	3208
2.	AES-GCM	1020	1036	1044	1060	1092	1156	2052
3.	Chacha20-Poly1305	1168	1200	1216	1248	1312	1440	3232
4.	Ascon	1156	1188	1204	1236	1300	1428	3220
5.	AES-COFB	1156	1180	1204	1252	1348	1540	4228

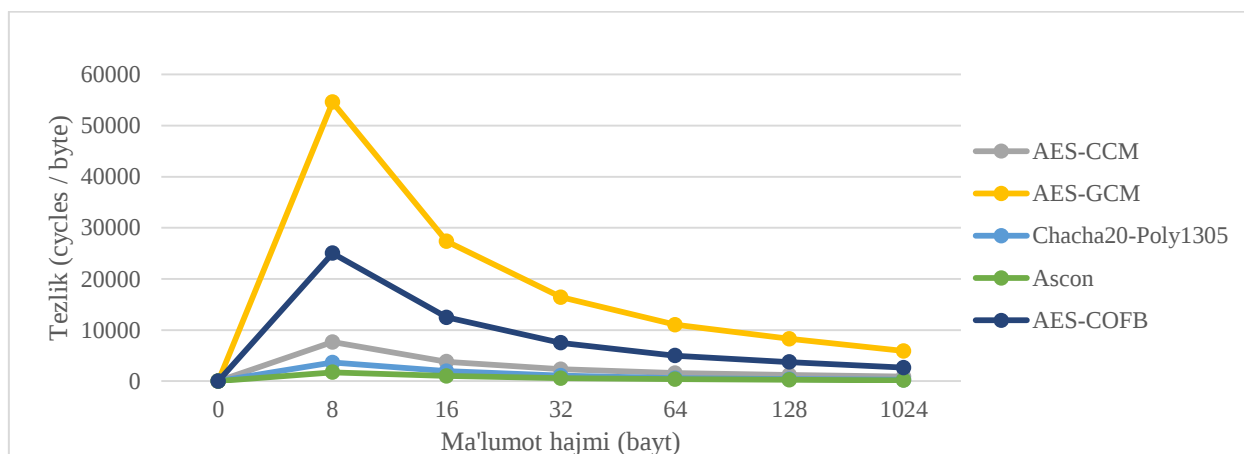


9-rasm. AEAD algoritmlarining Tezkor xotira hajmi bo'yicha taqqoslash diagrammasi (1024 bayt ma'lumot uchun)

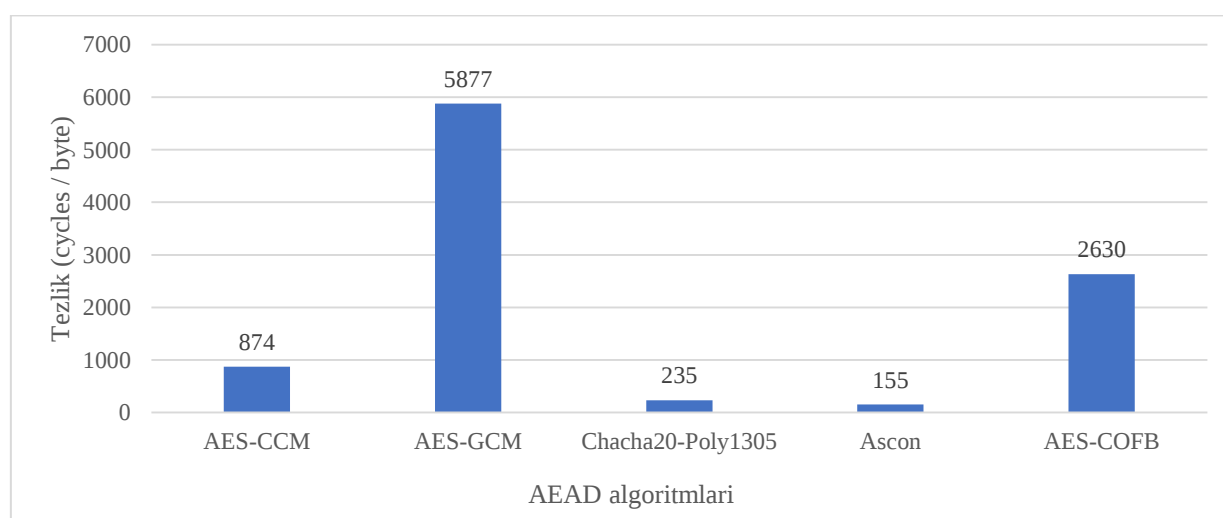
Yuqorida ta’kidlab o’tilganidek, Flash xotiradan yutuq berayotgan AEAD algoritmi Tezkor xotira (RAM) dan yutqazishga olib kelmoqda. Albatta bu natijalar juda katta farq qilmaydi. Qolaversa, bir xotira hajmini oshirish evaziga boshqa xotira hajmini kamaytirish ham mumkin, bu algoritm dasturiy ta’minotida o’zgaruvchilarni o’zgarmaslarga (yoki aksincha) aylantirish orqali amalga oshiriladi.

6-jadval.

AEAD algoritmlarining Tezlik bo'yicha taqqoslash jadvali (cycles / byte)								
№	AEAD algoritmi	Ochiq matn hajmi (bayt)						
		0	8	16	32	64	128	1024
1.	AES-CCM	0	7626	3802	2316	1571	1199	874
2.	AES-GCM	0	54587	27355	16412	11023	8260	5877
3.	Chacha20-Poly1305	0	3632	1936	1053	557	385	235
4.	Ascon	0	1735	990	569	358	252	155
5.	AES-COFB	0	25008	12466	7471	4972	3723	2630



10-rasm. AEAD algoritmlarining Tezligi bo'yicha taqqoslash grafigi



11-rasm. AEAD algoritmlarining Tezligi bo'yicha taqqoslash diagrammasi (1024 bayt ma'lumot uchun)

AES algoritmi va unga asoslangan rejimlarning xavfsizlik tahlili

Advanced Encryption Standard (AES) algoritmi 2001-yilda NIST tomonidan FIPS PUB 197 standarti sifatida qabul qilingan bo'lib [5], u hozirgi kunda eng keng tarqalgan simmetrik shifrlash

algoritmalaridan biridir. AES algoritmi yuqori samaradorlik va xavfsizlikni ta'minlaydi, shuningdek, turli xil hujumlarga qarshi mustahkamlikka ega, jumladan:

Brute-force hujum va vaqt xavfsizligi. AES-128 algoritmda kalit uzunligi 128 bit bo'lib, barcha imkoniyatlarni tekshirish uchun 3.403×10^{38} ta kalit kombinatsiyasini ko'rib chiqish kerak bo'ladi. Hatto dunyodagi eng tezkor kompyuterlar ham bu vazifani bajarishga 3.19×10^{14} yil sarflaydi. Bu amaliyotda imkonsiz hisoblanadi [9].

Ya'ni, hozirgi texnologiyalar bilan barcha kalitlarni sinab ko'rish imkonsiz.

Differensial kriptotahlil. AES-128 uchun eng yaxshi differensial hujum 7 raundli AESgacha qisqartirilgan versiyada nazariy jihatdan mumkin deb hisoblangan, ammo to'liq 10 raundli AES-128 uchun hech qanday amaliy differensial hujum mavjud emas.

AES-192 va AES-256 versiyalari ham yuqori bardoshlilikka ega, chunki ular ko'proq raundlar soniga ega (AES-192 uchun 12 bosqich, AES-256 uchun 14 bosqich) [9].

Integral kriptotahlil. Integral kriptotahlil ham tanlangan ochiq matn asosidagi hujum bo'lib, blokda baytlarning balansidan foydalanadi. AES algoritmi tuzilishi kvadrat algoritm tamoyillariga mos bo'lgani uchun unga qarshi Integral kriptotahlil qo'llanilishi mumkin.

Biroq, tahlillar shuni ko'rsatkichi, to'liq AES algoritmiga (ya'ni 10 raundli shifrlash) qarshi muvaffaqiyatli integral kriptotahlil hujumi amalga oshirilmagan, faqat AES qisqartirilgan — 4 dan 6 raundgacha bo'lgan versiyalariga nisbatan samarali hisoblanadi [9].

Xulosa. Yangi AES-COFB algoritmi STM32 mikrokontroller platformasida samaradorlik jihatidan baholanganda, Flash xotira bo'yicha eng kam resurs talab qiluvchi algoritmardan biri bo'lib chiqdi - masalan, 1024 baytli matn uchun atigi 27504 bayt Flash xotira talab etadi, bu AES-GCM algoritmiga nisbatan 15% kamroq. Shu bilan birga, AES-COFBning ishlash tezligi AES-GCM algoritmiga nisbatan 2,3 baravar tezroq bo'lib, 1024 bayt uchun 37,406 ms vaqt sarflaydi (AES-GCM uchun bu ko'rsatkich 83,593 ms). Biroq, Chacha20-Poly1305 (3,344 ms) va Ascon (2,214 ms) kabi eng yengil algoritmalar bilan solishtirilganda, AES-COFB 10 baravardan ko'proq sekin ishlaydi. Tezkor xotira (RAM) sarfi bo'yicha esa AES-COFB 4228 bayt bilan eng ko'p xotira talab qiluvchi algoritm bo'lib, bu Ascon (3220 bayt) va AES-GCM (2052 bayt) ga qaraganda ancha yuqori. Shunga qaramay, AES asosidagi COFB rejimi blokli shifrlashning mustahkam xavfsizlikka ega bo'lgan asoslariga tayanadi: 128-bitli kalit bo'yicha to'liq AES-128 algoritmiga hozirgacha amaliy differensial, integral yoki brute-force hujumlar amalga oshirilmagan.

Umuman olganda, AES-COFB algoritmi xavfsizlik darajasi yuqori bo'lgan holda resurs cheklangan IoT tizimlari, SCADA yoki CAN tarmoqlarida amaliy qo'llash uchun qulay bo'lib, ayniqsa kichik kod hajmi va Flash xotira sarfi jihatidan ustunlikka ega. Ayniqsa, IoT qurilmalarida energiya sarfi, kod hajmi va xavfsizlik muvozanatini ta'minlashda AES-COFB algoritmi samarali yechim sifatida tavsiya etilishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

[1] O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2024-yil 15-avgustdagi "O'zbekiston Respublikasida Kriptologiya sohasida ta'lim va ilm-fanni rivojlantirish bo'yicha qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida"gi PQ-293-son Qarori.

[2] Kuryazov D.M., Isakov M.M. "Autentifikatsiyalangan shifrlash sxemalarining umumiy tuzilishi va xususiyatlari tadqiqi" AKT va AHI "Kriptografiya va kiberxavfsizlikning tanlangan yo'nalishlari" bo'yicha respublika ilmiy – amaliy konferensiyasi (CRYPTO&CYBER2024). Toshkent 2024.

[3] Kuryazov D.M., Isakov M.M. "Autentifikatsiyalangan shifrlash (AEAD) rejimini ishlab chiqish" RTATM "Axborot xavfsizligi muammolari" jurnali. №1, 2024, 19-31 b.

[4] S.Banik, A.Chakraborti, T.Iwata, K.Minematsu "GITS-COFB v1.1" 35 pages. May 17, 2021.

[5] National Institute of Standards and Technology. Federal Information Processing Standards Publication 197: Advanced Encryption Standard (AES). FIPS PUB 197, November 26, 2001. Available: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/fips/nist.fips.197.pdf>

[6] NIST CAVP: “Block Cipher Modes – Test Vectors (CCM, GCM)”, NIST CSRC veb-sayti.

[7] Nir, Yoav, va Adam Langley. “ChaCha20 and Poly1305 for IETF Protocols.” RFC 8439, RFC Editor, June 2018. DOI: 10.17487/RFC8439. Available: <https://www.rfc-editor.org/info/rfc8439>

[8] Gomez, C., Crowcroft, J., Scharf, M. (2021). TCP Usage Guidance in the Internet of Things (IoT) (RFC 9006). Internet Engineering Task Force. [Online]. Mavjud: <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc9006.html>.

[9] Li, Y., et al. Analysis on AES encryption standard and safety. Proceedings of SPIE, vol. 12462, 2023. Available at: <https://www.spiedigitallibrary.org/conference-proceedings-of-spie/12462/1246215/Analysis-on-AES-encryption-standard-and-safety/10.1117/12.2662564.full> [Accessed: 28-Apr-2025].

[10] <https://csrc.nist.gov/Projects/lightweight-cryptography/finalists>

[11] <https://www.st.com/en/evaluation-tools/nucleo-f103rb.html>

[12] <https://www.st.com/resource/en/datasheet/cd00161566.pdf>

**TARMOQ ANOMALIYALARINI AVTOMATIK ELIMINATSIYALASHDA
CHEGARAVIY QIYMAT USULINI TAKOMILLASHTIRISH****t.f.f.d (PhD), dotsent I.I. NISHANOV, SH.T. MAHMUDOV***O'R HX va MU Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari va harbiy aloqa instituti*

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot tarmoq trafikida anomaliyalarni avtomatik aniqlash va eliminatsiyalash jarayonida klassik chegara qiymat (threshold) usullarining cheklovlarini yengish maqsadida takomillashtirilgan uch-komponentli model taklif qiladi. An'anaviy Z-score va kvantil usullaridan tashqari trafikning fraktal tabiatini aks ettiruvchi Hurst va DFA modellarini integratsiyalovchi adaptiv chegara qiymati ishlab chiqildi. Yakuniy threshold statistik, fraktal va mashinaviy o'rganish modellarining xato darajasiga asoslangan dinamik vaznlari orqali hisoblanadi. Taklif etilgan yondashuv stasionar bo'lmagan, heavy-tail taqsimotlarga ega, burst va LRD xususiyatli trafiklarda anomaliyalarni aniqlash aniqligini sezilarli oshiradi hamda thresholdning o'z-o'zini moslashtirish imkonini ta'minlaydi.

Kalit so'zlar: tarmoq trafiklari, anomaliya aniqlash, threshold, Z-score, kvantil, Hurst koeffitsienti, DFA, long-range dependency, heavy-tail, mashina o'rganish, adaptiv threshold.

Аннотация. В данной работе предложена усовершенствованная модель автоматической элиминации аномалий сетевого трафика, учитывающая ограничения традиционных пороговых методов. Помимо классических статистических техник (Z-score, квантильный порог), модель включает фрактальные параметры трафика, оцениваемые с помощью коэффициента Хёрста и DFA-анализа. Итоговый порог формируется как взвешенная комбинация статистического, фрактального и машинного (ML-) компонентов, где веса определяются обратной величиной ошибки каждой модели. Такой подход значительно повышает устойчивость детекции при нестационарном, heavy-tailed, LRD-характерном и burst-интенсивном сетевом трафике, обеспечивая адаптивное изменение порога в реальном времени.

Ключевые слова: сетевой трафик, аномалии, пороговый метод, Z-score, квантиль, коэффициент Хёрста, DFA, LRD, heavy-tailed распределения, машинное обучение, адаптивный порог.

Abstract. This study proposes an enhanced automated anomaly-elimination model for network traffic by overcoming the limitations of traditional threshold-based detection methods. In addition to classical statistical approaches such as Z-score and quantile thresholds, the model integrates fractal characteristics of traffic measured via the Hurst exponent and DFA analysis. The final threshold is generated as a weighted combination of statistical, fractal, and machine-learning components, where the weights are inversely proportional to each model's estimation error. The proposed hybrid threshold mechanism significantly improves robustness and accuracy under non-stationary, heavy-tailed, bursty, and long-range-dependent traffic conditions, enabling fully self-adaptive anomaly detection.

Keywords: network traffic, anomaly detection, thresholding, Z-score, quantile threshold, Hurst exponent, DFA, long-range dependence, heavy-tailed distributions, machine learning, adaptive threshold.

Raqamli infratuzilmalarning kengayib borishi va tarmoq xizmatlarining yuqori dinamikasi sharoitida trafik oqimlarini doimiy nazorat qilish va ulardagi g'ayritabiiy holatlarni o'z vaqtida aniqlash tarmoq xavfsizligining eng muhim vazifalaridan biriga aylandi. Biroq amaliy kuzatuvlar shuni ko'rsatadiki, ko'plab mavjud aniqlash tizimlari hali ham statik thresholdlarga tayanadi va bu yondashuv real trafikning o'zgaruvchan, fraktal va dispersiyasi vaqt bo'yicha siljib turuvchi tabiati oldida yetarli darajada moslashuvchan emas. Trafikning heavy-tail taqsimotlarga moyilligi, burst hodisalarining tez-tez uchrashi hamda uzun muddatli bog'lanish (LRD)ning mavjudligi oddiy thresholdlarga tayanadigan aniqlash usullarini ishonchsiz qiladi. Shu sababli ushbu tadqiqotda

statistik ko'rsatkichlar, fraktal modellash va mashinaviy o'rganish asosidagi yondashuvlarni birlashtirgan adaptiv threshold mexanizmi taklif etilib, tarmoq anomaliyalarini avtomatik aniqlashda yuqori aniqlik va barqarorlikka erishish maqsad qilingan [1].

Tarmoq anomaliyalarini aniqlash jarayonida eng muhim masalalardan biri trafik parametrlarining vaqt bo'yicha o'zgarishini to'g'ri talqin qilish va normal holatdan og'ishlarni aniqlashdir. An'anaviy yondashuv sifatida qo'llaniladigan threshold usuli aslida kuzatilayotgan metrik $X(t)$ ning ma'lum me'yor yoki kutilayotgan qiymatdan oshishini qayd etishga asoslanadi. Biroq yuqorida qayd etilgan murakkab statistik xususiyatlar - heavy-tail, burstlilik va LRD - statik thresholdlar uchun muhitni beqaror qiladi, bu esa adaptiv, o'zgaruvchan sharoitlarga moslasha oladigan threshold mexanizmlarini qo'llash zaruratini yuzaga keltiradi:

$$X(t) > T \Rightarrow \text{anomaliya mavjud} \quad (1)$$

Bu tenglama nazariy jihatdan juda sodda, ammo amaliyot shuni ko'rsatadiki, statik chegaraviy qiymat kompleks tarmoqlarda samarali ishlamaydi [2]. Sababi quyidagi ilmiy holatlar bilan izohlanadi:

- tarmoq trafiklari stasionar emas balki trafik vaqt qatorlari ko'pincha dispersiyasi vaqt bo'yicha o'zgaradigan bo'ladi;

- trafik qiymatlar simmetrik tarzda tarqaladigan emas, balki kutilmagan darajada katta taqsimotga ega internet trafiklarida ko'pincha Pareto yoki log-normal taqsimotlar kuzatiladi. Bu taqsimotlarda yuqori qiymatlar juda katta ehtimollik bilan paydo bo'lishi mumkin. Bu chegara qiymati (threshold)ni doimiy ravishda buzadi;

- korporativ tarmoqlarda kunlik, haftalik sikllar masalan, 09:00–18:00 oralig'ida trafik keskin oshadi, tun soatlarida pasayadi. Statik chegaraviy qiymat buni inobatga olmaydi;

Tarmoqda juda qisqa vaqt ichida yuqori intensivlikda paydo bo'ladigan (burst) trafiklar kontentni yetkazib berish tarmog'i (content delivery network), video-oqim, onlayn konferensiya kabi servislar vaqtincha juda katta trafikning eng yuqori nuqtalarini hosil qiladi. Bu tarmoq uchun normal holat hisoblansa ham, chegaraviy qiymat buni anomaliya sifatida belgilaydi. Xujumlar chegaraviy qiymat ostida yashirinishi deyarli sezilmaydi, lekin uzluksiz bosim orqali xizmatni sekinlashtirishga qaratilgan hujumlar aynan chegaraviy qiymat ustidan o'tmaslikka moslashadi [3]. Takomillashtirilgan chegaraviy qiymat usulining matematik modeli chegaraviy qiymatni uchta fundament asosida generatsiya qiladi:

- 1) Statistik chegara qiymat - statistik ko'rsatkichlar asosida hisoblanadigan chegara qiymat, ya'ni tezkor, oson hisoblanadigan;

- 2) Fraktal chegara qiymat - trafikning fraktal strukturasini o'lchovchi parametrlar asosida, ya'ni trafikning uzoq muddatli bog'lanishini aniqlovchi qatlam;

- 3) ML chegara qiymat - mashinaviy o'qitish yordamida avtomatik generatsiya qilinadigan moslashuvchan, kontekstga bog'liq normal fazodan og'ishlarni fazoviy chegaralar orqali aniqlovchi qatlam [4].

Yuqorida keltilgan matematik modellarning umumiy kombinatsiyasi quyidagicha ifodalanadi:

$$T_{final}(t) = \omega_1 T_{stat}(t) + \omega_2 T_{fractal}(t) + \omega_3 T_{ML}(t) \quad (2)$$

Bu yerda:

T_{stat} - statistik chegaraviy qiymat;

$T_{fractal}$ - fraktal chegaraviy qiymat;

T_{ML} - mashinaviy o'qitish modellar tomonidan tasdiqlangan chegaraviy qiymat;

$\omega_1, \omega_2, \omega_3$ - dinamik vaznlar, ya'ni $\omega_1 + \omega_2 + \omega_3 = 1$.

Bu matematik modellar chegaraviy qiymat usulini oddiy arifmetik qator emas, ko'p o'lchovli optimal birikma sifatida belgilaydi. Bu statistik chegaraviy qiymat esa Gaus modellar uchun nazariy asos hisoblanadi. Z-score chegaraviy qiymat statistik thresholdning eng mashhur turlaridan biri bo'lib, o'rtacha qiymat va standart og'ish asosida anomaliyani aniqlashga xizmat qiladi hamda quyidagicha ifodalanadi:

$$Z(t) = \frac{X(t) - \mu(t)}{\sigma(t)} \quad (3)$$

Agar $|Z(t)| > k$, $k \in [2.5, 3]$ bo'lsa anomaliya. Bu formulada:

$X(t)$ — kuzatilayotgan trafik qiymati;

$\mu(t)$ — harakatlanuvchi o'rtacha;

$\sigma(t)$ — harakatlanuvchi dispersiya.

Agar tarmoq trafikining statistik xatti-harakati normal (Gaus) taqsimotga yaqin deb faraz qilinsa, unda empirik qoidaga ko'ra;

$$P(\mu - 3\sigma \leq X \leq \mu + 3\sigma) \approx 0.997 \quad (4)$$

ya'ni barcha kuzatuvlarning 99.7% qismi o'rtacha qiymatning $\pm 3\sigma$ oralig'ida joylashadi [5]. Shuning uchun har qanday qiymat uchun:

$$|Z| = \left| \frac{x - \mu}{\sigma} \right| > 3 \quad (5)$$

tengsizligi bajarilsa, ushbu kuzatuv statistik jihatdan juda ehtimolsiz bo'lib, u g'ayritabiiy nuqta sifatida talqin qilinadi. Tarmoq xavfsizligi kontekstida bunday qiymatlar odatda anomaliya, pik, burst trafik, port skaneri yoki DoS/DDoS faolligining mumkin bo'lgan belgisi sifatida qabul qilinadi.

Z-score chegara qiymat normal taqsimot faraziga tayangani uchun anomaliyalarni $|Z| > 3$ mezon bilan aniqlaydi. Biroq tarmoq trafiklari ko'pincha fraktal yoki shovqin bo'lgani sababli, μ va σ kabi parametrlar anomaliyalar ta'sirida buzilishi mumkin. Shuning uchun bunday vaziyatlarda vaqt qatoridagi qiymatlarni ma'lum ehtimollik darajasi bo'yicha ajratib beruvchi kvantil asosidagi chegaraviy qiymat (Quantile threshold) yanada barqaror usul sifatida qo'llaniladi [6]. Kvantil asosidagi chegaraviy qiymatda chegara bevosita kuzatuvlar taqsimotining q-quantile qiymati orqali belgilanadi:

$$T_q = Q(q) \quad (6)$$

bu yerda: $Q(q)$ - q-quantile (masalan, 0.95, 0.99 yoki 0.999). Agar:

$$x(t) > Q(q) \quad (7)$$

bo'lsa, ushbu qiymat anomaliya sifatida talqin qilinadi. Kvantil asosidagi chegara qiymatning afzalligi shundaki, u taqsimotning shakliga bog'liq emas va μ hamda σ ni buzadigan ekstremal qiymatlarga sezgir emas. Ayniqsa tarmoq trafiklari kabi fraktal va heavy-tailed ma'lumotlarda foizli ko'rsatkich asosidagi chegaraviy qiymat Z-score me'yoriy qiymatga nisbatan ancha barqaror ishlaydi. Agar trafik juda katta, keskin oshishlarga boy bo'lsa (masalan Data Centerlarda), chegara qiymat sifatida tanlanishi salbiy holatlarni kamaytiradi. Kvantil asosidagi chegara qiymat tasodifiy buzilishlarga nisbatan barqaror bo'lsada, u vaqt qatorining fraktal parametrlarini hisobga olmaydi [7]. Tarmoq trafiklari esa ko'pincha:

uzoq masofali bog'liqlik - long-range dependency (LRD);

o'z-o'ziga o'xshashlik (self-similarity);

kuch qonuni bo'yicha tebranish - power-law fluktuatsiya;

fraktal tebranishlar kabi xususiyatlarga ega bo'ladi.

Shuning uchun chegara qiymatning uchinchi avlod yondashuvi - ya'ni fraktal-modellarga asoslangan chegaraviy qiymat zarur bo'ladi. Quyida tarmoq trafiklarining fraktal xususiyatlarini aniqlovchi ikkita asosiy metod - Hurst koeffitsienti va DFA tahlili asosida chegara qiymatni moslashtirishning ilmiy modeli keltiriladi.

Hurst koeffitsienti trafikda long-range dependency (LRD) mavjudligini bildiradi:

$$H = \frac{\log(\frac{R}{S})}{\log(n)} \quad (8)$$

Bu yerda:

R/S - range over standard deviation;

n - namuna uzunligi.

1-jadval

H ning talqini

H qiymati	Talqin	Trafik xususiyati
0.5	Tasodifiy jarayon (Brownian motion)	Self-similarity yo'q, qisqa bog'lanish
$H > 0.5$	Long-range dependency	Trafik barqaror, fraktal, burstlar uzoq davom etadi
$H < 0.5$	Anti-persistent	Tez-tez keskin qarama-qarshi tebranishlar

Tarmoq trafiklarida aksariyat hollarda $H > 0.5$ bo'ladi, bu esa klassik me'yoriy qiymatlar bilan ishlashni qiyinlashtiradi [8]. Hurst (fractal statistik ko'rsatkich) koeffitsienti bo'yicha asosida chegaraviy qiymat quyidagicha

$$T_H = T_{stat} * (1 + \beta(H - 0.5)) \quad (9)$$

trafikda long-range dependency (LRD) kuchaysa ($H > 0.5$), me'yoriy chegarani yuqoriga ko'taradi, chunki bunday holatda trafikning tabiiy tebranishlari kengroq diapazonda bo'ladi. Aksincha $H < 0.5$ bo'lsa, jarayon anti-persistent bo'lib, keskin tebranishlar ko'payadi, chegaraviy qiymat pasayadi va tizim anomaliyaga nisbatan sezgirroq bo'ladi. Bu chegaraviy qiymatni trafikning fraktal strukturasi bo'yicha moslashtiradi. Demak, ushbu yondashuv chegaraviy qiymatning fraktal xususiyatlar bilan dinamik moslashuvchanligini ta'minlaydi.

Ushbu fraktal adaptiv thresholdni yanada ishonchli qilish uchun uni boshqa ikki manba - klassik statistik model va mashina o'rganish modeli bilan integratsiyalash mumkin [9]. Yakuniy threshold quyidagi ko'rinishda aniqlanadi:

$$T_{final} = \omega_1(\mu + k\sigma) + \omega_2 T_{H/DFA} + \omega_3 T_{ML} \quad (10)$$

Bu yerda:

$(\mu + k\sigma)$ — an'anaviy statistik threshold;

$T_{H/DFA}$ — fraktal (Hurst/DFA asosidagi) adaptiv threshold;

T_{ML} — mashina o'rganish modeli tomonidan baholangan threshold.

Modelning har bir komponenti uchun vazn koeffitsienti uning xato darajasiga teskari proporsional ravishda belgilanadi. Bu yerda har bir vazn quyidagi shartni bajaradi:

$$\omega_i = \frac{1/E_i}{\sum_{j=1}^3 1/E_j} \quad (11)$$

E_i - modelning xato koeffitsienti (error rate)

Ushbu yondashuvning asosiy g'oyasi shundaki, turli qiymatga ega bo'lgan me'yoriy qiymat mexanizmlarining kuchli jihatlari birlashtiriladi va ularni birlashtirishda eng ishonchli (ya'ni, xatosi kam) manbaga ko'proq ishonch beriladi.

1-jadval.

Chegaraviy qiymat modellarining solishtirma tahlil jadvali

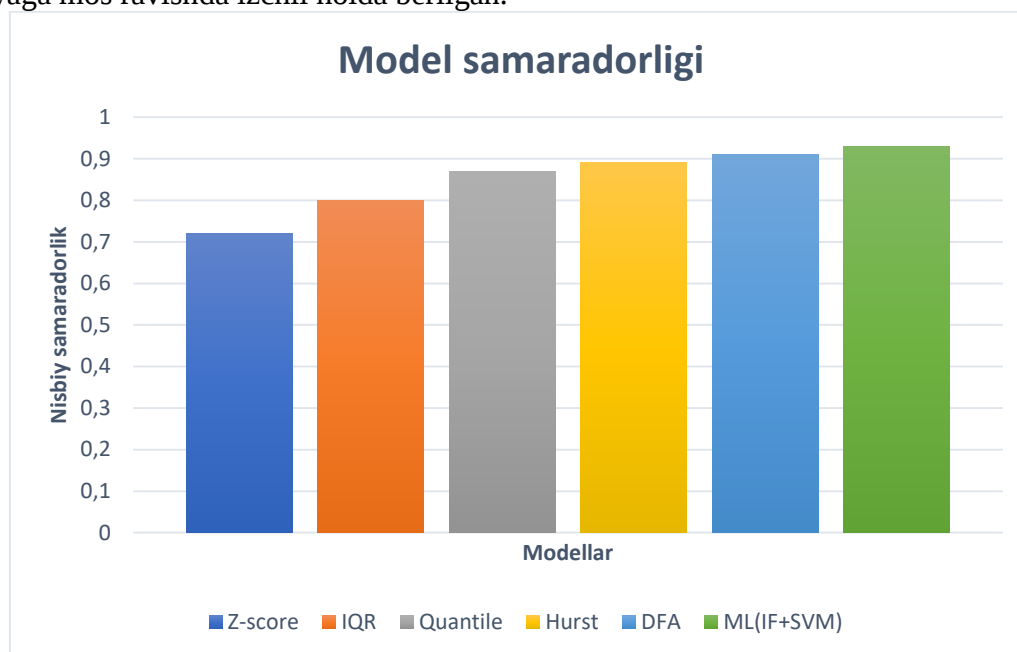
Model	Kuchli tomonlari	Zaif tomonlari	Optimal holat
Z-score	Tez, engil	Heavy-tailda zaif	CPU, memory
IQR	Outlierga chidamli	Seasonalityni bilmaydi	Packet rate
Quantile	Barqaror	ML talab qiladi	High-load DC
Hurst	LRDni ushlaydi	Hisobi murakkab	DoS, DDoS
DFA	Trenddan xoli tahlil	O'rnatish murakkab	Slowloris
ML	Fazoviy model	Resurs talab qiladi	Botnet scanning

Natijada:

fraktal struktura baholovchi model trafikning uzoq muddatli o'zgaruvchanligini hisobga oladi;
klassik statistik model qisqa muddatli dispersiyaga sezgir bo'ladi;
mashina o'rganish modeli esa real ma'lumotlar asosida anomaliyani kompleks o'rganadi.

Vaznlarning xato darajasiga bog'liq ravishda taqsimlanishi integratsiyalashgan chegara qiymatni o'z-o'zini moslashtiruvchi, ya'ni self-adaptive mexanizmga aylantiradi. Natijada tizim LRD kuchli bo'lgan sharoitlarda ham, anti-persistent jarayonlar ustun bo'lgan vaziyatlarda ham optimal sezgirlikni saqlab qoladi [10].

1-rasmda yuqorida keltirilgan chegaraviy qiymat modellari va integratsiyalashgan yondashuv kontekstida har bir modelning kuchli-zaif tomonlari va eng optimal qo'llanilish sohasi umumiy konsepsiyaga mos ravishda izchil holda berilgan.



1-rasm. Chegaraviy qiymat modellari solishtirma grafiki

1-jadvaldagi solishtirma tahlil integratsiyalashgan threshold modelining g'oyasiga mos keladi, ya'ni:

Z-score, IQR va Quantile - klassik statistik modellarning kuchli jihatlari turlicha bo'lsada, fraktal yoki struktural o'zgaruvchanlikni chuqur analiz qilmaydi;

Hurst va DFA - trafikning fraktal tabiati va LRD xususiyatlarini inobatga oladi, ular yuqoridagi adaptiv threshold T_H ning asosiy komponenti hisoblanadi;

ML modeli - murakkab, ko'p o'lchamli anomal holatlarni ushlashga qodir bo'lib, integratsiyalashgan yondashuvdagi uchinchi asosiy komponent T_{ML} ni tashkil etadi.

Tarmoq trafikining tasodifiy modellari va thresholdga ta'siri shundan iboratki, har bir statistik yoki fraktal model trafikning turli stoxastik xususiyatini aks ettirib, chegara qiymatning moslashuvchanligini bevosita belgilaydi. Normal taqsimotga yaqin jarayonlar uchun Z-score yetarli bo'lsa, uzoq muddatli bog'lanish kuzatiladigan holatlarda Hurst va DFA kabi fraktal modellarga tayanish chegaraviy qiymatning real holatga mos va barqaror bo'lishini ta'minlaydi. Tarmoq trafiklari ko'pincha tasodifiy jarayonlar sifatida modellashtiriladi [11]. Trafik vaqt qatori quyidagi umumiy modelga mos keladi:

$$X(t) = T(t) + S(t) + \epsilon(t) \quad (12)$$

Bu yerda:

$T(t)$ - trend komponenti (uzoq muddatli o'sish/pasayish tendensiyasi);

$S(t)$ - seasonality (kunlik yoki haftalik takrorlanadigan ritmlar);

$\epsilon(t)$ - tasodifiy qoldiq (noise).

Xulosa qilib aytish mumkinki tarmoq trafikida anomaliyalarni aniqlash va avtomatik eliminatsiyalash jarayonida keng qo'llaniladigan an'anaviy threshold yondashuvlarining cheklavlari ilmiy asosda tahlil qilindi va ularni bartaraf etishga qaratilgan takomillashtirilgan integratsiyalashgan threshold modeli ishlab chiqildi. Klassik yondashuvlarda threshold odatda bitta

statik yoki yarim-dinamik qiymat sifatida belgilanadi, ammo real tarmoq sharoitlari — stasionar bo'lmagan jarayonlar, heavy-tail taqsimotlar, fraktal tebranishlar, kunlik va haftalik seasonality, qisqa muddatli burst hodisalari va LRD (Long-Range Dependency) kabi murakkab xususiyatlar — bunday threshold usullarining samaradorligini sezilarli ravishda pasaytiradi. Tadqiqot davomida aynan ushbu murakkabliklar statistik threshold parametrlarining buzilishiga, yuqori darajadagi noto'g'ri ogohlantirishlar (false positives) paydo bo'lishiga va ayrim zaif, past intensivlikdagi hujumlarning aniqlanmay qolishiga olib kelishi aniqlandi.

Maqolada taklif etilgan uch komponentdan iborat threshold modeli — statistik, fraktal va mashinaviy o'rganish (ML) qatlamlarining kombinatsiyasi — turli xususiyatlarga ega trafik bo'yicha optimal ustuvorlikni ta'minlaydigan, real vaqt rejimida o'z-o'zini moslashtira oladigan mexanizmni yaratishga imkon berdi. Statistik threshold (Z-score, IQR, Quantile) qisqa muddatli dispersiyani tez baholashga mo'ljallangan bo'lsa, fraktal threshold (Hurst koeffitsienti va DFA asosida) trafikning uzoq muddatli bog'lanish, self-similarity va struktural tebranishlarini chuqur tahlil qilish imkonini beradi. ML threshold esa yuqori o'lchamli, noaniq va murakkab anomal holatlarni fazoviy model yordamida aniqlaydi.

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, integratsiyalashgan threshold modeli:

- heavy-tail taqsimotlarga ega trafiklarda statistik threshold buzilishining oldini oladi;
- fraktal xususiyatlar kuchli bo'lgan sharoitlarda LRD ta'sirini to'g'ri baholaydi va noto'g'ri pozitivlarni kamaytiradi;
- ML komponenti orqali past intensivlikdagi, yashirin va multi-feature anomal holatlarni aniqlash sezilarli darajada yaxshilanadi;
- thresholdning real vaqt rejimida barqaror ishlashini ta'minlaydi.

Shu asosda taklif etilgan model zamonaviy tarmoq xavfsizligi tizimlarida anomaliyalarni aniqlash samaradorligini oshirish, resurslardan optimal foydalanish, hujumlarning erta bosqichini aniqlash hamda noto'g'ri ogohlantirishlar sonini kamaytirish imkonini beradi. Mazkur uch-modulli integratsion yondashuv tarmoq trafikining turli statistik, fraktal va stoxastik xususiyatlarini kompleks tarzda qamrab olgani uchun universal, barqaror va moslashuvchan threshold tizimini shakllantiradi. Natijada tarmoq xavfsizligini ta'minlashda yuqori aniqlik, izchillik va real vaqtga moslashuvchanlik darajasi sezilarli ravishda oshadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

- [1] Jo'rayev, A., & To'xtayev, M. Kompyuter tarmoqlarida trafik tahlili va xavfsizlik. Toshkent: TATU nashriyoti, 2021.
- [2] Karimov, U., & Ahmedov, D. Axborot xavfsizligi va tarmoq hujumlarini aniqlash usullari. Toshkent: Fan va Texnologiya, 2020.
- [3] bragimov, A. Vaqt qatorlari va fraktal tahlil asoslari. Toshkent: O'zMU, 2019.
- [4] Зегжда, П. Д., & Гаврилов, А. И. Методы обнаружения аномалий в сетевом трафике. Москва: Наука, 2020.
- [5] Хайкин, С. Нейронные сети и распознавание образов. Москва: Вильямс, 2018.
- [6] Мандельброт, Б. Фракталы и скейлинг в финансах и телекоммуникациях. Москва: Постмаркет, 2017.
- [7] Lakhina, A., Crovella, M., & Diot, C. Mining Anomalies Using Traffic Feature Distributions. ACM SIGCOMM, 2005.
- [8] Park, K., & Willinger, W. Self-Similar Network Traffic and Performance Evaluation. Wiley, 2000.
- [9] Chandola, V., Banerjee, A., & Kumar, V. Anomaly Detection: A Survey. ACM Computing Surveys, 41(3), 2009.
- [10] Papoulis, A., & Pillai, S. Probability, Random Variables, and Stochastic Processes. McGraw-Hill, 2014.
- [11] Ahmed, M., Mahmood, A., & Hu, J. A Survey of Network Anomaly Detection Techniques. Journal of Network and Computer Applications, 60, 2016.

ENTROPIYA VA NEYRON TARMOQ KLASSIFIKATORLARI ASOSIDA SHIFRLANGAN TARMOQ TRAFIGINI TAHLILI

t.f.f.d.(PhD), dotsent D.B. XAMDAMOV

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

Sh.Sh. YULDASHEVA

Toshkent amaliy fanlar universiteti

Annotatsiya. Mazkur maqolada shifrlangan tarmoq trafigini tahlil qilish va tasniflash muammosini hal etish uchun gibridd yondashuv taklif etilgan. Yondashuv axborot nazariyasi (Klod Shennon entropiyasi), matematik statistika va chuqur neyron tarmoqlar nazariyasining kompleks qo‘llanilishiga asoslangan.

Kalit so‘zlar: shifrlangan trafik, tarmoq trafigini tahlil qilish, entropiya, N-qisqartirilgan entropiya, chuqur neyron tarmoq, avtokodlash, tasniflash, axborot xavfsizligi, VPN, Tor.

Аннотация. В данной статье предложен гибридный подход для решения проблемы анализа и классификации зашифрованного сетевого трафика. Подход основан на комплексном применении теории информации (энтропия Клода Шеннона), математической статистики и теории глубоких нейронных сетей.

Ключевые слова: зашифрованный трафик, анализ сетевого трафика, энтропия, n-редуцированная энтропия, глубокая нейронная сеть, автокодировщик, классификация, информационная безопасность, VPN, Tor.

Abstract. This article proposes a hybrid approach to solve the problem of analyzing and classifying encrypted network traffic. The approach is based on the comprehensive application of information theory (Claude Shannon's entropy), mathematical statistics, and deep neural network theory.

Key words: encrypted traffic, network traffic analysis, entropy, n-reduced entropy, deep neural network, autoencoder, classification, information security, VPN, Tor.

Tarmoq trafigini tahlil qilish sohasidagi tadqiqotlar butun jahon o‘rgimchak to‘ri paydo bo‘lganidan beri qiziqish uyg‘otdi. Hisoblash quvvatining ortishi va telekommunikatsiya texnologiyalarining rivojlanishi kompyuterlarni turli o‘lchamdagi tarmoqlarga ulash va butun dunyo bo‘ylab ma‘lumot uzatish imkonini berdi. Internet texnologiyalariga bo‘lgan talab “axborot portlashi”ni oldindan belgilab qo‘ydi: so‘nggi besh yil ichida axborot ishlab chiqarish butun insoniyatning oldingi tarixida uning hajmidan oshib ketdi. Hozirgi vaziyatda tarmoq trafigini tahlil qilish tarmoq boshqaruvi va axborot xavfsizligi sohasida eng keng tarqalgan va muhim vazifalardan biriga aylandi [1].

Shuni ta’kidlash kerakki, tarmoq trafigini tahlil qilish va tasniflash muammosining yechimi so‘nggi paytlarda ko‘plab ilovalar trafikni shifrlashni (encryption) boshlaganligi sababli ancha murakkablashdi. Shuning uchun, bilvosita xususiyatlarga asoslangan trafikni tahlil qilish va tasniflash imkonini beruvchi ushbu muammoni hal qilishning yangi yondashuvlarini izlash dolzarb bo‘lib ko‘rinadi.

Klod Shennon o‘zining asarida entropiyani noaniqlik ko‘rsatkichi sifatida ta’riflagan. Umuman olganda, entropiya qanchalik yuqori bo‘lsa, ma‘lumotlar uzatish kanalining shovqin darajasi shunchalik yuqori bo‘ladi va axborot miqdori shunchalik kam bo‘ladi. Agar m ta mumkin bo‘lgan $A_1, A_2, \dots, A_m$ hodisalari bo‘lsa va ularning yuzaga kelish ehtimoli $p_1, p_2, \dots, p_m$ bo‘lsa, entropiya quyidagi formula bo‘yicha aniqlanadi:

$$H = - \sum_{i=1}^m p_i \cdot \log(p_i) \quad (1)$$

Bitlarning bir xil taqsimotiga ega axborot oqimi ideal entropiya deb nomlanuvchi maksimal entropiya qiymatiga ega bo‘ladi. Axborot oqimining xatti-harakatlaridagi oldindan aytib bo‘lmaydiganlik noaniqlikni keltirib chiqaradi va shu bilan entropiyani oshiradi. Biroq, kichik tarmoq paketlari uchun N-qisqartirilgan entropiya deb nomlanuvchi aniqroq baholash funksiyasi

kerak. Tasodifiy tarmoq paketi uchun N-qisqartirilgan entropiya quyidagi formula bilan aniqlanadi [2].

$$H_N(i) = \frac{1}{m_N} \cdot \sum_N \left[\frac{N!}{n_1! \dots n_m!} \cdot \sum_{i=1}^m \left(\frac{-n_i}{N} \right) \cdot \log \frac{n_i}{N} \right] \quad (2)$$

N - olingan ma'lumotlar hajmi,

m - mumkin bo'lgan belgilarning umumiy soni, $m = 256$,

n_i - belgining paydo bo'lish chastotasi

N – ushlanayotgan ma'lumotlar hajmi, m – mumkin bo'lgan belgilarning umumiy soni, $m = 256$ n – belgining paydo bo'lish chastotasi.

Agar paket tarkibini tasodifiy o'zgaruvchi sifatida ko'rib chiqsak, u holda har bir tarmoq paketi o'z belgilari uchun o'ziga xos ehtimollik zichligi funksiyasiga ega bo'ladi. Ba'zi tarmoq paketlari normal taqsimotlar oilasi bilan tavsiflanishi mumkin, boshqalarida esa Puasson taqsimoti va boshqalar bo'ladi. Har bir tarmoq paketi ushlangan paytda uning taqsimoti noma'lum, ammo uning uzunligi, shuningdek, tasodifiy tarkibga ega bo'lgan bir xil uzunlikdagi tarmoq paketining entropiyasi ma'lum.

Matematik statistikada ehtimollik funksiyasi parametrlarining funksiyasi sifatida qaratilgan parametrik taqsimotdan namuna ning qo'shma taqsimoti hisoblanadi. Bu holda namuna tarmoq paketlari to'plami bo'lib, ularning taqsimoti ma'lum parametrlar bilan tavsiflanadi Normal taqsimot holatida parametrlar matematik kutilish va og'ishdir, Puasson taqsimoti holatida esa matematik kutilish parametridir [3,4].

Ehtimollik funksiyasini hisoblash algoritmini bosqichma-bosqich tasvirlaymiz:

1. 10000 ta iteratsiya bilan siklda 0 dan 255 gacha bo'lgan, 64 bayt uzunlikdagi sonlarning soxta tasodifiy ketma-ketligini yaratish.

2. $N = 64$ uchun (2) formula bilan belgilangan N-qisqartirilgan entropiyani hisoblang.

3. Tarmoq paketlarini tahlil qilish dasturi (Wireshark) yordamida eksperimental ma'lumotlar to'plamini to'plang.

4. Olingan eksperimental ma'lumotlardan tasodifiy ravishda tarmoq paketini tanlang, tarmoq paketi tarkibidan 64 baytni ajratib oling va ularni ehtimollik funksiyasi uchun kirish ma'lumotlari matritsasini ifodalovchi 100×64 matritsaga yozing [5].

5. (1) formula yordamida har bir olingan paket uchun entropiyasini hisoblang.

6. Formuladan foydalanib standart og'ishni hisoblash:

$$d = \sum_{i=1}^k (H_i(p) - H_u(p))^2 / (k - 1) \quad (3)$$

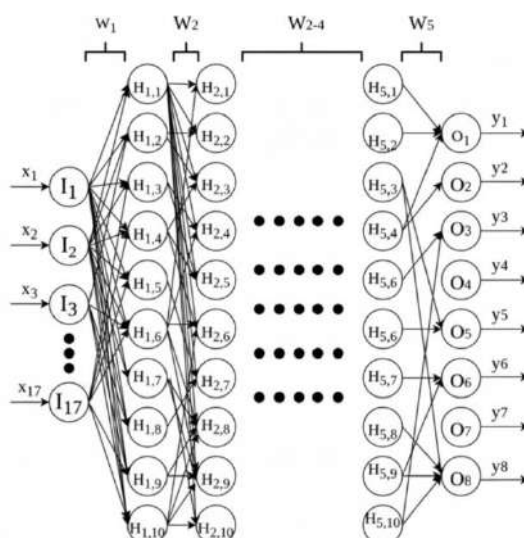
7. Hisoblangan entropiya qiymatining oraliqqa tegishli ekanligini tekshirish $[H_N(i) - d; H_N(i) + d]$. Agar shunday bo'lsa, unda ushlangan tarmoq trafiki shifrlangan bo'ladi.

Neyron tarmoq klassifikatorlari ushlangan shifrlangan trafikni yanada tasniflash uchun ishlatiladi.

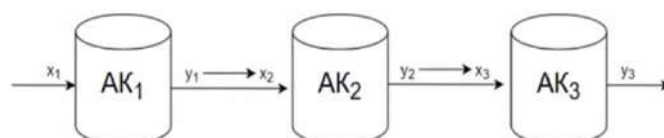
Shifrlangan trafikni tasniflash muammosini hal qilish uchun orqaga tarqalishi bo'lgan chuqur neyron tarmoq ishlatilgan. Amalga oshirilgan neyron tarmoqning tuzilishini va ishlatilgan algoritmlarni ko'rib chiqaylik. Ushbu vazifa uchun sakkizta chiqish obyekti sinflari aniqlandi: VPN, VPN torrent, VPN VoIP, VPN chat, FTP hamda SMTP orqali audio va video kontentni oqimlash (streaming). Neyron tarmoq arxitekturasini sifatida ko'p qatlamli avtokodlash (MAK) ishlatilgan.

Ushbu arxitektura qo'l ostidagi vazifa uchun mos keladi, chunki ushlangan trafik shifrlanganligi sababli, o'quv ma'lumotlar to'plamini to'g'ri tuzishning iloji yo'q. Neyron tarmog'ining aniqligi va ishlashini yaxshilash uchun avtokodlashlar odatda qatlamlarga joylashtiriladi [3].

Taklif qilingan neyron tarmog'i (1-rasm) 17 ta tarmoq trafik xususiyatlarini ifodalovchi 17 ta kirish neyronlaridan iborat (tanlangan xususiyatlar quyida tavsiflanadi); yashirin qatlam 5 ta yashirin qatlamga taqsimlangan 50 ta neyronni va har biri shifrlangan trafikni yaratadigan ma'lum bir dasturga mos keladigan 8 ta neyronidan iborat chiqish qatlamini o'z ichiga oladi.

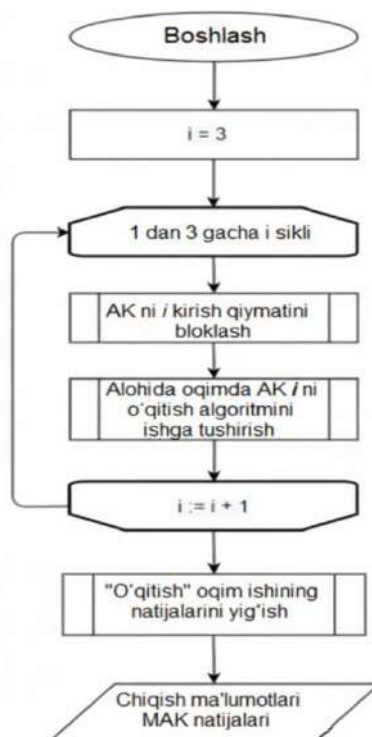


1-rasm. Taklif etilgan avtokodlash arxitekturası



2-rasm. Taklif etilayotgan agregat avtokodlash arxitekturası

2-rasmda, tuzilishi 1-rasmda ko'rsatilgan va $AK_i, i=1,2,3$, deb belgilangan uchta avtoenkoder ketma-ket bitta chuqur neyron tarmog'iga qanday birlashtirilganini ko'rish mumkin, bunda har bir avtoenkoderning chiqishi undan keyingi avtoenkoderning kirishi hisoblanadi.



3-rasm. MAC o'qitishning blok sxemasi

3-rasmda tasvirlangan struktura uchun o'qitish blok-sxemasi ko'rsatilgan. Bu har bir ichki neyron tarmog'ini alohida oqimlarda alohida o'qitishni o'z ichiga oladi, shu bilan birga uning chiqish qiymatlari (keyingi neyron tarmog'ining kirish qiymatlari) o'qitish tugagunga qadar bloklanadi. Ushbu jarayonni amalga oshirishning batafsil tavsifi quyida keltirilgan [6,7].

Har bir alohida avtokodlashni o'qitish uchun logistik faollashtirish funksiyasi qo'llaniladi, uni quyidagi formula sifatida yozish mumkin:

Biz ko'p qatlamli avtokodlashni ishga tushiramiz, chiqish qiymatlari vektorini olamiz va yuqorida tavsiflangan $g(x)$ funksiyasi yordamida uni dekodlashtiramiz.

1. (5) formuladan foydalanib, $L(x)$ yo'qotish funksiyasini hisoblaymiz.

2. Siklda har bir avtokodlash uchun ko'p qatlamli avtokodlash:

2.1. Chiqish qiymatlarini bloklang;

2.2. Teskari tarqatish algoritmini ishga tushiring va neyron og'irliklarini sozlang;

2.3. Bloklangan qiymatlarini oching va keyingi avtokodlashga o'ting;

3. O'qitish jarayonini 100 davr davomida takrorlang.

Teskari tarqatish algoritmi neyronlarning og'irliklarini $L(x)$, yo'qotish funksiyasining hisoblangan qiymatiga muvofiq o'zgartirishni o'z ichiga oladi, uni quyidagi formula bilan ifodalash mumkin:

$$w_{(i^{yangi})} = w_i \pm L_{(y_i)} \quad (6)$$

Joriy qilingan dasturiy ta'minot vositasi uchun kirish ma'lumotlarini qayta ishlash jarayonini tasvirlab beramiz. Eksperimental ma'lumotlar to'plamlari uchun biz Kanada Kiberxavfsizlik Universitetining "ISCX VPN-nonVPN" va "ISCX-Tor/Non-Tor" ma'lumotlar to'plamlarini tanladik. Ushbu ma'lumotlar to'plamlari buzg'unchilikni aniqlash tizimi trafigi, Tor-neTor tarmoq trafigi, VPN-neVPN virtual tarmoq trafigi va boshqa ko'plab tarmoq trafik turlarini o'z ichiga oladi. Ushbu ma'lumotlar to'plamlaridan neyron tarmog'ini o'qitish va sinovdan o'tkazish uchun tasodifiy ravishda 5000 ta paket tanlandi. O'qitish va sinov ma'lumotlar to'plamlarining nisbati 9:1 ni tashkil etdi [8].

Muhim nuqta - bu neyron tarmog'ini o'qitishni belgilaydigan tarmoq trafik xususiyatlarini aniqlash. [15] da eng muhim tarmoq xususiyatlarini batafsil o'rganish o'tkazildi. Ushbu ish uchun tanlangan barcha 17 ta xususiyat 1-jadvalda keltirilgan. Tarmoq oqimi xususiyatlarini tanlash ishda o'tkazilgan tadqiqot asosida, shuningdek, yuqorida tavsiflangan neyron tarmog'ini o'qitish bo'yicha o'tkazilgan tajribalar asosida amalga oshirildi. Eng yaxshi tasniflash natijasiga yaqinlashishga ta'sir qilmagan yoki unchalik ta'sir ko'rsatmagan xususiyatlar chiqarib tashlandi [9].

1-jadval

Tanlangan tarmoq trafik xususiyatlari

1.	DUR	Tarmoq paket oqimining uzatilish davomiyligi
2.	flowPacketsPerSecond	Oqimdagi sekundiga paketlar soni, pps
3.	BIAT_total	Teskari ulanish uchun paketlarning umumiy kelish oralig'idagi vaqti
4.	STD_flowiat	Paketlarning kelish oralig'idagi vaqtning standart og'ishi
5.	MIN_active	Faol oqimning ishlash vaqtining minimal qiymati
6.	flowBytesPerSecond	Oqimdagi soniyadagi baytlar soni, pps
7.	MEAN_active	O'rtacha faol oqimning ishlash vaqti
8.	STD_active	Oqimning faol vaqtining standart og'ishi
9.	MIN_idle	Oqimning bo'sh vaqtidagi minimal qiymati
10.	BIAT_max	Teskari ulanish uchun paketga kelishdagi maksimal vaqt
11.	MIN_flowiat	Paketlarning kelishi orasidagi minimal vaqt qiymati
12.	STD_idle	Oqimning bo'sh vaqtidagi standart og'ishi
13.	MAX_idle	Oqimning bo'sh vaqtidagi maksimal vaqt qiymati
14.	BIAT_min	Teskari ulanishda paketlar uchun minimal kelish oralig'i vaqti
15.	FIAT_total	To'g'ridan-to'g'ri ulanishdagi paketlar uchun umumiy kelish oralig'idagi vaqt
16.	MAX_flowia	Paketlarning kelishi orasidagi maksimal vaqt qiymati

Yuqorida tavsiflangan dasturiy ta'minotning asimptotik murakkablik tadqiqoti o'tkazildi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, bitta avtokodlash uchun o'qitish murakkabligi kirish, yashirin va chiqish neyronlari soniga, o'qitish ma'lumotlar to'plamlari soniga va o'qitish davrlari soniga bog'liq. Bu bog'liqlik quyidagi formulada aks ettirilgan:

$$O(m \cdot n \cdot j \cdot (i + k)) \quad (7)$$

i – neyronlarning kirish soni, j – yashirin neyronlar soni, k – neyronlarning chiqish soni, n – o'quv ma'lumotlar majmuasining soni, m – davrlar soni.

Avtokodlashlar soni (bu holda uchta) dasturning umumiy murakkabligiga ta'sir qilmaydi, ya'ni uni doimiy qiymatgacha aniqlik bilan yozish mumkin [10].

$$O(100 \cdot 5000 \cdot 8 \cdot (17 + 50)) = 268 \cdot 10^6 \quad (8)$$

8 formuladan ko'rinib turibdiki, o'quv davrlari soni 100 va o'quv ma'lumotlar to'plamlari soni 5000 bo'lganligi sababli, joriy etilgan dasturiy ta'minotni bajarish uchun zarur bo'lgan elementar operatsiyalar soni milliardga yaqin. Ko'pgina zamonaviy kompyuter protsessorlari sekundiga taxminan milliard operatsiyani bajarishini hisobga olsak, bu asimptotik murakkablik tavsiflangan dasturiy ta'minotni ko'pgina shaxsiy kompyuterlarda ishga tushirishda kichik to'siq hisoblanadi [11].

Taklif qilinayotgan chuqur neyron tarmog'ining sifatini baholash uchun quyidagi formulalar bilan tavsiflangan Javob (Recall - To'liqlik), Aniqlik (Precision) va F-me'yor (F-score) kabi ko'rsatkichlar qo'llanildi:

$$R_c = \frac{TP}{TP+FN} \quad (9)$$

$$P_r = \frac{TP}{TP+FP} \quad (10)$$

$$F_1 = \frac{2 \cdot R_c \cdot P_r}{R_c + P_r} \quad (11)$$

Yuqoridagi formulalarda TP to'g'ri tasniflangan ilovalar soni (haqiqiy ijobiy natijalar, ekspert bahosi neyron tarmoq natijasi bilan mos kelganda), FP noto'g'ri tasniflangan ilovalar soni (noto'g'ri ijobiy natijalar, ekspert bahosi salbiy bo'lganda, lekin neyron tarmoq natijasi ijobiy qiymatni ko'rsatganda) va FN noto'g'ri salbiy qarorlar soni (ekspert bahosi ijobiy bo'lganda, lekin neyron tarmoq noto'g'ri qiymat hosil qilganda) [12,13].

Neyron tarmoqlarining aniqligi va ularning qiyosiy xususiyatlarini o'rganish 19-21 da keltirilgan. Taklif qilinayotgan neyron tarmoq sifatini baholashning umumlashtirilgan natijalari 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval

VPN trafik uchun tasniflash sifatini baholash natijalari

Tarmoq trafikining sinfi	R_c	P_r	F_1
VPN audio/video oqimi	0,99	0,99	0,99
VPN-торрент	0,97	0,99	0,98
VPN-VoIP	1,00	0,99	0,99
VPN-чат	0,94	0,95	0,94
FTP	0,99	0,98	0,99
SMTP	0,93	0,97	0,95
O'rtacha qiymat	0,95	0,95	0,95

3-jadvalda ilovalarni tasniflash natijalari ko'rsatilgan.

3- jadval

Ilova tasnifi natijalari

Ilovalar nomi	R_c	P_r	F_1
Youtube	0,98	0,99	0,97
BitTorrent	0,97	0,94	0,98
Skype	1,00	0,92	0,99
Telegram	0,94	0,95	0,94
FTPS	0,99	0,93	0,99
GMail	0,93	0,97	0,95
O'rtacha qiymat	0,92	0,92	0,92

2 va 3-jadvallar ko'rsatkichlariga asoslanib, chuqur neyron tarmog'ining trafikni aniqlash ko'rsatkichi ancha yuqori degan xulosaga kelish mumkin. Bundan tashqari, taklif qilingan yondashuv ancha o'rtacha asimptotik murakkablikka ega bo'lib, apparat talablarini kamaytirish imkonini beradi.

Biroq, taklif qilingan dasturiy ta'minotning ham kamchiliklari bor. O'tkazilgan tajribalar shuni ko'rsatadiki, ishlab chiqilgan neyron tarmog'i Top tarmoq trafiginini aniqlashda qiyinchiliklarga duch kelmoqda. Top trafigining ishlash natijalarini 4-jadvalda ko'rish mumkin.

4-jadval

Top trafik uchun tasniflash sifatini baholash natijalari

Tarmoq trafikining sinfi	R_c	P_r	F_1
Top:Google	0,74	0,46	0,64
Top:Telegram	0,32	0,14	0,45
Top:Youtube	0,58	0,17	0,82
Top:Twitter	0,03	0,09	0,13
Top:Vimeo	0,14	0,27	0,55
O'rtacha qiymat	0,35	0,18	0,53

Axborot nazariyasi, matematik statistika va mashinani o'rganish nazariyasining birgalikda qo'llanilishiga asoslangan tarmoq trafikini tahlil qilish uchun yangi gibril yondashuvni taklif qilindi [14,15].

Amalga oshirilgan neyron tarmog'ini sinovdan o'tkazish va uning ishlashini baholash bo'yicha tajribalar natijalariga asoslanib, ushbu tarmoq VPN audio/video oqimlari, VPN torrent, VPN VoIP, VPN chat, FTP va SMTP kabi keng tarqalgan trafik turlarini samarali ravishda taniy olishi haqida xulosa chiqarish mumkin. Ushbu turdagi trafik uchun o'rtacha umumlashtirilgan aniqlash sifati ko'rsatkichi (F-me'yor) 0,95 ni tashkil etdi. YouTube, BitTorrent, Skype, Telegram, FTPS va Gmail kabi mashhur ilovalarni aniqlash uchun ushbu yondashuvdan foydalanish ajoyib natijalarni berdi. Ushbu ilovalar uchun o'rtacha F-me'yor 0,92 ni tashkil etdi [16].

Biroq, shuni ta'kidlash kerakki, bu yondashuv Tor trafiginini aniqlash uchun samarasiz edi. Ushbu turdagi trafik uchun o'rtacha F-me'yor 0,53 ni tashkil etdi.

Xulosa o'rnida shuni aytish mumkinki shifrlangan tarmoq trafiginini tahlil qilish va tasniflash masalasi axborot nazariyasi, matematik statistika hamda chuqur neyron tarmoqlar nazariyasining kompleks qo'llanilishi asosida tadqiq etildi. Zamonaviy telekommunikatsiya tarmoqlarida VPN, TLS/SSL va Tor kabi shifrlash texnologiyalarining keng tarqalishi trafikni an'anaviy kontentga asoslangan usullar bilan tahlil qilish imkoniyatini cheklab qo'yayotgan bir sharoitda, taklif etilgan yondashuv bilvosita statistik xususiyatlar orqali trafikni aniqlash imkonini berishi bilan dolzarb hisoblanadi.

Shu bilan birga, o'tkazilgan tajribalar Tor trafiginini tasniflashda neyron tarmoqning samaradorligi sezilarli darajada pasayishini ko'rsatdi. Bu holat Tor tarmog'ining qo'shimcha anonimlashtirish mexanizmlari va yuqori darajadagi tasodifiyligi bilan izohlanadi. Mazkur cheklov

kelgusida Tor trafigi uchun maxsus belgilarni shakllantirish yoki gibrid modellarni qo'llash zarurligini ko'rsatadi.

Xulosa qilib aytganda, entropiyani hisoblash va chuqur neyron tarmoq klassifikatorlariga asoslangan taklif etilgan gibrid yondashuv shifrlangan tarmoq trafigini tahlil qilish sohasida istiqbolli va amaliy ahamiyatga ega ekanligi isbotlandi. Ushbu yondashuv yuqori aniqlikka erishish bilan birga, o'rtacha asimptotik murakkablikka ega bo'lib, uni real vaqtda ishlovchi axborot xavfsizligi tizimlarida qo'llash imkonini beradi. Kelgusida tadqiqotlar ushbu modelni Tor trafigiga moslashtirish, real vaqtda adaptiv o'qitish mexanizmlarini joriy etish hamda katta hajmli tarmoq muhitlarida sinovdan o'tkazishga qaratilishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

- [1] Информационные системы и технологии / под ред. Тельнова Ю.Ф. – М.: Юнити, 2017. – 544 с.
- [2] Буковшин В.А., Болдырихин Н.В. Сравнительное исследование технологий анализа интенсивности сетевого трафика // Тр. Северо-Кавказского филиала Московского технического университета связи и информатики. – Ростов-на-Дону, 2019. – С. 104-107.
- [3] Татарникова Т.М. Статистические методы исследования сетевого трафика // Информационно-управляющие системы. – 2018. – № 5 (96). – С. 35-43.
- [4] Алтуний Ф.А., Кносаль В.М., Давыдов Р.В., Болдырихин Н.В. Анализ методов классификации трафика // Тр. Северо-Кавказского филиала Московского технического университета связи и информатики. – Ростов-на-Дону, 2017. – С. 23-27.
- [5] Callado A., Kamienski C., Szabo G., Gero B., Kelner J., Fernandes S., Sadok D.A. Survey on Internet Traffic Identification // Communications Surveys & Tutorials, IEEE. – 3rd Quarter 2009. – Vol. 11, Issue 3. – P. 37-52.
- [6] Круглов В.В., Борисов В.В. Искусственные нейронные сети: теория и практика. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2017. – 283 с.
- [7] Круглов В.В., Борисов В.В. Нечёткая логика и искусственные нейронные сети. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. – 233 с.
- [8] Рутковская Д.А., Пилиньский М.В., Рутковский Л.А. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечёткие системы. – М.: ДМК Пресс, 2018. – 512 с.
- [9] Стивен Норткат, Джуди Новак. Обнаружение нарушений безопасности в сетях. – 3-е изд.: пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2017. – 448 с.
- [10] Медведовский И.Д., Семьянов П.В., Леонов Д.Г. Атака на Internet. – М.: ДМК Пресс, 2017. – 332 с.
- [11] Скудис Э. Противостояние хакерам. – М.: ДМК Пресс, 2003. – 506 с.
- [12] Shiguo L. One-way hash function based on neural network. Department of Automation, Nanjing University of Science & Technology. – 2017. – Режим доступа: <https://arxiv.org/abs/0707.4032> (дата обращения: 4.12.2020).
- [13] Alshammari R., Zincir-Heywood A.N. Can encrypted traffic be identified without port numbers, ip addresses and payload inspection? // Computer networks. – 2011. – Vol. 55 (6). – P. 1326-1350.
- [14] Hinton G. et al. Deep neural networks for acoustic modeling in speech recognition: The shared views of four research groups // IEEE Signal Processing Magazine. – 2012. – Vol. 29 (6). – P. 82-97.
- [15] Sun Q. et al. Statistical identification of encrypted web browsing traffic, in Proc // Conference: Security and Privacy, 2002.
- [16] Paninski L. Estimation of entropy and mutual information // Neural Computation. – 2003. – Vol. 15. – P. 1191-1253.

UCHUVCHISIZ UCHISH APPARATLARIDA TO'SIQLARNI ANIQLASH VA ULARDAN QOCHISH USULLARI

X.B. XUSANOV

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

Annotatsiya. Ushbu maqola uchuvchisiz uchish apparatlari (UUA) yo'l rejalashtirishida to'siqlarni aniqlash va ulardan qochish usullarini tahlil qiladi. Sensorlarga asoslangan aniqlashdan tortib, ko'rish tizimlari, SLAM, mashinani chuqur o'rganish yondashuvlari va turli sensorlardan olingan ma'lumotlarni integratsiyalashgacha bo'lgan keng qamrovli texnologiyalar ko'rib chiqilgan. Dinamik va murakkab muhitlarda UUA navigatsiyasini yaxshilash uchun algoritmlar, real vaqt rejimidagi moslashuvchanlik, ko'p UUA muvofiqlashtiruvi va mashina o'rganish asosida optimallashtirish masalalari yoritilgan. Shu bilan birga, mavjud yondashuvlarning cheklovlari va kelajakdagi rivojlanish yo'nalishlari ham tahlil qilingan.

Kalit so'zlar: to'siqni aniqlash, to'siqlardan qochish, sensorlar (ko'rish, lazer, ultratovush), monokulyar kamera, SLAM (Simultaneous Localization and Mapping), trayektoriya rejalashtirish, dinamik muhit, Integratsiyalangan sensorlar, optik oqim, POMDP (qisman kuzatiladigan markov qaror jarayoni).

Аннотация. В данной статье анализируются методы обнаружения препятствий и их обхода при планировании маршрута для беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Рассматриваются широкие технологии — от обнаружения на основе сенсоров до визуальных систем, SLAM, подходов глубокого машинного обучения и интеграции данных с различных датчиков. Освещаются алгоритмы, адаптивность в реальном времени, координация нескольких БПЛА и оптимизация на основе машинного обучения для улучшения навигации в динамичных и сложных средах. Также анализируются ограничения существующих подходов и направления будущих исследований.

Ключевые слова: обнаружение препятствий, обход препятствий, сенсоры (визуальные, лазерные, ультразвуковые), монокулярная камера, SLAM (одновременная локализация и картографирование), планирование траектории, динамичная среда, интегрированные сенсоры, оптический поток, POMDP (частично наблюдаемый марковский процесс принятия решений).

Abstract. This article analyzes methods for obstacle detection and avoidance in path planning. It covers a wide range of technologies, from sensor-based detection to vision systems, SLAM, machine learning approaches, and integration of data from various sensors. Algorithms, real-time adaptability, trajectory planning, dynamic environments, artificial intelligence, integrated sensors, optical flow, and POMDP (Partially Observable Markov Decision Process) are discussed to improve navigation. The article also examines the limitations of current approaches and future development directions.

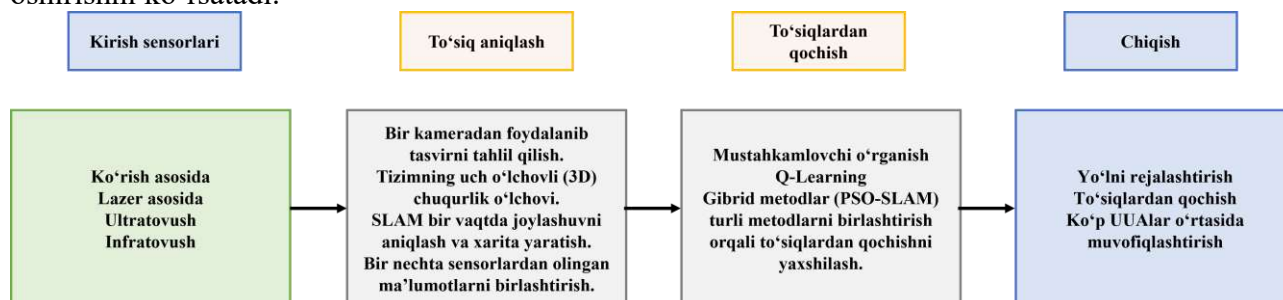
Key words: Obstacle detection, obstacle avoidance, sensors (vision, laser, ultrasonic), monocular camera, SLAM (Simultaneous Localization and Mapping), trajectory planning, dynamic environment, integrated sensors, optical flow, POMDP (Partially Observable Markov Decision Process).

Kirish. Uchuvchisiz uchish apparatlari (UUA) sohasida yo'l rejalashtirish va to'siqlardan qochish masalalari avtonom navigatsiyaning asosiy vazifalaridan biridir. UUA'lar har xil murakkab muhitlarda samarali harakatlanishi uchun atrofdagi to'siqlarni aniqlash, ularni doimiy monitoring qilish va zarur holatlarda aylanib o'tish imkoniyatiga ega bo'lishi talab etiladi. Buning uchun apparatlarning sensor tizimlari va yo'l rejalashtirish algoritmlari birgalikda ishlashi zarur. Hozirgi kunda monokulyar kameralar, lazer va ultratovush sensorlari kabi ko'plab turdagi sensorlar UUA'lar uchun to'siqni aniqlashda keng qo'llanilmoqda. Ushbu sensorlar yordamida olingan ma'lumotlar asosida yo'l rejalashtirish algoritmlari, jumladan RRT*, A*, SLAM, shuningdek mashinali

o'rganish usullari (masalan, chuqur o'rganish va Q-learning) qo'llanilmoqda. Har bir yondashuv o'zining afzalliklari va cheklovlariga ega bo'lib, murakkab va dinamik muhitlarda samarali ishlash uchun sensor ma'lumotlarini integratsiyalash va algoritmlarni takomillashtirish talab qilinadi. Ushbu maqolada UUALarda yo'l rejalashtirish jarayonida to'siqlardan qochish va aniqlash usullarining asosiy jihatlari, sensorlar va algoritmlarning integratsiyasi, shuningdek, dinamik to'siqlarni hisobga olgan holda traektoriya rejalashtirishdagi zamonaviy yondashuvlar ko'rib chiqiladi. Tadqiqotda mavjud metodlarning imkoniyatlari va cheklovlari tahlil qilinib, kelajakdagi rivojlanish yo'nalishlari belgilab beriladi.

1. UUA yo'l rejalashtirishda to'siqlardan qochish va aniqlash usullari.

Mavjud adabiyotlar UUA (uchuvchisiz uchish apparatlari) tizimlarida to'siqlarni aniqlash va ulardan qochish bilan bog'liq muammolarni ko'rib chiqadi. UUA strukturalarining dinamik tabiatiga ko'ra, ushbu sohada tez yaqinlashuvga erishadigan algoritmlarga talab ortib bormoqda. UUA strukturalari duch keladigan to'siqlardan qochish muammosini hal qilish uchun turli nazorat algoritmlari ishlab chiqilgan va taklif qilingan. To'siqlardan qochish nazorat algoritmlarini yaratishda, sensorli asosdagi tizimlar dastlabki nuqtani tashkil etib, qoidalar asosidagi va optimallashtirishga asoslangan nazorat usullarining kombinatsiyasidan foydalaniladi [1]. 1-rasm sensor kirishidan to'siq aniqlash va undan qochish usullariga o'tib, so'nggi chiqish natijasida yo'l rejalashtirish, to'siqlardan qochish va ko'p UUALar o'rtasidagi muvofiqlashtirishni qanday amalga oshirishni ko'rsatadi.



1-rasm. UUA to'siqlarini aniqlash va ulardan qochish jarayonining umumiy tuzilmas

1.1. Sensorlarga asoslangan to'siqlarni aniqlash.

To'siqni aniqlash va ulardan qochish tizimlari asosan sensorlarga tayanadi, ular ikki turga bo'linadi: ko'rish asosidagi sensorlar va lazer asosidagi sensorlar. Ko'rish asosidagi sensorlar to'siqni aniqlash va ulardan qochish tizimlarida eng ko'p qo'llaniladigan sensorlar hisoblanadi. Aniqlash va qochish tizimlarining UUALarga integratsiyasi sezilarli darajada yaxshilangan. UUAga sensorni tanlash, ularning turli funksiyalariga qaramay, umumiy dizaynga katta ta'sir ko'rsatadi. Har bir yondashuvning o'z afzalliklari va kamchiliklari mavjud bo'lib, ularni hisobga olish zarur [2]. UUALar sohasidagi muhim va murakkab muammo — to'siq aniqlash algoritmlari va yo'l rejalashtirishning to'siqlarning xususiyatlari va fazoviy taqsimotiga bog'liqligi.

1.2. Kamera yordamida to'siqlarni aniqlash va ular bilan bo'lgan masofani hisoblash

Ko'rish asosidagi tizimlar, o'z cheklovlari sababli, UUALarda to'siqni aniqlash va masofani baholash uchun an'anaviy sensorlarga muqobil sifatida muhim ahamiyatga ega bo'lib qolmoqda. Bugungi kunda ko'plab tadqiqotchilar UUALarning avtonom navigatsiyasi uchun yagona kamera (monokulyar) tasvirlaridan foydalanadilar. Ammo, monokulyar ko'rish masofani tezda olish imkoniyatidan mahrum. Ushbu cheklovni bartaraf etish maqsadida yagona kamera yordamida UUALarning avtonom navigatsiyasi uchun turli tizimlar ishlab chiqilgan. Yagona kamera yordamida yozilgan tasvirlardan boshlanib, UUA traektoriyasi struktura harakatidan SfM (Structure from Motion) foydalanib, sahnalarni qayta yaratish uchun ishlatiladi. Yo'l nuqtalarini belgilash uchun qisqa ketma-ket suratlar asosida nazoratli masofa xaritasi yaratilgan [3]. Keyinchalik ushbu xarita navigatsiya tizimi uchun yo'l nuqtalarini yaratishda qo'llaniladi.

Maqolada masofani to'g'ridan-to'g'ri baholash usuli taqdim etilgan bo'lib, u yuqori aniqlikdagi masofa xaritalarini real vaqt rejimida yaratishga imkon beradi va murakkab muhitlarda

navigatsiyani osonlashtiradi. SfM asosidagi to'siqlardan qochish tizimi xaritalash vaqtida yoki xaritalash tsikllari orasida o'zgaradigan dinamik to'siqlarni aniqlay va ulardan qocha olmadi. Bundan tashqari, masofa ma'lumotini olish uchun ketma-ket tasvirlarni saqlash va solishtirish uchun kadr tsikli xotira talab qiladi. Boshqa maqolada monokulyar kamera yordamida kvadrotor uchun to'siq aniqlash va ulardan qochish tizimi taqdim etilgan. Qisqa suratlar to'plami kvadrotor ushlab turganda zich masofa xaritalarini yaratish uchun ishlatiladi va to'qnashuvsiz yo'l nuqtalarini hosil qiladi. Ushbu usul eshik kabi tor joylarda va haqiqiy dunyoda to'siqlar orasida ishlaydi. Ushbu yondashuv yengil uchuvchi qurilmalar uchun mos bo'lib, minimal hisoblash resurslari bilan real vaqt rejimida to'siqlardan qochishga imkon beradi. Biroq, masofa xaritasini yaratish tashqi qayta ishlashni talab qiladi va dinamik to'siqlar ko'p bo'lgan muhitlar murakkabligi oshgani sari uning kengayish imkoniyatlarini cheklaydi.

To'g'ridan-to'g'ri masofa ma'lumotining yo'qligi sababli, monokulyar ko'rish yordamida to'siqlardan qochish bo'yicha tadqiqotlarning aksariyati masofani aniqlash uchun aniq usullarni ishlab chiqishga qaratilgan. Asosiy qo'llaniladigan metodologiyalar optik oqimga asoslangan usullar va SLAM (Simultaneous Localization And Mapping) asosidagi usullardir. Maqolada haqiqiy vaqt rejimida to'siqlardan qochish va yo'l rejalashtirish bilan kvadrotor UUA ko'rish asosidagi navigatsiya tizimi taqdim etilgan [4]. RRT (Rapidly-exploring Random Tree star) algoritmi yordamida oflayn xarita asosidagi yo'l rejalashtirish va yagona platalik kompyuterda haqiqiy vaqt rejimida optik oqim yordamida to'siq aniqlash qo'llaniladi. Tashqi sharoitda sinov to'siqlardan samarali o'tishini isbotladi. Ushbu haqiqiy vaqt rejimida to'siq aniqlash usuli kam hisoblash kuchiga ega yengil UUAlar uchun foydalidir. Biroq, dinamik to'siqlar va murakkab ko'p to'sikli muhitlarda optik oqimdan foydalanish usuli nomaqbul bo'lishi mumkin.

1.3. SLAM va Gibril yondashuvlar

Alternativ sifatida, SLAM (Simultaneous Localization And Mapping) asosidagi yondashuvlar va yaxshilangan SLAM algoritmidan foydalanib, juda aniq va keng qamrovli metrik xaritalar ishlab chiqish tavsiya etilgan. Ushbu jarayonda arzon narxdagi ultratovush va infraqizil masofa o'lchagichlar ishlatilgan bo'lib, bu UUAning atrof-muhit haqidagi ma'lumotlarini oshirib, parvoz paytida to'siqlardan qochishiga yordam beradi [5]. Maqolada bir nechta UUAlar uchun gibril PSO-Visual-SLAM yo'l rejalashtirish usuli taklif qilingan. Ushbu yondashuv monokulyar ko'rish yordamida inkremental atrof-muhit xaritasini yaratadi va PSO (Particle Swarm Optimization) orqali UUA traektoriyalarini optimallashtiradi. Energiya sarfi, parvoz xavfi va operatsiya bajarilish vaqti dinamik moslashuvchanlik funksiyasi DFF (Dynamic Flexibility Function) yordamida hisobga olinadi. Bu usul murakkab sharoitlarda traektoriyalarni optimallashtirib, to'qnashuvlarni oldini oladi, ammo Visual-SLAM kam ko'rinish yoki kam xususiyatli muhitlarda aniq vaqtda ishlash qiyinlashadi, bu uning aniqligi va real vaqtdagi ishlashiga ta'sir qiladi. Boshqa bir tadqiqot GNSS signali bo'lmagan sharoitlarda ichki joylarda favqulodda vaziyatlardan keyingi qidiruv va qutqaruv operatsiyalarida UUA navigatsiyasini tahlil qilgan [6]. RGB-D (RGB kamera + Depth sensor) sensorlari va ultratovush texnologiyasi ko'p qavatli binolarda xaritalash va navigatsiyani yaxshilaydi. Ushbu yondashuv aniq 3D xaritalar hosil qiladi va to'siqlarni aniqlashni yaxshilaydi. Validatsiya uchun simulyatsiyalardan foydalanish va real sharoitda atrof-muhit sharoitlari hamda sensor cheklovlari tufayli qiyinchiliklarning yuzaga kelishi asosiy kamchiliklardandir.

1.4. To'siqlardan qochish uchun mashinali o'rganish va chuqur o'rganish

Doimiy harakatli muhitda UUA to'siqlardan qochishi uchun yumshoq aktyor-kritik SAC (Soft Actor-Critic) usuli bilan chuqur mustahkamlash o'rganishi taklif qilingan. Model trening barqarorligi va konvergentsiyasini oshirish uchun (Variatsion AvtoEnkoder) VAE va SACdan foydalanadi. Ushbu usul hatto qayta loyihalangan muhitlarda ham foydali to'siqlardan qochishni namoyish etdi. Bu usulning afzalligi shundaki, u qayta o'qitilmasdan yangi vaziyatlarga moslasha oladi, yuqori moslashuvchanlikni ko'rsatadi. Ammo modellashtirilgan muhitlar real dunyo sharoitlaridagi noaniq o'zgaruvchanliklar uchun foydasini cheklashi mumkin. Ushbu muammoni hal qilish uchun real vaqtdagi ishlashni oshirish maqsadida chuqur o'rganishga asoslangan yondashuvlar taklif etilgan. Tadqiqotda hamkorlik qilmaydigan ko'p UUAlar yo'l rejalashtirish

uchun innovatsion (Duelling Double Deep Q-network) D3QN usuli taqdim etilgan. Tizim atrof-muhit yoki boshqa UUALarning niyatlari haqida oldindan ma'lumot bo'lmasa ham to'qnashuvlarni oldini olib, ma'lumot yig'ish samaradorligini oshiradi. Ushbu usul ko'p turdagi missiyalarda qo'llanilishi mumkin bo'lib, samarali real vaqtda navigatsiyani ta'minlaydi. Asosiy foydalari yuqori moslashuvchanlik va samaradorlikdan iborat, ammo ko'p sonli UUALar mavjud bo'lgan zich joylarda muammolarga duch kelishi mumkin.

Boshqa bir tadqiqot Q-learning va SARSA (State-Action-Reward-State-Action) algoritmlari yordamida UUA yo'l rejalashtirish hamda chuqur Q-learning bilan to'siqlardan qochishni taklif qilgan. Tadqiqot baliqchilik panjaralarini aniqlash uchun 3D muhitda UUA yo'lini optimallashtirdi va to'siqlardan xavfsiz harakatlanishni ta'minladi. Tizim qiyin sharoitlarda ishlashni yaxshilaydi va chuqur Q-learning yordamida yo'l rejalashtirishni yaxshilaydi. Bu strategiya dinamik vaziyatlarga moslashishni oshiradi va mustahkamlash o'rganish orqali optimal yo'llarni o'rganadi. Ammo chuqur Q-learningning hisoblash murakkabligi treningni sekinlashtirishi va xotira hamda protsessor talablarining yuqoriligi real vaqtda moslashuvchanlikni qiyinlashtirishi mumkin.

Amala va boshqalar tomonidan statik va dinamik to'siqlardan qochadigan Q-learning usuli taqdim etilgan. Ushbu algoritm qisqa masofani ustuvor qo'yib, UUA yo'l uzunligini optimallashtiradi. A*, Dijkstra va SARSA bilan taqqoslaganda ushbu usul yaxshiroq natija ko'rsatdi. Ammo o'zgaruvchan to'siqlar murakkablikni oshirib, real vaqtda ishlashni qiyinlashtiradi. Ushbu usul statik sharoitlarda yaxshi ishlaydi, ammo dinamik sharoitda real vaqtda moslashuv qiyin bo'lishi mumkin.

Seungho va boshqalar CNN asosidagi UUA ko'rish orqali yo'l kuzatish va to'siqlardan qochish usulini taqdim etdi. UUA yo'lini kuzatib, to'siqlardan to'liqlik harakat, bezovtalikdan tiklanish va optik oqim asosida qochadi. Simulyatsiyalar va haqiqiy tajribalar usul muvaffaqiyatini isbotladi. Ushbu usul yengil UUALar uchun juda mos, chunki u past protsessor talablar bilan real vaqtda navigatsiyani amalga oshiradi. Ammo vizual ma'lumotlar kam ko'rinish yoki murakkab muhitlarda uning samaradorligini cheklashi mumkin [7,8].

1.5. Turli sensorlardan olingan ma'lumotlarni birlashtirish va real vaqtdagi moslashuvchanlik

Past hisoblash quvvatiga ega tizimlarda ishlashni yaxshilash uchun, devor bo'ylab harakatlanish va sun'iy potentsial maydon (Moving Wall Following – Artificial Potential Field) MWF-APF yondashuvi taklif qilingan, u devor bo'ylab harakat va APFlarni birlashtiradi. O'tgan traektoriya ma'lumotlarini ushbu gibril yondashuvga qo'shish vaziyatni yaxshiroq anglashga yordam beradi, bu esa takrorlanuvchi yo'l muammolarini oldini olish va yaxshiroq qarorlar qabul qilish imkonini yaratadi. Ushbu usul murakkab muhitlarda to'siqlardan qochishni ta'minlab, past hisoblash talablariga ega bo'lgani uchun cheklangan quvvatli UUALarga mos keladi. Ammo oldindan hisoblangan yo'llar va tarixiy ma'lumotlarga tayanishi sababli, usul juda dinamik sharoitlarda real vaqtda moslashuvchanlikka qiynalishi mumkin. Bu muammoni hal qilish uchun Faying va boshqalar bir nechta sensorlardan, jumladan ultratovush, infraqizil va lazer sensorlaridan olingan ma'lumotlarni birlashtirgan keng qamrovli to'siqlardan qochish usulini taklif qilgan [9]. Kalman filtrlash usuli va ko'p sensorli ma'lumotlarni birlashtirish to'siqni aniqlash va qaror qabul qilishni yaxshilab, UUALarni murakkab va dinamik muhitlarda ishonchli qiladi. Ushbu usul to'siqlarni aniqlash va vaziyatni anglashni yaxshilaydi. Biroq, ko'p sensorli ma'lumotlarni birlashtirish jarayonining murakkabligi hisoblash talablarini oshirishi va tez-tez o'zgaradigan muhitlarda real vaqt rejimida ishlash samaradorligini kamaytirishi mumkin.

1.6. Dinamik to'siqlardan qochish va traektoriya rejalashtirish

Maqolada so'nggi tadqiqotlar tahlili berilgan bo'lib, ular ayniqsa harakatlanayotgan obyektlar atrofida UUA navigatsiyasini o'rganadi. Maqola UUALarning harakatlanuvchi to'siqlardan aylanib o'tishi uchun zarur tuzilmani tavsiflaydi. U ushbu tuzilmani uchta asosiy elementga ajratadi: atrof-muhitni sezish, traektoriya bashorat qilish va traektoriya rejalashtirish. Maqolada dinamik to'siqlardan qochishga yordam beruvchi turli algoritmlar farqlari baholangan va umumlashtirilgan. Kelajakda UUA to'siqlardan qochishni rivojlantirish quyidagi yo'nalishlarga qaratilishi kutilmoqda: Dinamik muhitlarda, universal yechim yo'qligi sababli, dronlarning to'siqlardan qochish

muvaffaqiyatini oshirish; Ikkinchidan, to'siqlardan qochish va traektoriya orqali belgilangan manzilga yetib borish o'rtasidagi bog'liqlikni baholash; To'siqlardan qochish manevrlaridan so'ng UUALar oxirgi manzilga yoki belgilangan yo'lga xavfsiz tarzda yaqinlashishga harakat qilishi kerak.

Shunga o'xshash vaziyatlarda bir nechta yondashuvlar qo'llanilgan. Masalan, to'siqni aniqlaganida, vosita avvaldan belgilangan joylardan to'siqdan qochish usullarini ishlab chiqishni boshlaydi va to'siq yo'q qilinmaguncha davom etadi. Ushbu tadqiqotda ellipsoid geometriyasi to'siqni o'z ichiga olgan cheklangan zona sifatida ishlatiladi va qochish yo'lini aniqlash uchun ushbu geometrik zona asos qilib olinadi. Aniqlangan to'siqning geometrik ma'lumotlari hisobga olingach, cheklangan ellipsoid zonasi yaratiladi va ushbu zona asosida to'siqni aylanib o'tish uchun alternativ yo'llar hisoblanadi.

Tashqi monitoring vazifalarida, ayniqsa qidiruv-qutqaruv missiyalarida obyektlarni aniqlashni yaxshilash maqsadida mualliflar RGB va termal ma'lumotlarni birlashtirgan UUA tizimini taqdim etdi. Ushbu tizim noaniqlik holatida qaror qabul qilish uchun qisman kuzatiladigan Markov qaror jarayonidan (POMDP) foydalanadi. Bu UUAga noto'g'ri sensor ma'lumotlariga duch kelganda ham mustaqil harakatni rejalashtirish imkonini beradi. Real vaqtda yo'l rejalashtirish uchun kengaytirilgan ishonch daraxtlari (ABT) ishlatiladi, obyektlarni aniqlash uchun esa CNNlar qo'llaniladi. RGB va termal ma'lumotlarning qo'shilishi ayniqsa ko'rish cheklangan vaziyatlarda aniqlikni oshiradi. POMDP tizimi oldindan aytib bo'lmas sharoitlarda avtonom navigatsiyani ta'minlaydi, bu haqiqiy parvoz tajribalarida isbotlangan. Biroq, POMDP yechimchilarning hisoblash murakkabligi juda dinamik muhitlarda real vaqtda ishlashni cheklashi mumkin. Shuningdek, obyektlarni aniqlash uchun oldindan o'qitilgan modellarga tayanish zich joylarda noto'g'ri ijobiy natijalarga olib kelishi mumkin.

Shuningdek, to'siqlarning o'lchamdagi farqlaridan chuqurlikni bashorat qilish taklif etilgan. Boshqa bir yondashuv tezkor to'siq aniqlash uchun SURF (speeded up robust features) deb nomlangan xususiyat nuqtalarini aniqlash usulidan foydalanishni taklif qilgan. Bundan tashqari, to'siqlarning chegaralarini ko'p o'lchamli yo'naltirilgan bo'laklar (Multi-scale Oriented Patches) MOPS texnikasi bilan va muhim nuqtalarning makon koordinatalarini SIFT (Scale Invariant Feature Transformation) usuli bilan birlashtirish orqali to'siqlarning uch o'lchovli tafsilotlarini taqdim etish taklif qilingan. Biroq, ushbu algoritmlarning cheklovi shundaki, ular faqat tizimda oldindan qayd etilgan to'siqlarga tatbiq etilishi mumkin[10,11].

1.7. Muammolar

UUA to'siqlardan qochish tizimlaridagi yutuqlar va muammolarga oid keng qamrovli sharh maqolada keltirilgan. Tadqiqotlar binocular stereo vision, sun'iy potentsial maydonlar va sensor birlashtirish kabi ko'plab metodologiyalarni o'rganib, UUALarning to'siqlarni aniqlash va ulardan qochish imkoniyatlarini yaxshilashga qaratilgan. Tadqiqot kompyuter ko'rishi, sensor texnologiyasi va sun'iy intellektni birlashtirishning UUA navigatsiyasi va xavfsizligini oshirishdagi ahamiyatini ta'kidlaydi. Maqola mavjud usullarning cheklovlari, masalan, murakkab muhitdagi qiyinchiliklar va potentsial maydon usullaridagi lokal minimum muammolarini ham ko'rsatdi. UUA to'siqlardan qochish yo'lini rejalashtirish usullarini optimallashtirish orqali yaxshilanishi kerak, deb ta'kidlanadi. Bunga real vaqtdagi moslashuvchanlikni oshirish uchun mashina o'rganish usullarini qo'llash, dinamik muhitlar uchun yanada mustahkam algoritmlar ishlab chiqish va ko'p UUALar o'rtasida hamkorlikda to'siqlardan qochish yechimlarini izlash kiradi.

Ushbu tadqiqot turli yondashuvlarni birlashtirish, sensorlarga asoslangan aniqlash, mashinani o'rganish va real vaqtda moslashuvchanlikni birlashtirishning muhimligini ko'rsatadi, bu esa UUALarning turli va dinamik muhitlarda yuzaga keladigan murakkab muammolarini hal qilishga yordam beradi. Kelajakdagi tadqiqotlar ushbu integratsiyalangan tizimlarni rivojlantirish va algoritmlarni takomillashtirishga e'tibor qaratishi kerak, bu UUALarning xavfsizligi va samarali ishlashini turli vaziyatlarda ta'minlaydi.

Xulosa qilib aytganda Uchuvchisiz uchish apparatlari (UUA) yo'l rejalashtirishda to'siqlardan qochish va ularni aniqlash sohasida olib borilgan tadqiqotlar tizimlarning samaradorligini oshirishga

qaratilgan turli yondashuvlarni o'z ichiga oladi. Sensorlarga asoslangan aniqlash usullari, xususan ko'rish va lazer sensorlari, UUA navigatsiyasida muhim rol o'ynaydi, ammo har bir yondashuv o'zining afzalliklari va cheklovlariga ega. Monokulyar kamera, SLAM algoritmlari, mashina o'rganish va chuqur o'rganish usullari dinamik va murakkab muhitlarda samarali harakatlanishni ta'minlash uchun keng qo'llanilmoqda. Shuningdek, ko'p sensorli ma'lumotlarni birlashtirish va real vaqtdagi moslashuvchanlikni oshirishga qaratilgan gibrid yondashuvlar UUALarning xavfsizligini va ishonchliligini oshirishga yordam beradi. Shu bilan birga, dinamik to'siqlar, yuqori hisoblash talablar, sensorlarning cheklovlari va murakkab muhit sharoitlari kabi muammolar mavjud. Kelajakda ushbu sohada mashina o'rganish va real vaqtdagi optimallashtirish usullarini rivojlantirish, shuningdek, ko'p UUALar o'rtasidagi hamkorlikni kuchaytirish muhim ahamiyatga ega bo'ladi. Umuman olganda, integratsiyalangan va adaptiv yondashuvlar UUALarning turli sharoitlarda xavfsiz va samarali harakatlanishini ta'minlashda hal qiluvchi omil bo'lib xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

- [1] Zhang, J.; Yan, J.; Zhang, P.; Kong, X. Collision Avoidance in Fixed-Wing UAV Formation Flight Based on a Consensus Control Algorithm. *IEEE Access* 2018, 6, 43672–43682. [CrossRef]
- [2] Bin Ramli, M.F.; Legowo, A.; Shamsudin, S.S. Object Detection Technique for Small Unmanned Aerial Vehicle. *IOP Conf. Series: Mater. Sci. Eng.* 2017, 260, 012040. [CrossRef]
- [3] Alvarez, H.; Paz, L.M.; Sturm, J.; Cremers, D. Collision avoidance for quadrotors with a monocular camera. In *Springer Tracts in Advanced Robotics*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2016; Volume 109, pp. 195–209. [CrossRef]
- [4] 27. Lin, H.Y.; Peng, X.Z. Autonomous Quadrotor Navigation with Vision Based Obstacle Avoidance and Path Planning. *IEEE Access* 2021, 9, 102450–102459. [CrossRef]
- [5] Gageik, N.; Benz, P.; Montenegro, S. Obstacle detection and collision avoidance for a UAV with complementary low-cost sensors. *IEEE Access* 2015, 3, 599–609. [CrossRef]
- [6] Wu, W.; Chen, B.; Liu, D. Simulation of UAV-Based Indoor Mapping for Multi-Story Building Using a RGB-D SLAM Solution. In *Proceedings of the 2024 IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC)*, Glasgow, UK, 20–23 May 2024; Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.: Piscataway, NJ, USA, 2024. [CrossRef]
- [7] Xue, Z.; Gonsalves, T. Vision Based Drone Obstacle Avoidance by Deep Reinforcement Learning. *AI* 2021, 2, 366–380. [CrossRef]
- [8] Back, S.; Cho, G.; Oh, J.; Tran, X.-T.; Oh, H. Autonomous UAV Trail Navigation with Obstacle Avoidance Using Deep Neural Networks. *J. Intell. Robot. Syst.* 2020, 100, 1195–1211. [CrossRef]
- [9] Li, F.; Xiao, J.; Huang, W.; Cai, S. Research on the Intelligent Obstacle Avoidance and Path Planning Strategy of UAV based on Multi-Sensor Fusion. In *Proceedings of the 2022 IEEE International Conference on Advances in Electrical Engineering and Computer Applications (AEECA)*, Dalian, China, 20–21 August 2022; Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.: Piscataway, NJ, USA, 2022; pp. 628–632. [CrossRef]
- [10] Wang, T.; Yang, L.; Chang, Y.; Huang, Z.; Jiang, H.; Zheng, Y. A Review of Dynamic Obstacle Avoidance for Unmanned Aerial Vehicles (UAVs). In *Proceedings of the 2024 7th International Symposium on Autonomous Systems (ISAS)*, Chongqing, China, 7–9 May 2024; Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.: Piscataway, NJ, USA, 2024. [CrossRef]
- [11] Lee, J.; Lee, K.; Park, S.; Im, S.; Park, J. Obstacle avoidance for small UAVs using monocular vision. *Aircr. Eng. Aerosp. Technol.* 2011, 83, 397–406. [CrossRef]

SIMULINK DASTURI ASOSIDA RAQAMLI UZATISH TIZIMINING TAHLILI VA SIMULYATSIYASI**M. MUXAMMADKARIMOV***Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti*

Annotatsiya. Raqamli bazaviy uzatish tizimi uzatish xususiyatlarini tahlil qilish asosida, SIMULINK dasturiy ta'minoti yordamida raqamli bazaviy uzatish tizimi modellashtirildi. Uzatish jarayonida bazaviy signalga ta'sir qiluvchi ehtimoliy omillar to'liq hisobga olingan holda, raqamli bazaviy uzatish tizimining asosiy modeli yaratildi. Ushbu model raqamli bazaviy signalni uzatish funksiyasini modellashtiruvchi va amalga oshiruvchi tizim sifatida ishlab chiqilgan. Kanal shovqinining tizim ishlashiga ta'siri ko'z diagrammasi va bit xatolik ehtimoli (BER) orqali tahlil qilindi. Tahlil natijalariga ko'ra, kanal signal-shovqin nisbati (SNR) qancha katta bo'lsa, bit xatolik ehtimoli shuncha kichik bo'ladi va uzatish sifati shuncha yaxshilanadi, bu esa nazariy tahlil bilan mos keladi. Simulyatsiya natijalari va bit xatolik ehtimoli tahliliga ko'ra, yaratilgan raqamli bazaviy uzatish tizimi modeli asosiy loyihaviy talablarni to'liq qondiradi.

Kalit so'zlar: SIMULINK - raqamli bazaviy uzatish tizimi; ko'z diagrammasi; belgilararo aralashuv (ISI), SNR, BER, signal-shovqin.

Аннотация. На основе анализа характеристик передачи цифровой базовой полосы с использованием программного обеспечения SIMULINK проведено моделирование системы передачи цифровых сигналов базовой полосы. При этом были полностью учтены возможные факторы, влияющие на сигнал базовой полосы в процессе передачи. Построена базовая модель системы передачи цифровых сигналов базовой полосы, которая позволяет осуществлять моделирование и реализацию функции передачи цифрового базового сигнала. Влияние шума канала на характеристики системы проанализировано с помощью диаграммы глаза и вероятности битовой ошибки (BER). Показано, что с увеличением отношения сигнал/шум (SNR) вероятность битовой ошибки уменьшается, а качество передачи улучшается, что соответствует теоретическому анализу. На основании результатов моделирования и анализа BER установлено, что разработанная модель системы передачи цифровых сигналов базовой полосы соответствует основным требованиям проектирования.

Ключевые слова: SIMULINK; цифровая система передачи данных в основной полосе частот; глазковая диаграмма; межсимвольная интерференция, SNR, BER, сигнал-шум.

Abstract. Based on the analysis of digital baseband system transmission characteristics, SIMULINK software is used to simulate the digital baseband transmission system. Having been fully considered the possible factors affecting the baseband signal in the transmission process, a basic model of digital baseband transmission system is established, a system model which can simulate and realize the function of digital baseband signal transmission. The influence of channel noise on system performance is analyzed by eye diagram and bit error rate. It shows that the larger the channel SNR is, the smaller the bit error rate is, and the better the transmission quality is, which is consistent with the theoretical analysis. From the simulation results and bit error rate, the digital baseband transmission system model meets the basic design requirements.

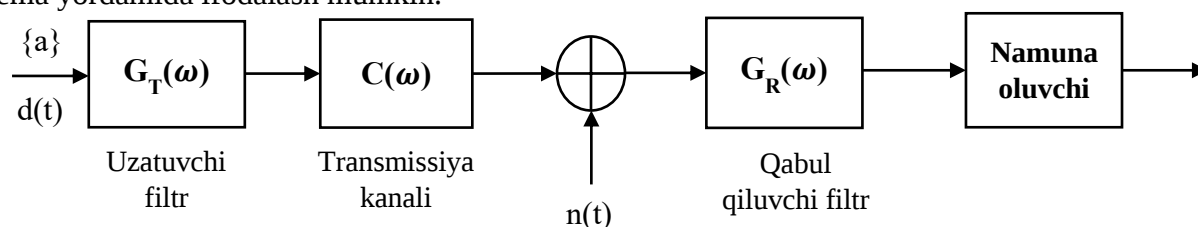
Key words: SIMULINK; digital baseband transmission system; eye diagram; intersymbol interference, SNR, BER, signal-noise.

Kirish. An'anaviy aloqa laboratoriya tajribalari odatda qurilma (hardware) tajriba qutilari yordamida amalga oshiriladi. Ammo amaliy o'qitish jarayonida bunday qurilma qutilarining ayrim kamchiliklari mavjud: tahlil vositasi sifatida faqat ossilograf foydalaniladi, bu esa faqat oddiy signal shaklini kuzatish imkonini beradi, signal spektrini tahlil qilish esa mumkin emas [1]. Uskunalar tajriba qutisiga doimiy tarzda o'rnatilgan bo'ladi; talabalar faqat shu quti orqali ishlaydi, lekin uskunaning parametrlarini o'zgartira olmaydi, natijada ko'plab tajriba hodisalarini to'liq

kuzatishning imkoni bo'lmaydi. Bundan tashqari, tajriba o'tkazish vaqti hamda joyi qat'iy belgilangan, talabalar esa o'z o'qish jadvaliga moslab tajriba o'tkaza olmaydi. Ushbu muammolar o'quv jarayonining samarali amalga oshishiga to'sqinlik qiladi.

Ushbu maqolada an'anaviy o'qitish jarayoniga MATLAB / SIMULINK simulyatsiya dasturi joriy etilgan. MATLAB/SIMULINK dasturining kuchli modellash tirish imkoniyatlaridan foydalangan holda, aloqa nazariyasi fanida muhim o'rin tutuvchi raqamli bazaviy uzatish tizimining loyihalash va simulyatsiya tahlili misol sifatida o'rganildi [2]. Bu yondashuv talabalarning tegishli texnologiyalarni chuqurroq tushunishiga yordam beradi. Natijalar grafik shaklda, ya'ni ko'rgazmali tasvirlar ko'rinishida taqdim etiladi, bu esa talabalarning murakkab hisob-kitoblarga chalg'imasdan, asosiy tushunchalar, tamoyillar va usullarni anglashga e'tibor qaratishiga imkon beradi. Natijada, talabalar faolligi oshadi, o'quv mazmunini yanada chuqurroq tushunadi va o'qitish jarayonida yuqori samaradorlikka erishiladi.

Raqamli bazaviy uzatish tizimi modelini tahlil qilish. Bazaviy signal — bu xabar manbaidan olingan ma'lumotning to'g'ridan-to'g'ri elektr signaliga aylantirilgan shaklidir. Ma'lumot uzatish jarayonida agar signal tashuvchi chastota (carrier) orqali modulyatsiya va demodulyatsiya qilinmasdan, to'g'ridan-to'g'ri uzatilsa, bunday tizim bazaviy (baseband) uzatish tizimi deb ataladi [3]. Bunday tizimlar faqat past tezlikdagi ma'lumotlarni uzatishda emas, balki yuqori tezlikdagi ma'lumotlar uzatishda ham keng qo'llaniladi. Nazariy jihatdan isbotlanishicha, chiziqli modulyatsiyadan foydalanuvchi har qanday diapazonli uzatish tizimini ekvivalent bazaviy uzatish tizimi bilan almashtirish mumkin. Bazaviy uzatish tizimida ketma-ket bazaviy signal to'lqin shakllari hosil qilinadi va ular uzatish uchun mos bazaviy to'lqin shakllariga aylantirilib, kanalga yuboriladi. Signal kanal orqali o'tganda, bir tomondan kanal xususiyatlarining ta'siri sababli signal buziladi, ikkinchi tomondan esa, kanaldagi qo'shimcha shovqin (additive noise) sababli signal tasodifiy ravishda buziladi [4]. Natijada, qabul qiluvchi tomonga kelgan bazaviy signal buzilgan holatda bo'ladi. Shuning uchun, qabul qiluvchi qurilma birinchi navbatda filtrni o'z ichiga oladi, bu filtr shovqinni maksimal darajada bostirish va signalni silliq shaklda tiklash uchun xizmat qiladi. Biroq, filtr chiqishida signalning to'liq silliq qilinishi mumkin emas — unda buzilish va shovqin aralashmasi saqlanib qoladi. Qabul tizimining ishonchliligini oshirish maqsadida, filtr chiqishida aniqlash (identifikatsiya) sxemasi joylashtiriladi. Ushbu aniqlash sxemasi odatda namuna olish va qaror qabul qilish (sampling decider) qurilmasidan iborat bo'ladi. U har bir qabul qilingan bazaviy to'lqin shaklining markaziy nuqtasida namuna (sample) oladi va bu qiymat qaror chegarasi (threshold) bilan solishtiriladi. Agar namuna qiymati thresholddan katta bo'lsa — signal “yuqori” (1) daraja deb qabul qilinadi, aks holda - “nol” (0) daraja sifatida baholanadi. Natijada, yangi bazaviy signallar ketma-ketligi hosil bo'ladi va bazaviy signal to'lqin shakli qayta tiklanadi. Yuqoridagi signal uzatish jarayoniga asosan, bazaviy uzatish tizimi modelini 1-rasmda keltirilgan sxema yordamida ifodalash mumkin.



1-rasm. Asosiy diapazonda uzatish tizimi modeli

a_n — bu uzatish tizimiga beriladigan kirish signalini bildiradi. Ikkilik (binary) holatda aniqlangan qiymati 0 va 1 (yoki -1 va 1) ko'rinishida bo'ladi. Shunda ikkilik bazaviy signal $d(t)$ ning vaqt sohasidagi ifodasi quyidagicha yoziladi:

$$d(t) = \sum_{-\infty}^{\infty} a_m \delta(t - mT_b) \quad (1)$$

Uzatish filtri tomonidan hosil qilinadigan signal $s(t)$ quyidagicha ifodalanadi:

$$s(t) = \sum_{-\infty}^{+\infty} a_m g_T(t - mT_b) \quad (2)$$

Qabul qiluvchi filtrning chiqish signali $r(t)$ quyidagicha ifodalanadi:

$$r(t) = \sum_{-\infty}^{+\infty} a_m g_R(t - mT_b) + n(t) \quad (3)$$

$n(t)$ - uzatish kanali orqali o'tish jarayonida paydo bo'ladigan shovqinni bildiradi

$$g_R(t - mT_b) = \begin{cases} g_1(t - mT_b), & "1" \\ g_2(t - mT_b), & "0" \end{cases} \quad (4)$$

$$g_R(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} G_T(\omega) C(\omega) G_R(\omega) e^{j\omega t} d\omega \quad (5)$$

$g_R(t)$ bu bazaviy tarmoqning o'tkazish funksiyasiga (transfer function) bog'liq bo'lib, u signalning uzatish filtri, uzatish kanali va qabul qiluvchi filtdan o'tishi natijasida hosil bo'ladi.

$$H(\omega) = G_T(\omega) C(\omega) G_R(\omega) \quad (6)$$

Belgilararo aralashuvsiz (ISI-free) bazaviy uzatish tizimi uchun Naykuist mezoni (Nyquist criterion) bajarilishi kerak. Biroq, amaliy filtrlarni ishlab chiqish va vaqt sinxronizatsiyasi talablarini hisobga olgan holda, bazaviy uzatish tizimlarida odatda raised-cosine (ko'tarilgan kosinus) spektr xususiyatiga ega filtdan foydalaniladi. Ushbu filtrning o'tkazish funksiyasi (transfer function) quyidagicha ifodalanadi:

$$H(\omega) = \begin{cases} T_b & 0 \leq |\omega| < \frac{(1-\alpha)\pi}{T_b} \\ \frac{T_b}{2} \left[1 + \sin \frac{T_b}{2\alpha} \left(\frac{\pi}{T_b} - \omega \right) \right] & \frac{(1-\alpha)\pi}{T_b} \leq |\omega| < \frac{(1+\alpha)\pi}{T_b} \\ 0 & |\omega| \geq \frac{(1+\alpha)\pi}{T_b} \end{cases} \quad (7)$$

Mos keluvchi impuls javob funksiyasi $h(t)$ quyidagicha ifodalanadi:

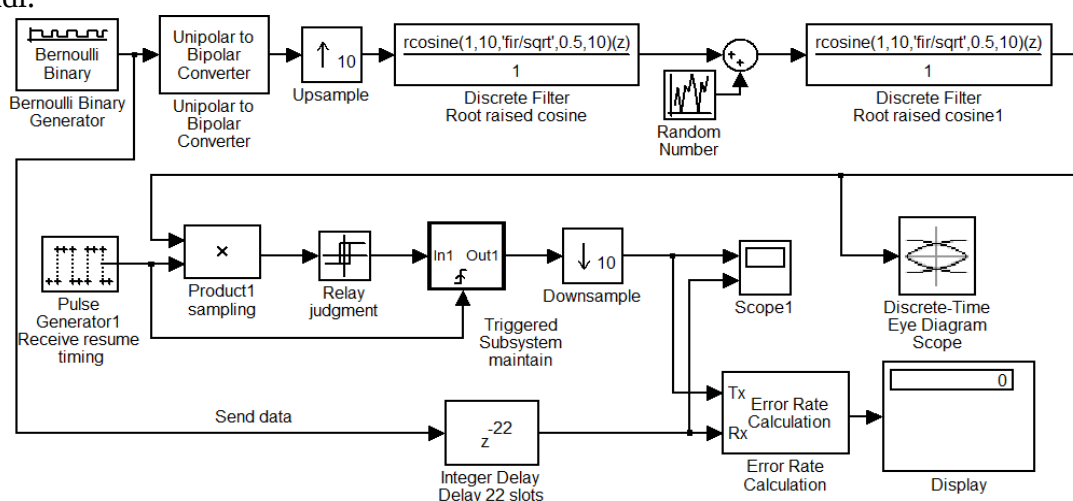
$$h(t) = \frac{\sin \pi t / T_b}{\pi t / T_b} \cdot \frac{\cos \alpha \pi t / T_b}{1 - 4\alpha^2 t^2 / T_b^2} \quad (8)$$

Raqamli bazaviy uzatish tizimini modellashtrish. Uzatish tizimi modeli ishlab chiqildi. Uzatilayotgan ma'lumot ikkilik bipolyar "non-return-to-zero" (NRZ) kodi ko'rinishida uzatiladi. Uzatish filtri sifatida square-root raised cosine filtri qo'llanilgan bo'lib, uning roll-off koeffitsienti $\alpha = 0.5$ ga teng. Kanal - additiv Gauss shovqinli kanal (AWGN - Additive White Gaussian Noise) sifatida modellangan. Bazaviy qabul qiluvchi filtr esa uzatuvchi filtrga mos (matched filter) tarzda tanlangan. Uzatish tezligi 1000 bit/sekund (bps) etib belgilangan. Ko'z diagrammasi (eye diagram) esa Communication Toolbox kutubxonasidagi Eye Diagram Display modulidan foydalanib aks ettiriladi. Ko'z diagrammasini sozlashda quyidagi parametrlar belgilandi: (1) Har bir belgiga to'g'ri keluvchi namuna soni (samples per symbol) - 10 ga teng. (2) Har bir skanerlashda ko'rsatiladigan belgilar soni (symbols per trace) - 2 ta belgiga teng qilib o'rnatiladi. Bu holda, ko'z diagrammasida 2 ta belgi oralig'i (symbol period) ko'rinadi. (3) To'lqin shakllarining saqlanadigan izlari soni (number of retained waveform traces) - standart (default) qiymatda qoldiriladi. (4) Bir vaqtning o'zida chiziladigan yangi izlar soni (number of new traces) ham standart qiymatda ishlatiladi. (5) Discrete-Time Eye Diagram Scope moduli yordamida fazaviy (in-phase) va kvadraturniy (quadrature) signallar ko'z diagrammalari bir vaqtning o'zida kuzatilishi mumkin [6].

Tizim modellashtrishi uchun namunaviy olish chastotasi $1 \times 10^4 \times 10^4 \times 10^4$ Hz (10 kHz) qilib belgilangan [7], filtrning namunaviy olish chastotasi esa tizim simulyatsiyasining namunaviy olish chastotasiga teng. Raqamli signallar tezligi 1000 bit/s bo'lganligi sababli,

uzatuvchi filtrga kirishdan oldin signal har bir bit uchun 10 marta (ya'ni $10\times$) oversampling qilinishi kerak; qabul qilish va dekodlashdan so'ng esa 10 marta decimation (kamaytirish) orqali asl bit tezligi tiklanadi.

Simulyatsiya modeli 2-rasmda ko'rsatilgan bo'lib, tizim quyidagi 7 qismga bo'linadi: ikkilik manba (binary source), uzatuvchi filtr (transmit filter), Gauss kanali (Gaussian channel), mos keluvchi qabul qiluvchi filtr (matched receive filter), qabul namunasi (receive sampling), qaror qabul qilish va tiklash (decision recovery), hamda signal o'lchov bloki (signal measurement). Ikkilik manba bipolyar non-return-to-zero (NRZ) kodini chiqaradi va xom ma'lumotlarni qabul qilib, qabul qilingan natijalar bilan solishtirish hamda xatoliklar statistikasi olib boriladi. Uzatuvchi va qabul qiluvchi filtrlar bir-biriga mos (matched) bo'lib, ikkalasi ham square-root raised-cosine tipidagi filtrlardir. Gauss kanali sodda tasodifiy sonlar generatori va qo'shgich orqali modellashadi. Qabul qilish vaqtlari ideal deb hisoblanganligi uchun, puls generator yordamida 1000 Hz-lik to'g'ri to'rtburchak impulsni tiklash vaqtchasi (recovery timing pulse) sifatida yaratish mumkin; qabul filtrining chiqishidan optimal namunani olish esa ko'paytiruvchi (multiplier) orqali amalga oshiriladi.



2-rasm. Simulyatsion test modeli

So'ngra namunaviy qiymatning threshold bilan solishtirilishi orqali qaror qabul qilinadi — optimal threshold nolga teng qilib olinadi. Qaror chiqishi bir uzatish belgi oralig'i davomida o'zgaras qoladi, va nihoyat 10 marta kamaytirilgan namunaviy olish orqali 1000 Hz bit tezligidagi tiklangan ma'lumot olinadi. Uzatish filtrining va qabul filtrining filtrlashdan kelib chiqadigan kechikishi har biri 10 ta belgi oralig'i (symbol slot) qilib loyihalangan; shuning uchun uzatishdagi jami 20 slotlik kechikish, qo'shimcha ravishda qabuldagi namunaviy olish va qaror tiklash bloklaridagi 2 slot kechikish bilan birgalikda, qabul qilingan va tiklangan ma'lumotning uzatish manbaidagi ma'lumotdan jami 22 belgiga kechikib kelishiga olib keladi.

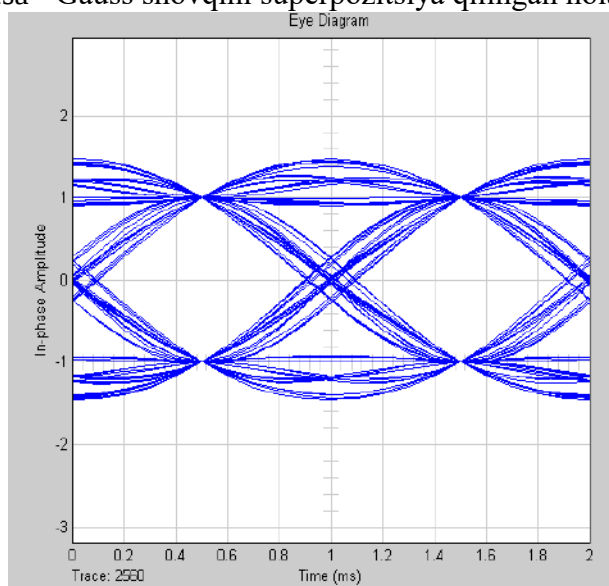
Simulyatsiya natijalari va tahlili. Eye-diagramlarni (ko'z diagrammalarini) tasvirlash masalasiga kelsak, namuna olingan ma'lumotlar hech qanday o'zgartirishsiz, qanday tartibda olingan bo'lsa, shu tartibda displey qurilmasida ko'rsatilishi mumkin. Bunday holatda, har bir namuna nuqtasini vaqt ketma-ketligida joylashtirish o'rniga, namuna olingan nuqtalar vaqtning nol nuqtasidan boshlab ma'lum bir vaqt oralig'ida ustma-ust (superpozitsiya) qilib tushirilishi mumkin. Eye-diagram aynan shu jarayonni har bir namuna nuqtasi uchun takrorlash orqali hosil qilinadi. Ustma-ust tushirish (superpozitsiya) davri quyidagicha tavsiflanadi:

$$f_c = \frac{n}{m} f_s \pm a \quad (9)$$

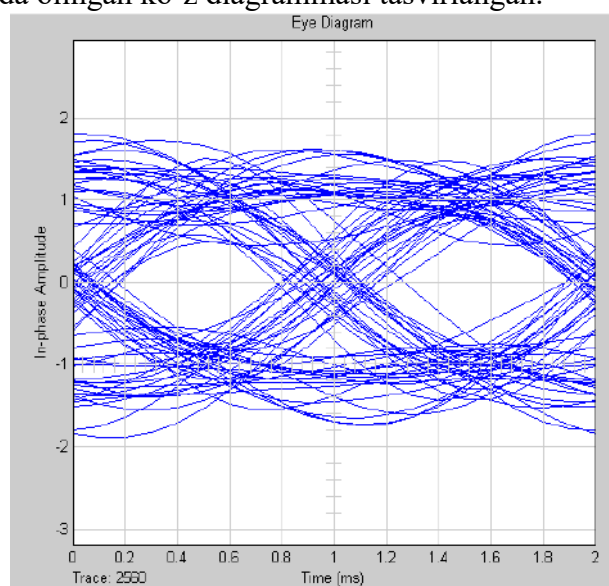
n va m natural raqamlar, a siljish chastotasi f_s ma'lumot signalining bit tezligi, f_c esa namuna olish impulsining takrorlanish chastotasidir.

Amaliy raqamli o'zaro ulanish (interconnection) tizimlarida intersimvol aralashuvini (ISI – intersymbol interference) butunlay bartaraf etish juda murakkab hisoblanadi. Intersimvol

aralashuvining bit xatolik darajasiga (BER – bit error rate) ta'siri hozircha matematik jihatdan oddiy statistik qonuniyat bilan ifodalab bo'lmaydi, shuningdek, uni aniq hisoblab chiqish ham mushkuldir. Shu sababli, bazaviy tarmoqli uzatish tizimining ishlash samaradorligini baholash uchun laboratoriya sharoitida odatda qabul qilingan signal to'liq shaklini ossilograf yordamida kuzatish orqali intersimvol aralashuv va shovqinning tizimga ta'sirini tahlil qilish usuli qo'llaniladi. Bu usul "ko'z diagrammasi tahlili" (eye diagram analysis) deb ataladi. Ideal holatda, ya'ni intersimvol aralashuvi va shovqin mavjud bo'lmagan sharoitda, signal to'liqlari buzilmagan bo'ladi; har bir simvol to'liq bir-biriga mos tushadi va ossilograf kuzatilganda, ularning izlari "ko'z shaklidagi" ochiq soha hosil qiladi. Agar intersimvol aralashuvi yuzaga kelsa, signal to'liq shakli deformatsiyaga uchraydi, belgilar (symbol) to'liq mos kelmaydi, natijada "ko'z" qismi qisman yopiladi va konturlari xira ko'rinadi. Agar bunga kanal shovqini ham qo'shilsa, "ko'z" izlari yanada xiralashadi va "ko'z"ning ochiqligi yanada kichrayadi. Demak, "ko'z"ning o'lchami va ochiqlik darajasi signal buzilishining darajasini ifodalaydi — bu esa intersimvol aralashuv kuchining miqdoriy ko'rsatkichi hisoblanadi. Shunday qilib, ko'z diagrammasi yordamida intersimvol aralashuv va shovqinning tizimga ta'siri ko'rish orqali (vizual) baholanishi mumkin, hamda bazaviy tarmoqli uzatish tizimining ishlash sifati va ishonchliligini tahlil qilishda muhim vosita bo'lib xizmat qiladi. Bundan tashqari, ko'z diagrammasi yordamida qabul qiluvchi filtrning chastota xususiyatlarini moslashtirish orqali intersimvol aralashuvni kamaytirish va tizimning uzatish sifatini yaxshilash imkonini beradi. 3-rasmda — shovqinsiz holatda olingan ko'z diagrammasi, 4-rasmda esa - Gauss shovqini superpozitsiya qilingan holatda olingan ko'z diagrammasi tasvirlangan.

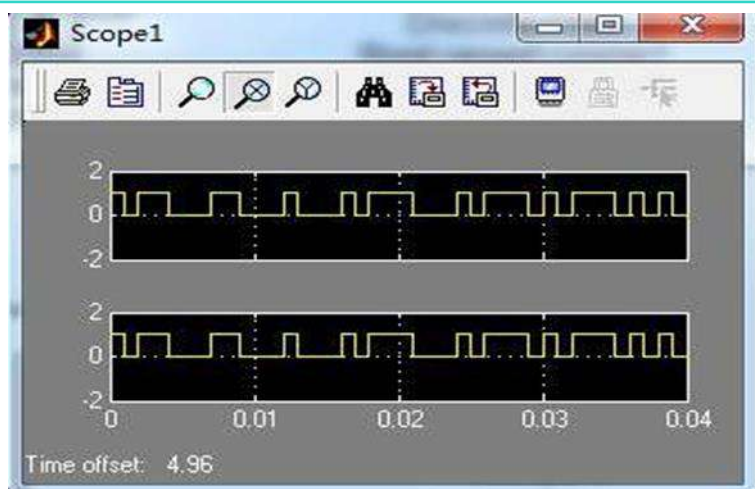


3-rasm. Shovqinsiz holatdagi ko'z diagrammasi



4-rasm. Gauss shovqini qo'shilgandan keying ko'z diagrammasi

5-rasmda uzatilgan va qabul qilingan ma'lumotlar to'liq shakllari ko'rsatilgan. Model ishga tushirilganda, kanal shovqin dispersiyasi 0.05 ga teng, o'lgangan bit xatolik darajasi esa 0.0068 ni tashkil etdi.



5-rasm. Uzatilgan va qabul qilingan ma'lumotlar to'liq shakllari

Xulosa. Aloqa asoslari fanining amaliy mashg'ulotlariga virtual simulyatsiya tajribasini joriy etish qurilmali tajribaning cheklovlarini bartaraf etishga yordam beradi hamda talabalarda loyihalash, tahlil qilish va innovatsion fikrlash ko'nikmalarini shakllantirishga xizmat qiladi. Ushbu maqolada MATLAB dasturi yordamida raqamli bazaviy tarmoqli uzatish tizimi modellashirilgan hamda bazaviy signal uzatilishiga ta'sir etuvchi omillar to'liq hisobga olingan. Ikkilik bipolyar raqamli bazaviy tarmoqli uzatish tizimi modeli yaratilgan bo'lib, ushbu model raqamli bazaviy signal uzatish funksiyasini simulyatsiya qilish va amalga oshirish imkonini beradi. Kanalning signal-shovqin nisbatining (SNR) tizim samaradorligiga ta'siri ko'z diagrammasi va bit xatolik darajasi (BER) orqali tahlil qilingan. Natijalar shuni ko'rsatadiki, bir xil sharoitda SNR qiymati oshgan sari BER kamayadi, ya'ni uzatish sifati yaxshilanadi. Simulyatsiya natijalari va BER ko'rsatkichlarini tahlil qilishdan ma'lum bo'ldiki, ishlab chiqilgan bipolyar raqamli bazaviy tarmoqli uzatish tizimi belgilangan loyihaviy talablarga to'liq javob beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

- [1] Komine, Toshihiko and Masao Nakagawa. "Fundamental analysis for visible-light communication system using LED lights." IEEE transactions on Consumer Electronics 50.1 (2004): 100-107.
- [2] Heidari-Bateni, Ghobad, and Clare D. McGillem. "A chaotic direct-sequence spread-spectrum communication system." IEEE Transactions on communications 42.234 (1994): 1524-1527.
- [3] Rappaport, Theodore S., et al. "Wideband millimeter-wave propagation measurements and channel models for future wireless communication system design." IEEE Transactions on Communications 63.9 (2015): 3029-3056.
- [4] Stanger-Hall, Kathrin F., and James E. Lloyd. "Flash signal evolution in Photinus fireflies: character displacement and signal exploitation in a visual communication system." Evolution 69.3 (2015): 666-682.
- [5] SLi, Jie, et al. "300-Gb/s eye-diagram measurement by optical sampling using fiber-based parametric amplification." IEEE Photonics Technology Letters 13.9 (2001): 987-989.
- [6] Breed, Gary. "Analyzing signals using the eye diagram." High Frequency Electronics 4.11 (2005): 50-53.
- [7] Shake, Ippei, Hidehiko Takara, and Satoki Kawanishi. "Simple measurement of eye diagram and BER using high-speed asynchronous sampling." Journal of lightwave technology 22.5 (2004): 1296.

KORPORATIV TARMOQLARDA FOYDALANISHGA MO'ljALLANGAN BULUTLI TIZIM ISHLAB CHIQISH USULLARI TAHLILI**SH.R. SAPAYEV***O'R HX va MU Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari va harbiy aloqa instituti*

Annotatsiya. Ushbu maqola korporativ tarmoqlarda ishlovchi bulutli tizimni ishlab chiqishda qo'llaniladigan asosiy bo'lgan monolit, mikroxizmatlar va serverless arxitektura usullari hamda ularning bir-biridan avzallik va kamchiliklari, ulardagi ma'lumotlarni tarmoq ichida uzatish jarayonidagi kechikishlarga oid qiyosiy tahliliga bag'ishlangan. Bundan tashqari maqolada monolit, mikroxizmatlar va serverless arxitektura usullaridan foydalanib ishlab chiqilgan web platformalardagi mijoz tomonidan amalga oshiriladigan so'rovlarni to'g'ri qayta ishlash va ularga javob qaytarish jarayonidagi kechikishlarga bog'liq muammolar ko'rib chiqilgan.

Kalit so'zlar: Monolit arxitektura, Mikroxizmatlar arxitekturasi, serverless arxitektura, avzalliklar, kamchiliklar, mijoz so'roviga beriladigan javoblarning kechikishi, nosozliklardan izolatsiyalanganlik, miqyoslashda osonligi, ichki xizmatlarga o'zaro murojaatlar soni, "Cold start" (Sovuq boshlash), vendor lock-in, bulutli provayder, tizimning murakkabligi.

Аннотация. Статья посвящена сравнительному анализу основных архитектурных подходов (монолит, микросервисы и бессерверные решения), используемых при разработке облачных систем, работающих в корпоративных сетях, а также их преимуществам и недостаткам, а также задержкам при передаче данных внутри сети. Кроме того, в статье рассматриваются проблемы, связанные с задержками при обработке и реагировании на запросы клиентов на веб-платформах, разработанных с использованием архитектурных подходов (монолит, микросервисы и бессерверные решения).

Ключевые слова: Монолитная архитектура, микросервисная архитектура, безсерверная архитектура, преимущества, недостатки, задержка ответов на запрос клиента, изолированность от сбоев, простота масштабирования, количество взаимных ссылок на внутренние службы, "Cold start" (холодный старт), vendor lock in, облачный провайдер, сложность системы.

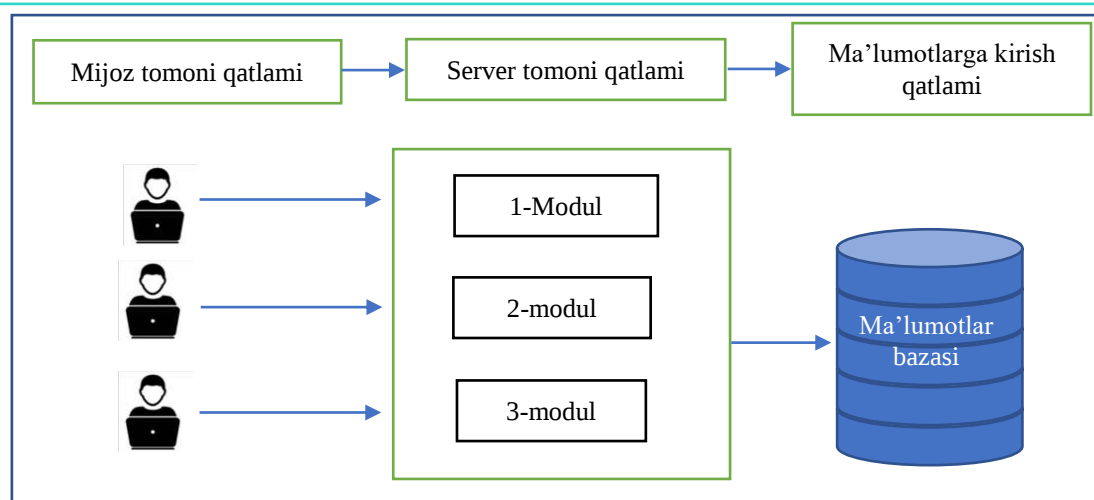
Kirish. Bulutli hisoblash sohasida dastur va infratuzilmani loyihalash tamoyillari va ishlab chiqish usullari an'anaviy yondashuvlardan farq qiladi. Bulutli model internet orqali IT resurslarining talabga binoan yetkazib berilishi va foydalanilganiga qarab haq to'lashni nazarda tutadi. Bunda jismoniy serverlarni sotib olish va boshqarish o'rniga, kerakli hisoblash quvvati va saqlash xotirasiga ega platformalarni bulut provayderidan xizmat sifatida olinadi.

Bulutli xisoblash tizimini qurishning zamonaviy usullaridan Mikroxizmatlar (microservices), Serverless (serversiz) usuli va Monolit arxitektura (monolithic architecture) usullari mavjud [1].

Monolit arxitektura.

Monolit arxitektura dasturiy ta'minotni ishlab chiqishning an'anaviy modelidir. Ushbu turdagi arxitekturaga asosan qurilgan tizimning har bir qismi bir-biri bilan ketma-ketlikda juda kuchli o'zaro ta'sir qiladi. Butun tizim o'z vazifasini bajarishi uchun tizimning barcha qismlari birdek ishlab turishi zarur bo'ladi.

Odatda harbiy sohada foydalaniladigan, korporativ tarmoqda ishlovchi web platformalar monolit arxitektura asosida ishlab chiqilgan bo'ladi. Shuningdek, monolit arxitektura usuli asosida ishlab chiqilgan web platformalar kuchli ximoyalangan va birlashtirilgan dasturiy ta'minot komponentlarini o'z ichiga olgan katta konteyner ko'rinishida ekanligini 1-rasmda ko'rish mumkin. Bu arxitektura usuliga asosan ishlab chiqilgan web platformalardagi har bir komponent bir-biriga bog'liqdir. Ammo bunday web platformalardan foydalanadigan harbiy tashkilotlar o'sib borishi bilan tizimning murakkabligi oshib boradi. Bu esa o'z navbatida tizimga o'zgartirish yoki qo'shimchalar kiritish qiyinlashishiga olib keladi [1].



1-rasm. Korporativ tarmoqlarda ishlovchi monolit arxitektura usuli asosida ishlab chiqilgan Web platformaning ishlash tamoyili

Monolitik arxitektura usuli odatda ishlab chiqilgan platformadagi quyidagi qatlamlarning bir-biri bilan aloqasini ta'minlash uchun mo'ljallangan:

- mijoz tomoni qatlami - bu tizimga ma'lumotlarni kiritish imkonini beruvchi tizim bilan o'zaro aloqa qilish imkonini beruvchi foydalanuvchi interfeysi;
- ma'lumotlarga kirish qatlami - bu yerda ma'lumotlar oson olish uchun saqlanadi va odatda tizimning CRUD (Create, Read, Update and Delete) funksiyalariga imkon beradi;
- server tomoni qatlami - bu qism foydalanuvchi va keyinchalik Mijoz tomoni qatlamidan yashiringan ma'lumotlarga kirish o'rtasida tranzaktsiyalarni amalga oshirishga imkon beradi.

Monolit arxitektura usuli asosida ishlab chiqilgan web platformalarda barcha funksiyalar va komponentlar yagona birlashgan dastur sifatida jamlangan bo'ladi. Bunda foydalanuvchi interfeysi, biznes mantiq va ma'lumotlar bazasi qatlami - barchasi bitta kod bazada birlashgan holda ishlaydi. Monolit arxitektura dastlab soddaroq ishlab chiqiladi va test qilinadi, chunki tizimning barcha qismlari bir joydaligi uchun ichki chaqiriqlar tezkor bo'ladi. Biroq dastur kengayib borgan sayin o'zgartirishlar qiyinlashadi va butun tizimni to'liq masshtablashtirish talab etiladi. Masalan, bir modulga kichik o'zgartirish kiritish uchun ham butun ilovani qaytadan yig'ib, joylashtirish zarur bo'lishi mumkin. Shu sababli monolit arxitektura usulidan foydalanib qurilgan tizimlar yiriklashganda yangilash qiyinlashadi va cheklangan moslashuvchanlikka ega bo'ladi. Shunga qaramasdan monolit arxitektura usuli asosida ishlab chiqilgan web platformalarning ham o'ziga xos avzalliklari mavjud (1-jadval).

1-jadval

Monolit arxitektura usulida ishlab chiqilgan web platformalarning avzalliklari

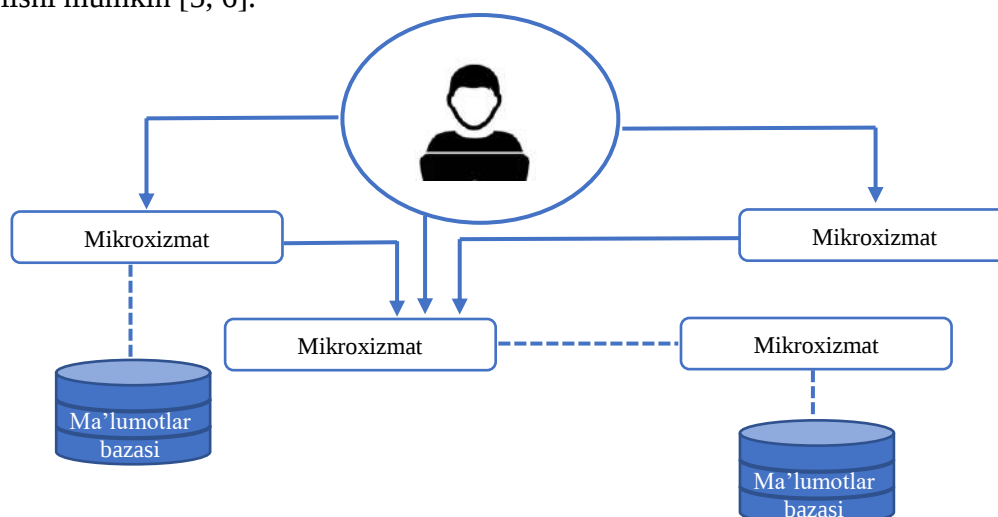
T/r	Avzalliklari	Ta'rifi
1.	Yuzaga kelishi mumkin bo'lgan muammolarning bir-biriga o'xshashligi	Bular ilovaning umumiylikiga ta'sir qiladigan muammolar. Monolitik arxitektura usuli faqat bitta paket, ya'ni butun dasturning o'zi bilan bog'liq va odatda uni boshqarish ancha oson kechadi.
2.	Nosozliklarni tuzatish va sinovdan o'tkazish tezligi	Serverless va mikroxizmatlar arxitekturasi bilan solishtirganda, monolit arxitektura usuliga asoslangan web platformalar bitta paketli ko'rinishga ega bo'lganligi sababli, disklarni dekodlash ancha oson va sinovdan o'tkazish ancha tez amalga oshiriladi.
3.	Joylashtirishda osonligi	Monolit arxitektura usuliga asoslangan web platformalarni tizimga joylashtirish ancha oson kechadi. Chunki bunda bir nechta kichik modullarni boshqarish shart bo'lmaydi.

Monolit arxitektura usulida ishlab chiqilgan web platformalarni o'zgartirish faqat qisman mumkin va ko'p vaqt talab qiladi. Chunki kichik o'zgarishlarni amalga oshirish uchun ham dastur

yozilgan asosiy kodlar bazasining katta maydonlariga o'zgartirish kiritishga to'g'ri keladi. Bundan farqli o'laroq, mikroxizmatlarga asoslangan arxitektura yondashuvi dasturiy ta'minot kichik, mustaqil komponentlardan (xizmatlardan) iborat ekanligini anglatadi [4]. Har bir xizmat bitta funktsiyani bajaradi va aniq belgilangan interfeyslar orqali boshqa xizmatlar bilan o'zaro ta'sir qiladi. Ular mustaqil ishlaganligi sababli, kerak bo'lganda har bir xizmatni alohida yangilashingiz, o'zgartirishingiz, joylashtirishingiz yoki masshtablashingiz mumkin [5]. Masalan, monolit arxitekturada bir modulga kichik o'zgartirish kiritish uchun ham butun ilovani qaytadan yig'ib, joylashtirish zarur bo'lishi mumkin. Shu sababli monolit arxitektura kengaytirish jarayonida yangilash qiyinlashadi va cheklangan moslashuvchanlikka ega bo'ladi.

Mikroxizmatlar arxitekturası usuli

Bunday arxitektura usuliga asoslanib ishlab chiqilgan web platformalar kichik-kichik, bir-biridan mustaqil va o'z navbatida bir-biri bilan so'rovlar almashinib ishlaydigan xizmatlar to'plami ko'rinishida bo'ladi. Har bir mikroxizmat alohida funktsiyaga mas'ul bo'ladi va boshqa qismlar bilan zaif bog'langan holda ishlaydi (2-rasm). Bu degani, har bir xizmat umumiy dasturning ishiga xalaqit bermagan holda mustaqil ravishda ishlab chiqilishi, sinovdan o'tkazilishi va alohida joylashtirilishi mumkin [5, 6].



2-rasm. Korporativ tarmoqlarda ishlovchi mikroxizmatlar arxitekturası usulı asosida ishlab chiqilgan web platformalarning ishlash tamoyili

Mikroxizmatlar arxitekturası usulı asosida ishlab chiqilgan web platformada har bir xizmatni birining ishdan chiqishi yoki uzilishi boshqalariga ta'sir qilmasligi uchun mustaqil ravishda joylashtiriladi. Ular odatda ma'lum bir funktsiya yoki maqsadni amalga oshirish yo'lida chambarchas bog'lanadi. Butun funksionallik mustaqil ravishda joylashtiriladigan modullarga bo'lingan bo'lib, ular bir-biri bilan API (Application Programming Interfaces - Ilova dasturlash interfeysi) deb ataladigan belgilangan usullar orqali bog'lanadi. Har bir xizmat o'z doirasini qamrab oladi va mustaqil ravishda yangilanishi, joylashtirilishi va kengaytirilishi mumkin bo'ladi.

Mikroxizmatli arxitektura asosiy afzalliklari

Masshtablash osonligi (xizmatlarni alohida o'lchash mumkin), nosozliklardan izolatsiya (bitta xizmat ishdan chiqsa, butun tizim to'xtamaydi) va texnologik moslashuvchanlik (har bir xizmat turli texnologiyalarda yozilishi yoki alohida ma'lumotlar bazasiga ega bo'lishi mumkin). Misol uchun, streaming xizmati alohida foydalanuvchi autentifikatsiyasi, video katalogi, oqim uzatish xizmatlariga bo'linishi mumkin – har biri mustaqil rivojlantiriladi va kerak bo'lganda mustaqil kengaytiriladi (2-jadval). Biroq, shuni ham ta'kidlash joizki, mikroxizmatlar arxitekturası asosida ishlab chiqilgan tizimning murakkabligi oshadi: xizmatlar orasidagi tarmoq aloqalari, ma'lumotlar yaxlitligini ta'minlash, xizmatlarni kashf etish va monitoring qilish kabi masalalarni hal etish talab etiladi. Ko'plab xizmatlarni boshqarish qo'shimcha infratuzilma va xizmatlarni muvofiqlashtirish (orquestratsiya) yechimlarini talab qilib, operatsion yukni oshirishi mumkin.

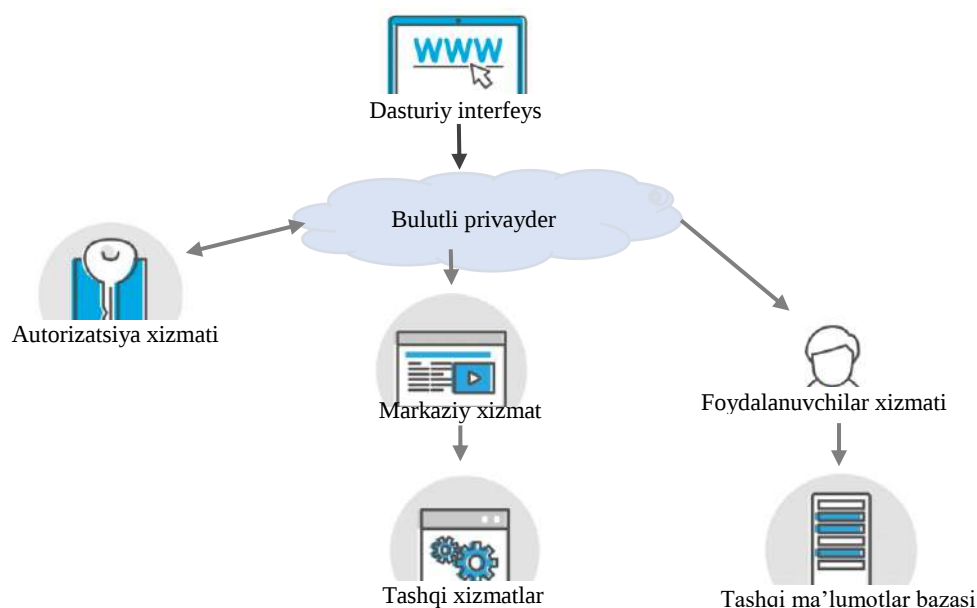
2-jadval

Mikroxizmatlar arxitekturasini usuli asosida ishlab chiqilgan web platformaning asosiy afzalliklari

T/r	Avzalliklari	Ta'rifi
1.	Mustaqil ravishda ishlaydigan komponentlar	Xizmatni joylashtirish va yangilash alohida amalga oshirilishi mumkin. Blok yoki moduldagi xato boshqa bloklarga ta'sir qilmaydi. Mikroxizmat arxitekturasida yangi dizaynlarni amalga oshirish ham qiyin emas.
2.	Osonroq tushunish	Dizaynni kichik va tushunarli bloklarga qisqartirish, ular sodda, tushunish va boshqarish oson. Sizning barcha sa'y-harakatlaringiz tegishli biznes ehtiyojiga erishish maqsadiga yo'naltirilishi mumkin
3.	Miqyoslanish	Mikroxizmat yondashuvi har bir blok yoki modulni mustaqil ravishda masshtablash imkonini beradi. Mikroxizmatlarda masshtablash juda oson, chunki dasturdagi har bir element mustaqil ravishda o'lchanishi mumkin. Bu mikroxizmatlar arxitekturasining butun jarayonini masshtablashda xarajat va vaqtni tejaydi. Monolitdan farqli o'laroq, butun dastur zarur bo'lmagan joyda o'lchanishi kerak. [9].
4.	Moslashuvchanlik	Jamoalar yordamida dasturni ishlab chiqish va muayyan texnologiyani tanlash, ishlab chiqish jarayonini boshidanoq tanlashni cheklash. Mikroxizmatlardan foydalanadigan jamoalar o'zlarining dasturlash tillarini tanlashlari mumkin
5.	Tezkorlik	Xatolarga chidamlilik odatda mikroxizmatlar arxitekturasida qo'llaniladi, chunki dasturdagi nosozliklar butun dasturga emas, balki butun jarayonning kichik qismiga ta'sir qiladi. Tajriba va dastur ichidagi o'zgarishlarda kam xavf mavjud va tizimda kamroq xatolar mavjud

Serverless arxitektura usuli

Bu usulda dasturchilar serverlarni boshqarish haqida qayg'urmaydi - kod talabga binoan ishlaydi, infratuzilmani avtomatik boshqarish bulutli provayder zimmasida bo'ladi va ushbu jarayonni 3-rasmda yaqqol ko'rsatib berilgan. Ya'ni, ishlab chiquvchilar faqat funksional kod yozishadi, bulut provayderi esa kodni ishga tushirish uchun zarur server resurslarini avtomatik taqsimlaydi va kerak bo'lganda masshtabni oshiradi yoki kamaytiradi [3, 4].



3-rasm. Serverless arxitektura usuli asosida ishlab chiqilgan web platformalarning ishlash tamoyili

Ushbu serverless arxitektura usuli asosida ishlovchi platformalarda bulutli provayder tomonidan ko'rsatiladigan xizmatlar uchun jalb qilinadigan serverlarning avtomatik miqyoslanganligi sababli, ular faqatgina server uchun foydalanilgan hisoblash vaqtiga pul to'lanadi. Bekor turuvchi serverlar uchun to'lov qilinmaydi. Bu esa o'z navbatida xizmat ko'rsatish narxining samaradorligini oshirishga xizmat qiladi [3]. Shuningdek, serverless platformalar yuksak miqyoslanuvchanlik xususiyatiga ega: trafik oshsa, provayder avtomatik ravishda qo'shimcha funksional instansiyalarni ishga tushiradi, pasayganda – resurslarni qisqartiradi. Serverless arxitekturaning cheklavlari ham bor: funksiyalar odatda stateless (holatsiz) bo'ladi va bajarilish muddati cheklangan (masalan, bir necha daqiqa). Bundan tashqari ushbu platformalarda "Cold start" (Sovuq boshlash) deb nomlanuvchi kechikish bo'lishi mumkin. Ya'ni, agar funktsiya uzoq vaqt davomida ishlamagan bo'lsa, ilk chaqiruvda yuklanish vaqti biroz sekinlashadi. Bundan tashqari, serverless arxitekturasiga mansub tizimlar odatda ma'lum bir provayderga bog'liq bo'lib qoladi. Bu "vendor lock-in" xavfini tug'diradi ya'ni arxitektura muayyan bulutli provayderning serverless xizmatlariga bog'lanib qoladi [5].

Ushbu arxitekturalar asosida ishlab chiqilgan web platformalarning bir biridan avzallik va kamchiliklari quyidagi jadvalda o'z aksini topgan:

3-jadval

Monolit, mikroxizmatlar va serverless arxitekturalari asosida ishlab chiqilgan
Web platformalarning bir-biridan avzallik va kamchiliklari tahlili

Xususiyat	Monolit	Mikroxizmatlar	Serverless
Kengayish	Kengayishi qiyin va moslashuvchan emas	Oson kengayadi, yangi xizmatlar qo'shish mumkin	Kengayish avtomatik tarzda amalga oshiriladi
Ishlashning mustahkamligi	Yagona tizim bo'lishi sababli tez-tez uzilishlar bo'lishi mumkin	Yaxshi mustahkamlik, lekin mikroxizmatlar o'rtasida tarmoq bog'liqligi bo'ladi	Faqat kerakli resurslar uchun to'lanadi, ammo ba'zi hollarda resurslarni ortiqcha ishlatish mumkin
Rivojlanish va yangilanish	Butun tizimga ta'sir qiladi, yangilanishda qiyinchiliklar bo'lishi mumkin	Yangi xizmatlar oson qo'shilishi mumkin, ammo tizimni sinxronlashtirish qiyin	Yangilanishda muammo yo'q, ammo ba'zi xizmatlar murakkab bo'lishi mumkin
Boshqarish va qo'llab-quvvatlash	Oddiy, bitta tizimni boshqarish kerak	Ko'p mikroxizmatlar o'rtasida aloqalarni boshqarish zarur	Minimal boshqaruv, lekin xavfsizlik va resurslarni optimallashtirish muhim
Xarajatlar	Odatda barqaror va doimiy xarajatlar	Mikroxizmatlar orasida alohida resurslar talab etiladi	Faqat ishlatilgan resurslar uchun to'lanadi

Korporativ tarmoqlarda ishlashga mo'ljallangan serverless, mikroxizmatlar va monolit arxitektura usullaridan foydalanib ishlab chiqilgan web platformalardagi mijoz so'rovlariga beriladigan javoblardagi kechikishlar bo'yicha solishtirib tahlil qilish ulardagi kamchiliklar va avzalliklarni yaqqol namoyon qilishga imkon beradi.

Ushbu ko'rsatilgan kechikishlar nisbatan bo'lib, qaysiki xizmatni oldindan foydalanilgan bo'lsa, unda barcha arxitektura usulidagi tizimlar deyarli bir xil ishlaydi. Ulardagi ishlash tezligi kechikish sanalmay qoladi. Ammo yangi xizmatga, ya'ni uzoq muddat murojaat qilinmagan xizmatga murojaat qilinganida xizmatdan foydalanib, mijozga javob qaytarish har bir arxitekturada o'ziga xos kechikishlar bilan amalga oshiriladi.

Masalan mikroxizmatlar arxitektura usulida ishlab chiqilgan web platformalarda, har bir xizmat mustaqil bo'lib, o'zaro API chaqiruvlari orqali aloqada bo'ladi. Bu jarayon esa ko'pincha mijoz so'roviga tarmoq kechikib javob berishiga va tarmoq sozlamalarining murakkablashishiga olib kelishi mumkin. Ushbu arxitekturada kechikishlar turlicha sabablarga asosan sodir bo'ladi:

tarmoqda sodir bo'ladigan kechikishlar, ma'lumotlar bazasiga murojaat qilinganda bo'lgan aloqalar va sinxronizatsiya hamda resurslar o'rtasidagi bog'lanishlardagi kechikishlar.

Tizim ichida mikroxizmatlar orasidagi chaqiruvlar asosan HTTP yoki gRPC protokollari orqali amalga oshiriladi. Har bir chaqiruvda tarmoq orqali ma'lumotlar yuboriladi, bu jarayon esa tarmoqda berilgan so'rovlarga ma'lum bir kechikish orqali javob berilishiga olib keladi. Ushbu kechikishlar odatda 1 200 millisekund (ms) atrofida bo'lishi mumkin, lekin tarmoqning o'zi va xizmatlar o'rtasidagi masofa hamda xizmatlarga chaqiruvlarning sonini oshib borishi bu qiymatni oshirishi mumkin. Shunday qilib, xizmatga murojaat qilganda mikroxizmatlar arxitekturasidagi tizim tomonidan beriladigan javobning kechikish vaqti odatda 24 ms ichida bo'ladi [5].

Serverless arxitektura usuli asosida qurilgan web platformalar, asosan, mikroxizmatlar arxitektura usulidan foydalanib qurilgan web platformalardagi mijozlarning so'rovlaridagi kechikishlar bilan bir xil tarzda xizmatlarni taqdim etadi. Lekin Serverless arxitektura usuli asosida qurilgan web platformalarda serverlar bilan bevosita ishlanmaydi va resurslar avtomatik tarzda miqyoslanadi va xizmatlar kerak bo'lganda ishga tushadi. Bu platformalarda serverlarni boshqarishga ehtiyoj yo'q. Ammo kechikishlar ba'zi omillarga bog'liq bo'lishi mumkin. Masalan: yangi chaqiruvni amalga oshirish, doimiy o'zgarib turuvchi resurslarni miqyoslash, tarmoq orqali aloqalarni boshqarish kabi sabablar tufayli sodir bo'ladigan kechikishlar. Ushbu kechikishlarni ko'rib chiqaylik:

- Yangi chaqiruvni amalga oshirish. Bunda ba'zi bir xizmatlardan foydalanilganidan so'ng bir muddat unga ajratilgan resurslar avtomat ravishda to'xtatiladi va yangi chaqiruv amalga oshirilsa, qayta resurslar ajratiladi hamda xizmat ko'rsatish boshlanadi. Bu holat esa o'z navbatida xizmat ko'rsatilishining kechikishiga olib keladi. Serverless platformalar yangi instansiyani ishga tushirganda, bu kechikishlar 500 ms - 5 sekund orasida bo'lishi mumkin;

- Tarmoqda xizmat ko'rsatishdagi kechikishlar. Serverless platformalar ham tarmoq orqali xizmatlar o'rtasida aloqada bo'lishi mumkin, bu esa tarmoqda berilgan so'rovlarga beriladigan javoblar kechikishini keltirib chiqarishi mumkin. Biroq, ko'pincha ushbu turdagi tizimlar mikroxizmatlar turidagi tizimlarga nisbatan ancha tez ishlaydi, chunki ular optimallashtirilgan;

- O'zgartirishlar va avtomatik miqyoslanish: Serverless platformalarida xizmatlarga zarurat sezilganidagina undan foydalaniladi. Bu ko'pincha, xizmatning ishlashi va resurslarni miqyoslashga bog'liq bo'lib, bu ham turli so'rovlarga kechikib javob berilishiga sabab bo'lishi mumkin. Odatda, bunday kechikishlar 10 300 ms atrofida bo'ladi.

Agar xizmatga murojaatni aniq qayta ishlash taxminan 100 ms davom etishini nazarda tutsak, unda har bir usulga mansub web platformalardagi mijoz so'rovlarini qayta ishlashga sarflanadigan umumiy kechikishlar qiyosiy tahlili 4 jadval va 4-diagrammada ketirilgan.

4-jadval

Uchta arxitektura usulidan foydalanib ishlab chiqilgan web platformalardagi mijozlarning so'rovlariga qaytariladigan javoblarning kechikish vaqti bo'yicha qiyosiy tahlil

T/r	Murojaatlar soni	Kechikish vaqtlari arxitekturalar kesimida (s)		
		Serverless	Mikroxizmat	Monolit
1.	0	0.2	0.1	0
2.	20	0.7	0.5	0.1
3.	40	1.2	1.0	0.1
4.	60	1.1	1.5	0.1
5.	80	1.11	2.0	0.2
6.	100	1.14	2.5	0.25

Serverless arxitekturasiga mansub web platformalarda esa ish boshlashdagi kechikishlar mavjud. Ammo keyinchalik kechikishlar kamayishi kuzatiladi.



4-rasm. Uchta arxitektura usulidan foydalanib ishlab chiqilgan web platformalardagi mijozlarning so'rovlariga qaytariladigan javoblarning kechikish vaqti bo'yicha solishtirish diagrammasi

Ushbu diagrammadan monolit arxitekturaga mansub web platformalarda tarmoq kechikishi yo'qligini ko'rish mumkin. Chunki bunday turdagi web platformalarda barcha chaqiruvlar mahalliy tarzda, birlashtirilgan modul ichida amalga oshiriladi.

Mikroxizmatlar arxitektura usulida ishlab chiqilgan web platformalarda ham ish boshlashda kechikishlar mavjud. Bu muammoni hal qilishning yo'li – ichki so'rovlarni amalga oshirish jarayonida kerakli xizmatlarga bo'lgan masofani qisqartirish va ma'lumotlarni xizmatlarga yaqin va mahalliy qilishdir [5].

So'rovning muvaffaqiyatli bajarilish darajasi

Ishlab chiqilgan web platformalarning ishlab chiqilish usuliga bog'liq holda bitta so'rovning muvaffaqiyatli yakunlanish ehtimoli – ya'ni M (muvaffaqiyatlilik darajasi) turlicha bo'ladi. Monolit arxitekturali web platformalarda bitta so'rov ichida tashqi xizmatlarga murojaatlar (keyingi o'rinlarda "Ichki murojaatlar" deb nomlanadi) yo'q. Shu bois har bir so'rov deyarli 100% muvaffaqiyatli amalga oshadi. Mikroxizmat yoki serverless arxitektura usullari asosida ishlab chiqilgan web platformalarda esa bir so'rovni bajarish uchun bir necha mustaqil xizmatlar yoki funksiyalarga ichki murojaatlar amalga oshiriladi. Har bir bunday ichki murojaatlar muvaffaqiyatsiz tugashi uchun kichik imkoniyat mavjud – masalan, tarmoq uzilishi yoki xatolik bo'lishi mumkin [8].

Agar har bir xizmat chaqiruvining muvaffaqiyatlilik darajasi M deb belgilanadigan bo'lsa, u holda N ta ketma-ket xizmat zanjiri orqali so'rovning to'liq muvaffaqiyat bilan yakunlanish ehtimoli MN (M darajasi N) ga teng bo'ladi. Bu ketma-ket tizimlar ishonchliligi qoidasidir. Masalan, har bir mikroxizmat chaqiruvi 99.9% (0.999) ishonchlilikka ega bo'lsa, $N = 10$ ta zanjirda umumiy $M \approx 0.999^{10} \approx 99.0\%$ bo'ladi. Demak xizmatlar soni oshgani sayin bu qiymat yanada kamayib boradi [6].

Agar foydalanuvchi tomonidan beriladigan bitta so'rov N ta ichki so'rovdan iborat zanjirdan o'tsa, shu so'rovning umumiy muvaffaqiyatsizlik ehtimoli quyidagi formula (1) bilan aniqlanadi:

$$M_k = 1 - (1 - p)^N \quad (1)$$

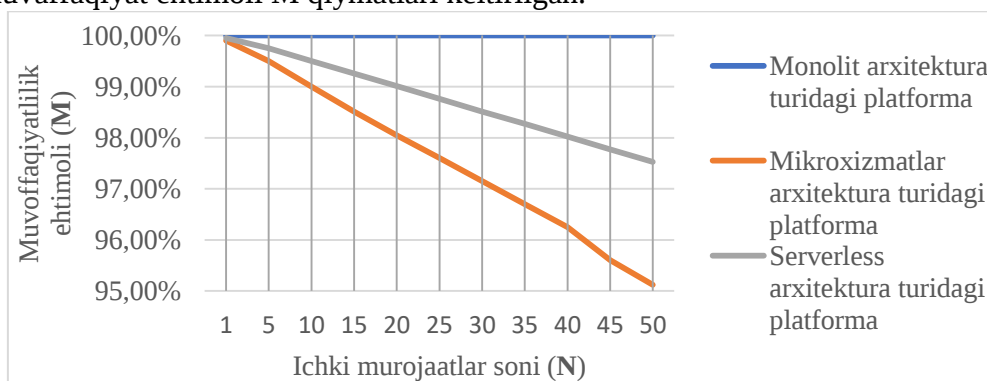
Monolit arxitektura usulida ishlab chiqilgan web platformalarda ichki chaqiruvlar tarmoqdan tashqariga chiqmagani uchun har bir so'rov uchun $M \approx 100\%$ (yaqin 1.0) deb olamiz. Mikroxizmat arxitekturada har bir xizmat chaqiruvi muvaffaqiyat bilan yakunlanish ehtimoli $M = 0.999$ (99.9%) deb faraz qilindi. Serverless arxitektura usulida ishlab chiqilgan web platformalarda har bir funksiya chaqiruvi $M = 0.9995$ (99.95%) deb olindi. Shunday qilib, mikroxizmat va serverless usullarida har bir ichki murojaatlar uchun $\sim 99.9\%$ muvaffaqiyat ehtimoli qabul qilindi. Barcha ichki murojaatlar mustaqil va bir xil ehtimolli deb faraz qilinadi [6, 7]. Ushbu arxitektura usullaridan foydalanib ishlab chiqilgan web platformalardagi murojaatlarning umumiy muvaffaqiyatlilik ehtimollari bo'yicha qiyosiy tahlil 5-jadvalda keltirilgan.

5-jadval

3 xil arxitektura usullaridan foydalanib ishlab chiqilgan web platformalardagi murojaatlarning umumiy muvaffaqiyatlilik ehtimoli bo'yicha solishtirish

Ichki murojaatlar soni (N)	Muvaffaqiyatlilik ehtimoli arxitekturalar kesimida (M)		
	Monolit arxitektura turidagi platforma	Mikroxizmatlar arxitektura turidagi platforma	Serverless arxitektura turidagi platforma
1	100.00%	99.90%	99.95%
5	100.00%	99.50%	99.75%
10	100.00%	99.00%	99.50%
15	100.00%	98.51%	99.26%
20	100.00%	98.05%	99.01%
25	100.00%	97.60%	98.76%
30	100.00%	97.15%	98.51%
35	100.00%	96.70%	98.27%

Ushbu jadvalda ichki so'rovlar soni 1 dan 50 gacha o'zgarganda Monolit, Mikroxizmat va Serverless arxitektura usullaridan foydalanib ishlab chiqilgan web platformalardagi so'rovlarning umumiy muvaffaqiyat ehtimoli M qiymatlari keltirilgan.



4-rasm. 3 xil arxitektura usulida ishlab chiqilgan web platformalardagi mijoz tomonidan bo'lgan so'rovning platforma ichki murojaatlar soni (N) oshganda unga mos muvoffaqiyatlilik ehtimoli (M) bo'yicha solishtirish diagrammasi

Ushbu diagrammadan shuni ko'rish mumkinki, monolit arxitektura uchun M doim 100% bo'lib qolmoqda – ichki murojaatlar soni (N) oshsa ham o'zgarmaydi. Mikroxizmat ustunidagi qiymatlar 1- ichki murojaatdan boshlab 50- ichki murojaatgacha M (muvoffaqiyatlilik) taxminan 99.9% dan 95.1% gacha pasayadi. Serverless diagrammasida esa har bir qadam 99.95% ishonchli bo'lgani tufayli pasayish sekinroq: 1-ichki murojaatda taxminan 99.95% bo'lsa, u 50-ichki murojaatda 97.53% ni tashkil qiladi. Masalan, diagrammada ko'rinib turibdiki, 50 ta xizmat zanjiri bo'lganda Mikroxizmat $\approx 95.12\%$ muvaffaqiyat ehtimoliga ega bo'lsa, serverless $\approx 97.53\%$ muvoffaqiyatlilik ehtimoliga ega – ya'ni biroz yuqori, lekin baribir 100% dan sezilarli darajda past [8, 9].

Mutaxassislar yangi web platformani dastlab monolit arxitektura usulida ishlab chiqishni va zarurat tug'ilgach mikroxizmatlarga evolyusion tarzda o'tishni tavsiya etishadi. Ma'lumki, muvaffaqiyatli mikroxizmat tizimlarining deyarli barchasi dastlab bitta monolit ilova sifatida boshlangan va faqat o'sib komplekslashgach, mustaqil servislar majmuasiga bo'lingan. Aksincha, boshidanoq mikroxizmat tarzida qurilgan ko'plab loyihalar jiddiy muammolarga duch kelgani kuzatilgan. Shu sabab, tajribali arxitektorlar dastlab ilovani monolit shaklda yaratib, ichki tuzilmani imkon qadar modulli saqlashni va faqat monolit tizim o'sib muammo tug'dira boshlaganda uni mikroxizmatlarga ajratishni maqul ko'radilar. Bu yondashuv mikroxizmatlarning joriy etilishida

kuzatiladigan sezilarli qo'shimcha xarajat va murakkablikni dastlabki bosqichlarda chetlab o'tib, mahsulotni tezroq ishlab chiqishga imkon beradi [9].

Serverless arxitektura ham so'nggi paytlarda monolit va mikroxizmatlarga muqobil sifatida e'tirof etilmoqda. Serverless modelida dastur funksiyalari faqat zarur bo'lganda ishga tushadi va bulut provayderi tomonidan avtomatik masshtablanadi – shu bilan an'anaviy serverlarni boshqarish vazifasi bekor qilinadi [9]. Kompaniya faqat foydalanilgan hisoblash resurslari uchun haq to'laydi, bu esa yuklama o'zgaruvchan bo'lgan (masalan, voqealarga boy yoki mavsumiy talabga ega) xizmatlar uchun xarajat samaradorligini ta'minlaydi. Natijada ishlab chiquvchilar infratuzilma boshqaruvi o'rniga bevosita biznes logikaga e'tibor qaratish imkoniga ega bo'ladilar.

Xulosa qilib aytganda, har bir arxitektura usuli - monolit, mikroxizmatlar va serverless - o'ziga xos afzallik va cheklavlarga ega. Monolit arxitektura usuli soddaligi, barqarorligi va boshqaruv qulayligi bilan ajralib tursa, mikroxizmatlar arxitektura usuli asosida ishlab chiqilgan web platformani modullarga ajratish orqali moslashuvchanlikni oshiradi hamda mustaqil xizmatlarni tezkor rivojlantirish imkonini beradi. Serverless arxitektura usuli asosida ishlab chiqilgan web platformalarda esa talabga qarab avtomatik masshtablash va resurslardan samarali foydalanish jihatidan hozirgi zamonaviy bulut muhitlariga mos yechim hisoblanadi.

Korporativ tarmoqlarda ishlashga mo'ljallangan bulutli tizimni ishlab chiqishda tanlanadigan arxitektura turi tashkilotning o'ziga xos ehtiyojlari, jamoaning malakasi va tizimning rivojlanish istiqbollari asosiy mezon bo'lishi zarur. Katta hajmli va tez o'suvchi web tizimlari uchun mikroxizmatlar eng maqbul variant bo'lishi mumkin, biroq kichik loyihalar yoki cheklangan resursli jamoalar uchun monolit yoki serverless arxitektura usuli ko'proq natija beradi. Muhimi, har bir tanlov web tizimning funksional talablari, rivojlanish dinamikasi va infratuzilma imkoniyatlari chuqur tahlil qilinib, ilmiy asosda belgilanishi lozim [5, 7].

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

[1] Bozorov B.N. “Monolithic and Mikroxizmat architectures for the organization and implementation of an automated algorithmic technological information system”. International Journal of Advanced Technology and Natural DOI: 10.24412/2181-144X-2024-4-136-142

[2] Ньюмен С. Создание микросервисов. — СПб.: Питер, 2016. — 304 с.: ил. — (Серия «Бестселлеры O'Reilly»).

[3] Keshab Katuwal, Mikroxizmat: A Flexible Architecture for the Digital Age Version 1.1 2016.

[4] Lawal Moshood O. Lawal Habibu O.: “Mikroxizmat architecture: a Better option over monolithic architecture”. International Conference of Sciences, Engineering & Environmental. Technology (ICONSEET), 5(19): 148 – 156, 2020

[5] Хабрахабр. [Электронный ресурс]: Микросервисы (Mikroxizmat). Режим доступа: (дата обращения: 09.05.20)

[6] Ричардсон Крис Микросервисы. Паттерны разра ботки и рефакторинга. – СПб.: Питер, 2019. – 554 с.: ил. (Серия «Библиотека програнаиста»).

[7] Hossein Shafiei, Ahmad Khonsari, Payam Mousavi (2022) Serverless Computing: A Survey of Opportunities, Challenges, and Applications. ACM Comput Surv 54: 1-32.

[8] McGrath G, Brenner PR (2017) Serverless Computing: Design, Implementation, and Performance. 2017 IEEE 37th International Conference on Distributed Computing Systems Workshops (ICDCSW), Atlanta, GA, USA 405-410.

[9] Kien Nguyen, Loh Frank, Nguyen Tung, Doan Duong, Thanh Nguyen, et al. (2023) Serverless Computing Lifecycle Model for Edge Cloud Deployments. IEEE Xplore 145-150

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОПОРНОЙ СЕТИ СВЯЗИ НА ОСНОВЕ ТРОПОСФЕРНЫХ СТАНЦИИ**З.А. ТАДЖИБАЕВ***Институт информационно-коммуникационных технологии и военной связи УВБиО РУ*

Аннотация. В статье проанализированы важности построения полевой опорной сети связи для образования линии и каналов связи по управлению войсками в полевых условиях. Показаны предъявляемые требования к опорной сети связи, средства связи, используемые для построения опорной сети связи, достоинство и недостатки радиорелейных и тропосферных линий связи, варианты применения тропосферных станции в различных звеньях управления, математический расчет эффективности применения тропосферных станции по сравнению с радиорелейной линией связи.

Ключевые слова: Опорная сеть связи, устойчивость опорной сети связи, радиорелейные и тропосферные линии связи, недостатки при строительстве радиорелейных и тропосферных линий связи, малогабаритные и мобильные станции тропосферной связи, математический расчет строительства радиорелейной и тропосферной линий связи.

Annotatsiya. Maqolada qo'shinlarni dala sharoitlarida boshqarishda aloqa liniya va kanallarini tashkillashtirish uchun dala tayanch aloqa tarmoqlarini qurishning muhimligi tahlil qilingan. Dala tayanch aloqa tarmog'iga bo'lgan talablar, tayanch aloqa tarmoqlarini qurishda ishlatiladigan aloqa vositalari, radiorele va troposfera aloqa liniyalarining tayanch aloqa tarmoqlarini qurishdagi kamchiliklari va yutuqlari, troposfera aloqa vositalarining turli boshqaruv bo'g'inlarida qo'llash bo'yicha misollar ko'rsatilgan, troposfera va radiorele aloqa stansiyalari afzalliklarini taqqoslash bo'yicha matematik hisoblar ko'rsatilgan.

Kalit so'zlar: Tayanch aloqa tarmog'i, tayanch aloqa tarmog'ining barqarorligi, radiorele va troposfera aloqa liniyalari, radiorele va troposfera aloqa liniyalarini qurishdagi kamchiliklar, kichik gabaritli va mobil troposfera stansiyalari, radiorele va troposfera aloqa liniyalarini qurishdagi matematik hisoblar.

Опорная сеть связи (ОСС) создается для образования, распределения и коммутации каналов, цифровых потоков в интересах предоставления должностным лицам органов военного управления услуг связи [1].

Одним из основных свойств ОСС, определяющим обеспечении потребностей должностных лиц органов военного управления в информационном обмене, является устойчивость - способность сети связи обеспечивать управление войсками в условиях воздействия на ее элементы различных видов оружия, опасных факторов техногенного и природного характера, всех видов помех, эксплуатационных отказов. В соответствии с характером воздействия этих факторов на ОСС ее устойчивость определяется живучестью, помехоустойчивостью и надежностью.

Устойчивость - это интегральное свойство, определяемое тремя перечисленными выше составляющими, которые в свою очередь также являются сложными свойствами.

Одним из наиболее значимых мероприятий, посредством которых достигается устойчивость, являются создание широкой разветвленности ОСС, организация обходных направлений и резервных каналов связи по территориально разнесенным трассам, в том числе за счет использования возможностей стационарного и полевого компонента. Устойчивость ОСС можно оценивать на объектном и структурном уровнях.

Объектный уровень оценки устойчивости характеризует степень работоспособности конкретного средства ОСС в условиях воздействия различных дестабилизирующих факторов.

Уровень структурной устойчивости несет информацию о степени сохранения сетью способности выполнить свои функции, обладая структурой, полученной в результате выхода из строя ее элементов. Для системы управления вооруженными силами важна сама возможность обмена информацией в любых условиях обстановки, что требует обеспечения именно структурной устойчивости ОСС, определяемой, в частности, структурной устойчивостью информационных направлений.

Структурная устойчивость информационных направлений определяется устойчивостью совокупности составляющих его узлов и линий связи. Так как устойчивость направления связи, состоящего из нескольких параллельных линий, всегда выше устойчивости отдельно взятой линии, то параллельное резервирование широко используется для повышения структурной устойчивости направлений связи.

Исходя из предназначения ОСС, структурную устойчивость информационных направлений можно охарактеризовать вероятностью наличия связи между двумя узлами связи пунктов управления. Наличие связи означает существование хотя бы одного исправного пути между всеми корреспондирующими парами.

Для сохранения устойчивости линий связи, резервирования линий и каналов связи в полевых условиях используются кабельные, радио, радиорелейные, тропосферные и космические средства связи [1].

В полевых условиях основу опорной сети связи (ОСС) составляет радиорелейные и тропосферные линии связи.

К основному недостатку радиорелейных линий связи следует отнести ограниченность интервала, обусловленного пределами прямой видимости. Стратегические и оперативные задачи, стоящие перед Вооруженными Силами, требует широкополосных радиосредств, работающих с интервалом, значительно превышающем 30—40 км.

Радиорелейные линии в основном предназначены для привязки УС ПУ к государственным стационарным узлам связи и организации прямой связи между ПУ удаленности до 40 км. Строительство радиорелейных линий большой протяженности требует использование большое количество сил и средств связи, определенные временные затраты на выдвижение в район предназначения, расходы горюче - смазочных материалов.

Тропосферная связь имеет ряд уникальных свойств, которые обеспечивают ей достойное место среди других видов связи: радиорелейной, спутниковой, проводной, сотовой и др., несмотря на то, что скорость передачи информации в тропосферной линии ограничивается 1...10 Мбит/с, а энергопотенциал линии стандартного интервала должен быть значительно большим по сравнению с радиорелейными линиями прямой видимости при условиях дополнительных усилий по средствам минимизации воздействий многолучевости [3].

Линии тропосферной связи нашли широкое применение в регионах со слаборазвитой инфраструктурой, и где ограниченная скорость является достаточной для обеспечения информационного обмена. При этом, считалось, что значительный энергопотенциал линии через биологическую опасность ограничивает использование тропосферной связи и требует соответствующей их конфигурации, особенно в радиорелейном исполнении. Поэтому тропосферная связь использовалась, в основном, на протяженных линиях связи в малонаселенных местах: на морских просторах, пустынных, лесных территориях, вдоль границ и т.д.

Наибольшую популярность тропосферные средства связи в диапазоне частот 4,4...5,0 ГГц находят в военных системах управления. К преимуществам относительно военного использования следует отнести такие свойства тропосферной связи:

1. Возможность построения прямых линий связи на расстояниях до 70...200 км, т.е. между основными (запасными, передовыми) и тыловыми командными пунктами соединений и объединений, а также с командно-наблюдательными пунктами отдельных батальонов.

2. Возможность построения опорной линии связи, линии привязки командных пунктов и др.

3. Повышенная разведзащищенность и защищенность от прицельных помех благодаря значительной пространственной избирательности излучения.

4. Независимость качества линий от характера боевых действий, погоды, геомагнитной активности, высотных ядерных взрывов, других дестабилизирующих факторов, которые влияют на другие виды связи.

В современных боевых действиях существенно возрастает роль тропосферных средств связи (ТСС) с повышенной пропускной способностью для удовлетворения потребностей войск в больших объемах передаваемой информации. Мобильная и качественная тропосферная связь также нужна в период чрезвычайных ситуаций.

Война полно неожиданностей. Противник будет воздействовать всячески чтобы вывести из строя линии связи, узлы связи военного так и гражданского назначения. При выходе из строя кабельной линий связи между ПУ ВО и ОК будет отсутствовать управление (потери управления приведет гибели личного состава, к поражению).

При использовании тропосферных станции (линии) обеспечивается:

- резерв линии и каналов связи;
- своевременное организация связи между ПУ;
- бесперебойное управление.

Для этого в состав ВС МО включить систему тропосферной связи. Включить станции ТРС с состав подразделений связи объединений, подразделений связи соединений для обеспечения непрерывности и оперативности управления, резервирования линии и каналов связи между ПУ стратегического уровня.

В тактическом звене управления необходимо предусмотреть применение малогабаритных станции тропосферной связи (СТС):

малогабаритный вариант (для обеспечения связи на уровне “батальон-бригада”, “бригада-округ”) с включением их в штаты взвода связи соединения и батальона связи объединения [5].

Требуемая, из опыта боевых действий, дальность устойчивой связи СТС составляет 70...150 км.

Максимальную пропускная способность зарубежных образцов ТРС не менее 50 Мбит/с, при этом учитывается необходимость высокоскоростного обмена видеoinформацией формата Full HD и цифровыми фотоснимками местности, полученными одновременно от нескольких разведывательных беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), рейдовых разведгрупп или других источников.

Оптимальная численность экипажа с учетом обеспечения посменной его работы – 2 чел. (оператор, водитель).

Время развертывания (свертывания) СТС на позиции – 2...3 мин и время, отводимое на вхождение в связь, – не более 2 мин.

При включении тропосферных станции в штаты подразделения связи общевойскового батальона кроме радио и проводной связи с вышестоящим командованием появится возможность обеспечения Ethernet, IP-телефония, ВКС связи.

В стратегическом и оперативно - стратегическом звене управления целесообразно использовать мобильные тропосферные станции.

Мобильные тропосферные станции предназначены для построения тропосферных линий связи в условиях труднопроходимой местности,

в чрезвычайных ситуациях (землетрясениях, наводнениях и других стихийных бедствиях), при выходе из строя проводных (волоконно-оптических) линий связи [6].

При этом ожидается следующие результаты:

- устойчивое, непрерывное, оперативное управление войсками ВС;
- своевременная и достоверная передача всех видов сообщений;

высокая живучесть и разведзащищенность системы связи:

резервирования линии и каналов связи между пунктами управления министерства обороны, объединений, соединений, частей и подразделений;

экономическая выгодность строительства линий тропосферной связи в труднодоступных районах региона по сравнению с другими линиями связи;

высокая направленность излучения антенных устройств тропосферных станций, что значительно улучшает электромагнитную совместимость с другими системами;

высокая скрытность тропосферных станций в силу их мобильности;

высокая пропускная способность по сравнению с коротковолновыми радиолиниями;

высокая надёжность тропосферной связи в условиях высотных ядерных взрывов.

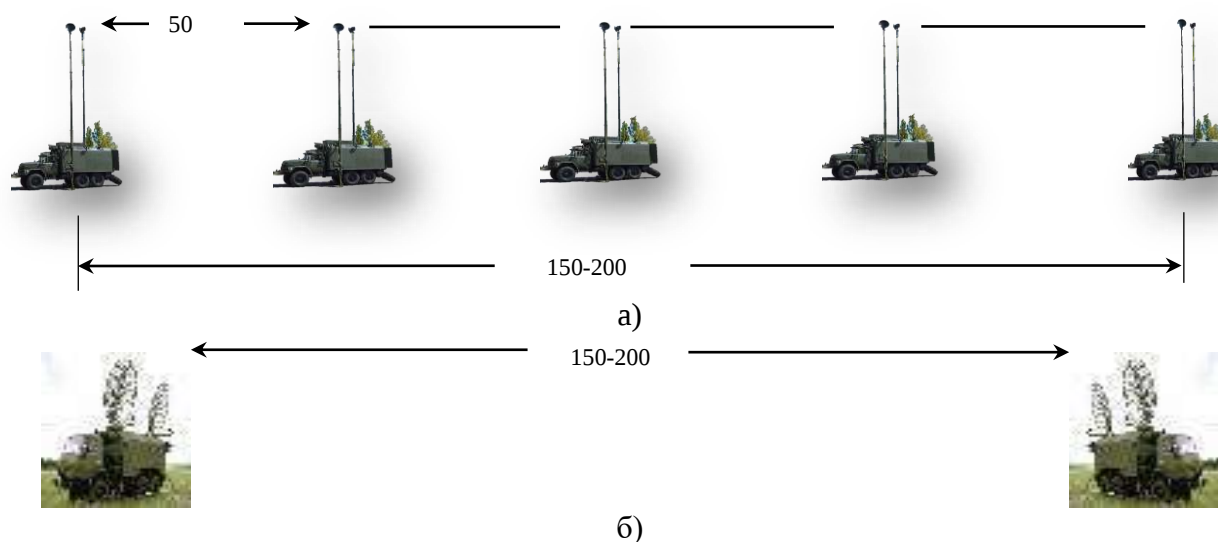


Рис 1. Сравнительный анализ по дальности радиорелейной и тропосферной линии связи:
а) Радиорелейная линия связи; б) Тропосферная линия связи

Таблица 1

Сравнительный анализ радиорелейной и тропосферной линии связи

№	Показатели	Радиорелейная связь	Тропосферная связь
1.	Диапазон частот	2,5-6 ГГц	4-5 ГГц
2.	Расстояние между двумя станциями (ПУ)	40-50 км	100-200 км
3.	Скорост передачи информации	до 50-200 Мбит/с	до Е1,Е2.....50 Мбит/с
4.	Выходная мощность	2 - 4 Вт	0,2 – 4 кВт
5.	Организация связи	Радиорелейная связь	Тропосферная связь
6.	Возможности организации связи	обеспечения Ethernet, электронный передача данных, IP-телефония, ВКС связи	обеспечения Ethernet, электронный передача данных, IP-телефония, ВКС связи
7.	Количество личного состава экипажа	3 чел	3 чел

Исходные данные для расчета РРЛ:

1. Расстояние между двумя ПУ – 250 км.
2. Время прибытия к месту развёртывания.
3. Время окончания развёртывания станции.
4. Время вхождения в связь, начало регулировки линии.

5. Готовность сдачи каналов (потоков) на узел связи.

Если учесть расстояние между двумя РРС – 40 км, то для строительства РРЛ на расстоянии 250 км потребуется - 7 комплектов РРС.

Экипаж одной РРС – 3 чел. Для организации работы на 7 к-тах РРС потребуется в среднем 25 чел. с учетом командного состава.

T_1 , время на выдвижение радиорелейной станции в пункт назначения потребуется более 8 часов, при средней скорости автомобильной колонны 30 км/час.

$$T_1 = \frac{250}{30} = 8,5 \text{ часов}$$

T_2 - время развертывания РРС – 40 мин.

T_3 - время вхождения, регулировки линии и участков, готовность сдача каналов (потоков) на узлы связи в целом – 3 часа.

$$T_{\text{общ}} = T_1 + T_2 + T_3 \quad (1)$$

$T_{\text{общ}}$, - общее время на организации радиорелейной связи между двумя ПУ на расстоянии 250 км составляет = 12 часов

$$T_{\text{общ}} = 8,5 + 0,4 + 3 = 12 \text{ часов}$$

Помимо этого, потребуется необходимое количество ГСМ на автомобильную технику и на электроагрегатов.

Например: РРС установлена на автомобиле Зил–131. Запас хода 500 км, полная заправка автомобиля Зил-131 = 340 литров бензина.

Для строительство радиорелейной линии из семи комплектов радиорелейных станции потребуется автобензин: $340 \times 7 = 2380$ литров, на электроагрегата GEKO 6,5 Е, в емкости бака 14,9 литров. Расход топлива на 1 час работы 2 л.

Общий расход бензина с учетом совершения марша в район развертывания РРС при автономной работе станции на 10 часов – 341 литр.

Исходные данные для расчета тропосферной линий между ПУ:

1. Расстояние между двумя ПУ – 250 км.
2. Время прибытия к месту развертывания.
3. Время окончания развертывания станции.
4. Время вхождения в связь, начало регулировки линии.
5. Готовность сдачи каналов (потоков) на узел связи.

Расстояние между двумя ТРС – 250 км, то для строительства ТРЛ на расстоянии 250 км потребуется - 2 комплекта ТРС.

Если учесть, что станции тропосферной связи имеются в каждом подразделении связи, то выдвижение ТРС на место развертывания равно = 0

Экипаж одной ТРС – 3 чел. Для организации работы на 2 к-тах ТРС потребуется 6 чел.

T_1 , - время развертывания ТРС (Р-423А) – 40 мин.

T_2 , - время вхождения, регулировки линии и участков, готовность сдача каналов (потоков) на узлы связи в целом – не более 0,2 часа.

$$T_{\text{общ}} = T_1 + T_2$$

$T_{\text{общ}}$, Общее время на организации тропосферной связи между двумя ПУ на расстоянии 250 км:

$$0,4 + 0,2 = 1 \text{ час}$$

ТРС Р-423А установлен на автомобиле Камаз-4310, (автомобиль на дизельном топливе). Запас хода 500 км, полная заправка автомобиля 210 литров. На 2 к-та ТРС потребуется дизтоплива: $210 \times 2 = 420$ литров.

Электроагрегет АД-10/Т-400, емкость бака 28 литров. Расход дизтоплива на 1 час работы 4,7 л. Общий расход дизтоплива при автономной работе ТРС на 10 часов – 47 литров.

Сравнительный анализ расходов материальных и людских ресурсов на построение РР и ТР линий связи между ПУ при расстоянии 250 км представлен в таблице 2.

Таблица 2

Сравнительный анализ расходов материальных и людских ресурсов на построение РР и ТР линий связи между ПУ при расстоянии 250 км

№ п.п	Наименование материальных и людских ресурсов	Радиорелейная линия	Тропосферная линия	Эффективность тропосферной линии
1.	Количество используемых станций, к-т.	7	2	Расход средств связи 3,5 раза меньше
2.	Привлечение личного состава, чел.	24	6	Привлечение личного состав экипажей 4 раза меньше
3.	Время на организации связи, час.	12	1	Время на организации связи на более 10 раз меньше
4.	Расход моторесурса, литр.	≥ 341 (АИ)	90 (ДТ)	Расход моторесурсов на 73,7 % меньше

Заключение

1. Положительный зарубежный опыт по применению современных, более совершенных систем тропосферной связи показывают, что данные средства связи в будущем может получить широкое применение для строительства полевых линий связи, независимый от государственной кабельной линии (волоконно-оптической линии), для создания линии привязки к опорным узлам связи, строительство прямых линий связи между пунктами управлений.

2. Малогабаритные тропосферные станции целесообразно будет использовать в тактическом звене управления для создания линии прямой связи с пунктами управления соединений и командно-наблюдательными пунктами батальонов, действующими в отдельном направлении при выполнении специальных задач по уничтожению бандформирований, террористических групп в отдаленных, труднодоступных районах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

[1] Таджикибаев З.А. Перспективы развития полевой опорной сети связи Вооруженных сил Республики Узбекистан. Республика илмий-услугий конференцияси МАҚОЛАЛАР ТЎПЛАМИ. 2021.

[2] Таджикибаев З.А. Замонавий тропосфера алоқасининг ҳарбий соҳада қўллаш истиқболлари. АКТ ва АХИнинг ҳарбий алоқа ва АКТ ХАБАРЛАРИ илмий-услугий журнали. 2019, № 1 (1).

[3] Джурабаев Қ.А. Zamonaviy troposfera aloqa vositalari. // Harbiy-ilmii axborotnoma, Toshkent, 2015, 4.

[4] Нарытник Т.Н., Слюсар В.И. Методы построения современных радиорелейных тропосферных станций. // e-mail: director@mitris.com, swadim@ukr.net

[5] Тропосферные станции «Ладья», «Импульс». АО «Московский Научно-исследовательский радиотехнический институт». // E-mail: astra@mnirti.ru

[6] Станция тропосферной связи Р-423-АМК. ОАО "НПП".

[7] Таджикибаев З.А. "Сравнительный анализ цифровых станций тропосферной связи". "Ҳарбий алоқа ва АКТ ХАБАРЛАРИ" илмий-услугий журнали. 2021, 2(6).

SIMSIZ TARMOQLAR UCHUN NOORTOGONAL KO‘PLAB KIRA OLISH (NOMA) USULLARINING TAHLILI

dotsent Ya.T. YUSUPOV, N.T. BAYMATOVA

Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti

Annotatsiya: Noortogonal ko‘plab kira olish (NOMA) - bu kelajakdagi mobil aloqa tizimlari uchun istiqbolli texnologiya bo‘lib, u bir nechta foydalanuvchilar uchun resurslarni birgalikda qo‘llash orqali ko‘plab foydalanuvchi kanalining o‘tkazish qobiliyatiga yaqinlashishi mumkin. Maqolada NOMAni quvvat va kod domenlarida qurish tamoyillari keltirilgan. Turli NOMA sxemalari unumdorligining ularning eng yuqori quvvatiga nisbatan o‘rtacha, qabul qiluvchining murakkabligi, kechikish, foydalanuvchi yuklamasiga va turli NOMA ssenariylarining qo‘llanilishi uchun eng yuqori o‘tkazish qobiliyatiga nisbatan taqqoslash natijalari keltirilgan.

Kalit so‘zlar: noortogonal ko‘plab kira olish usullari, 5G mobil aloqa tarmoqlari, resurslar taqsimoti, spektral samaradorlik, kengaytma kodlari, signal kechikishi, o‘tkazish qobiliyati.

Аннотация: Неортогональный множественный доступ (NOMA) - это перспективная технология для будущих систем мобильной связи, которая может приблизиться к пропускной способности многопользовательского канала за счет совместного применения ресурсов для нескольких пользователей. В обзоре представлены принципы построения NOMA в доменах мощности и кода. Приведены результаты сравнения производительности различных схем NOMA в отношении их пиковой мощности к средней, сложности приемника, задержки, пользовательской нагрузки и пиковой пропускной способности для разных сценариев применения NOMA.

Ключевые слова: неортогональный множественный доступ, сети мобильной связи 5G, распределение ресурсов, спектральная эффективность, коды расширений, задержка сигнала, пропускная способность.

Annotation: Non-orthogonal multiple access (NOMA) is a promising technology for future mobile communication systems that can approach the bandwidth of a multi-user channel by jointly using resources for multiple users. The overview presents the principles for building NOMA in power and code domains. The results of comparing the performance of various NOMA circuits in terms of their peak power to average, receiver complexity, delay, user load, and peak bandwidth for different NOMA application scenarios are presented.

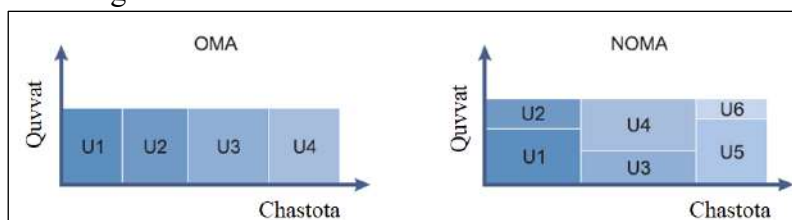
Key words: non-orthogonal multiple access, 5G mobile networks, resource allocation, spectral efficiency, extension codes, signal delay, bandwidth.

Noortogonal ko‘plab kira olish (NOMA) beshinchi avlod (5G) simsiz tarmoqlari uchun radiokirish usullarini ishlab chiqishda muhim prinsipga aylandi. Ilm-fan va sanoat 5G ko‘plab kira olish usullarini taklif qildi, xususan PD-NOMA (Power Division NOMA) – quvvat bo‘yicha NOMA, IDMA (Interleave-division Multiple Access) – navbatlash va bo‘lish orqali ko‘plab kira olish, RSMA (Resource Spread Multiple Access) – resurslarni taqsimlash orqali ko‘plab kira olish, past zichlikdagi LDS (Low Density Spreading) kodlari bilan kengaytirilgan CDMA (Code Division Multiple Access) ko‘plab kira olish – LDS-CDMA, SCMA (Sparse Code Multiple Access) – siyrak kod bilan ko‘plab kira olish, MUSA (Multi-User Shared Access) – ko‘p foydalanuvchili umumiy kira olish va PDMA (Pattern Division Multiple Access) – shablon bo‘yicha bo‘linadigan ko‘plab kira olish. Ushbu usullar bir xil konsepsiyaga asoslanadi, bunda har bir noortogonal resursda bir nechta foydalanuvchiga xizmat ko‘rsatiladi, masalan, vaqt oralig‘i, chastota kanali, kengaytma kodi yoki ortogonal fazoviy erkinlik darajasi resursida [1-5].

NOMAdan farqli o‘laroq, ortogonal ko‘plab kira olish (ortogonal Multiple Access – OMA) ning an‘anaviy usullari, masalan, kanallarni vaqt bo‘yicha ajratishli ko‘plab kira olish (TDMA) va ortogonal chastota bo‘yicha ajratishli ko‘plab kira olish (OFDMA) har bir ortogonal resurs blokida bitta foydalanuvchiga xizmat qiladi.

OMAning spektral jihatdan samarali emasligini quyidagi oddiy misol bilan tushuntirish mumkin. Kanal sharoitlari juda yomon bo'lgan bitta foydalanuvchiga xizmat ko'rsatish kerak bo'lgan holatni ko'rib chiqamiz, sababi u yuqori ustuvor ma'lumotlarga ega. Bunday holda, OMA dan foydalanish – o'tkazish polosasining cheklangan resurslaridan biri muqarrar ravishda, kanalning yomon holatiga qaramay, faqat ushbu foydalanuvchi tomonidan ishg'ol qilinishini anglatadi. Bu esa shubhasiz, butun tizimning spektr samaradorligi va o'tkazuvchanligiga salbiy ta'sir qiladi. Bunday vaziyatda NOMA dan foydalanish nafaqat kanal sharoitlari yomon bo'lgan foydalanuvchiga, balki kanal sharoitlari yaxshi bo'lgan foydalanuvchilarga (bir xil o'tkazish polosasida) ham xizmat ko'rsatishni kafolatlaydi [6-11].

Shunday qilib, agar foydalanuvchilarning tengligini kafolatlash zarur bo'lsa, NOMA tizimining o'tkazuvchanligi OMA ga qaraganda ancha yuqori bo'lishi mumkin. Spektral samaradorlikni oshirishdan tashqari, akademik va sanoat tadqiqotlari NOMA keng ulanishni qo'llab-quvvatlashini ko'rsatdi, ya'ni 5G tarmog'i "Buyumlar Interneti" (IoT) funksiyalarini taqdim eta oladi [12-13]. 1-rasmda OMA va NOMA tizimlarida mos ravishda U1, U2,... U6 foydalanuvchilari uchun quvvat va chastota taqsimotini ko'rsatadigan va NOMAning afzalliklarini ko'rsatadigan misol keltirilgan.



1-rasm. OMA va NOMAda quvvat va chatotaning bo'linishi

NOMAni mobil aloqa tarmoqlarida qo'llash nisbatan yaqinda boshlangan bo'lsa-da, tegishli konsepsiyalar uzoq vaqt mobaynida axborot nazariyasida o'rganilgan. Shunday qilib, NOMAning asosiy tarkibiy qismlari, xususan superpozitsion kodlash, shovqinlarni ketma-ket bostirish (SIC) va xabarlarini uzatish algoritmi (MPA) yigirma yildan ko'proq vaqt oldin ixtiro qilingan. Shunga qaramay, NOMA printsipi, ya'ni ortogonallikdan halos bo'lish, mobil tarmoqlarning oldingi avlodlarida qo'llanilmagan [14-18].

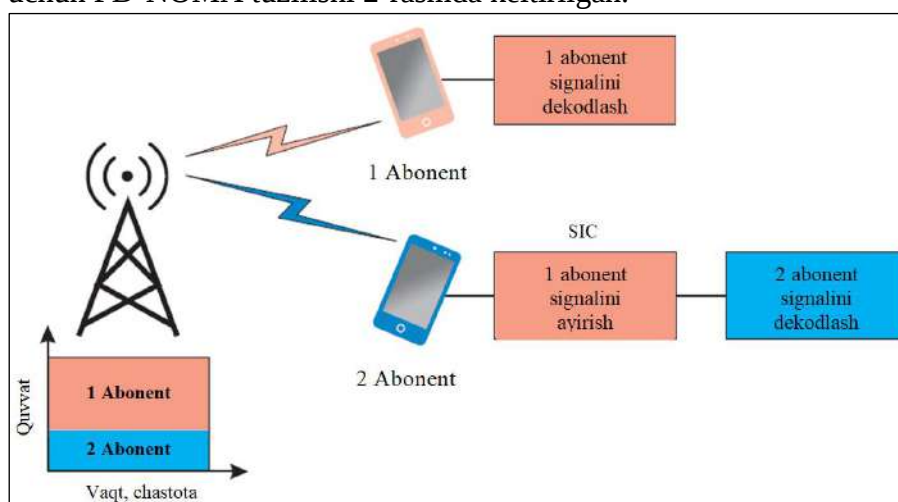
Bu NOMA prinsipini kod bilan ajratishli ko'plab kira olish (CDMA) prinsipidan ancha farq qiladi. Aslida, CDMA birinchi navbatda foydalanuvchilarni kengaytirish kodlari orasidagi farqlarni qo'llash orqali ajratish g'oyasiga asoslangan bo'lsa, NOMA esa bir nechta foydalanuvchilarni bir xil koddan foydalanishini qo'llab-quvvatlaydi. Natijada, CDMA uchun chip tezligi ma'lumot uzatish tezligidan ancha yuqori bo'lishi kerak, masalan, 10 Gbit/s ma'lumot uzatish tezligini qo'llab-quvvatlash uchun bir necha yuz Gbit/s chip tezligi talab qilinishi mumkin, buni esa mavjud uskunarlar bilan amalga oshirish qiyin.

NOMA boshqa aloqa texnologiyalari bilan mosligi tufayli mavjud va kelajakdagi simsiz tizimlarda qo'llanilishi mumkin. Masalan, NOMA an'anaviy OMA bilan mos keladi, xuddi TDMA va OFDMA kabi. Shuning uchun NOMA texnologiyasini uchinchi avlod sheriklik loyihasining uzoq muddatli rivojlanish standartiga (LTE-A) kiritish taklif qilindi (3GPP, bu yerda NOMA Multiuser Superposition Transmission (MUST) – ko'pfoydalanuvchili superpozitsion uzatish sifatida eslatib o'tiladi). Xususan, LTE resurs blokklarida (ya'ni OFDMA tashuvchilarida) hech qanday o'zgarishlarni talab qilmasdan NOMA prinsipidan foydalanish bir vaqtning o'zida ikkita foydalanuvchiga bir xil OFDMA tashuvchida xizmat ko'rsatilishini ta'minlaydi. Bundan tashqari, NOMA yaqinda kelajakdagi raqamli televidenie standartiga (ATSC 3.0) kiritildi, bu yerda texnologiya ko'p sathli bo'linishli multiplekslash (LDM) deb nomlanadi. Masalan, NOMA prinsipini qo'llash va bir nechta ma'lumotlar oqimlarini qoplash (ustma-ust tushishi) orqali televidizion eshittirishning spektral samaradorligi oshadi. Yuqoridagi misollar NOMAning nafaqat 5G tarmoqlari, balki boshqa mavjud va kelajakdagi simsiz tizimlar uchun ham katta imkoniyatlarini

aniq namoyish etadi. Ushbu maqolaning maqsadi NOMA texnologiyasi haqida qisqacha ma'lumot berishdir, bu NOMAning quvvat domeni va kod domenidagi so'nggi tadqiqotlari natijalaridir.

Quvvat domenidagi (Power-domain) NOMA dastlab turli xil foydalanuvchilarga turli xil quvvatlarni tayinlash orqali ko'plab kira olish sifatida taklif qilingan. Keyin u nazariy jihatdan uzatkichdagi qoplamali kodlash (SPC) va qabul qilgichdagi shovqinni ketma-ket bostirish (SIC) bilan birgalikda o'rganildi. NOMA prinsipi bitta ortogonal resurs blokiga, ya'ni bitta tashuvchiga qo'llanilganda, ko'plab kira olishni amalga oshirishning spektral jihatdan samarali usuli quvvat sohasidan foydalanish hisoblanadi. Quvvat sohasidagi NOMA bir vaqtning o'zida bir nechta foydalanuvchilarga bitta OFDM tashuvchi yoki bitta kengaytma kodi orqali xizmat ko'rsatishi mumkin, va ko'plab kira olish turli xil foydalanuvchilar uchun turli xil quvvat darajalarini taqsimlash orqali amalga oshiriladi [2,8].

Qabul qilingan signalni SIC (Serial interference cancellation) usuli bilan demodulyatsiya qilish ketma-ket demodulyatsiya, regeneratsiya (signalning asl shaklini qayta tiklash) va keyinchalik nisbatan kuchsiz signallarni demodulyatsiyalash uchun kuchli signallarni kompensatsiya qilish (qayta tiklangan signalni olib tashlash) dan iborat. Birinchi navbatda, eng yuqori quvvatga ega foydalanuvchi signali demodulyatsiya qilinadi, u qayta tiklanadi va qabul qilingan signaldan chiqariladi (birinchi kanalning interferentsiya xalaqiti yo'qotiladi), shundan so'ng foydalanuvchi signalining quvvat bo'yicha ikkinchi darajali signalini demodulyatsiyalash mumkin bo'ladi. Shunday qilib, ketma-ket barcha kanallar demodulyatsiya qilinadi. Ikki foydalanuvchi uchun PD-NOMA tuzilishi 2-rasmda keltirilgan.



2-rasm. Ikki foydalanuvchi uchun PD-NOMA

NOMAning ushbu versiyasiga misol sifatida ikki foydalanuvchi uchun mo'ljallangan MUSTni keltirish mumkin. Quvvat sohasidagi NOMA kanal sharoitlari yomon bo'lgan foydalanuvchiga ko'proq quvvat beradi, bu bunday foydalanuvchi uchun adolatli. Biroq, quvvat sohasidagi odatiy NOMA foydalanuvchilarning QoS (Quality of Service - xizmat ko'rsatish sifati) maqsadli ko'rsatkichlariga qat'iy kafolat bera olmaydi. Kognitiv radio NOMA (CR) - bu NOMAning quvvat sohasidagi muhim varianti bo'lib, u foydalanuvchilar QoS talablarining bir qismini yoki barchasini qat'iy bajaradi. CR-NOMAning asosiy g'oyasi NOMAni kognitiv munosabatlarning alohida holati sifatida ko'rib chiqishdir, bu yerda quvvatni taqsimlash siyosati foydalanuvchi tomonidan oldindan belgilangan QoS talablari amalga oshiriladigan tarzda ishlab chiqilgan.

Kod domenidagi NOMA

NOMA kod domeni klassik CDMA asosida ishlab chiqilgan bo'lib, u bir nechta foydalanuvchilarni noyob, o'ziga xos kengaytma ketma-ketliklari (kodlar) yordamida ajratadi. Shunday qilib, kod sohasidagi barcha NOMA sxemalarini CDMA variantlari deb hisoblash mumkin [4]. Bir nechta foydalanuvchilar bir xil vaqt va chastota resurslarida birgalikda ishlashlari mumkin.

Agar tayinlangan kengaytma ketma-ketliklari (kodlar) turli foydalanuvchilar uchun mukammal ortogonal va sinxron bo'lsa, ko'p foydalanuvchili kanalni moslashgan filtrlar yordamida bitta foydalanuvchili kanallarga to'plamiga ajratilishi mumkin. Biroq, amaliy tizimlarda ortogonallikni turli sabablarga ko'ra ta'minlashning iloji yo'q. Masalan, foydalanuvchilar soni ortogonal kengaytma ketma-ketliklari sonidan, ya'ni kengaytma ketma-ketliklarining uzunligidan ko'p bo'lishi mumkin. Hatto sinxron uzatishda pastga yo'naltirilgan aloqa liniyasi bo'yicha ortogonal kengaytirish ketma-ketliklari ishlatilgan taqdirda ham, kanal kechikishdagi tafovut tufayli ortogonallik buziladi. Shuningdek, tizimning asinxron tabiati tufayli, yuqoriga ulanish liniyasi orqali uzatishda noortogonal psevdotasodifiy kengaytma ketma-ketliklari talab qilinishi tan olingan. Shuning uchun CDMA klassik NOMA usuli bo'lib, quyida keltirilganidek, kod sohalarida turli NOMA yechimlariga olib keladi.

Navbatlash va bo'lish orqali ko'plab kira olish – IDMA

IDMA (Interleave-division Multiple Access) navbatlash va bo'lish orqali ko'plab kira olishni kengayish koeffitsiyenti birga teng va past tezlikli FEC kodlari qo'llanilgan CDMAning xususiy holati sifatida qarash mumkin. Aslida, bu chiplarni aralashtirishli CDMA sxemasi. Optimal spektral samaradorlikka past tezlikli FEC kodlari bilan birlashtirilgan past kengayish koeffitsiyenti orqali erishish mumkin, bunda foydalanuvchining individual aralashtirgichi IDMAda bir nechta foydalanuvchilarni farqlashning yagona vositasi bo'lib xizmat qiladi. Kengaytma ta'minlanmaganligi sababli, ko'p foydalanuvchini detektorlash (MUD) IDMA qabul qilgichidagi elementar signalni baholash (ESE) chiposti blokiga qadar soddalashtirilishi mumkin. Har bir foydalanuvchi uchun ESE uzatilgan chipni qabul qilingan signalning o'rtacha qiymati va dispersiyasi, shuningdek buzilish asosida baholaydi. Keyin FEC dekodeklari har bir chipning aposterior ehtimolliklarini hisoblab chiqadi va ularni takroriy aniqlash uchun ESEga qayta jo'natadi. Natijada har bir foydalanuvchi uchun MUD murakkabligi foydalanuvchilar soni bilan faqat chiziqli ravishda oshadi [3].

Resurslarini taqsimlash orqali ko'plab kira olish – RSMA

Resurslarni taqsimlash orqali ko'plab kira olish RSMA bir nechta foydalanuvchilar belgilarini ajratish uchun past tezlikli FEC kodlari va yaxshi korrelyatsion xususiyatlarga ega kengaytma/skremblerlash kodlarini qo'llaydi. IDMA singari, past tezlikdagi FEC kodlari yuqori kodlash koeffitsiyentiga erishish uchun, uzoq kengaytirgichlar/skremblerlar esa foydalanuvchilararo shovqinni kamaytirish uchun mo'ljallangan. RSMAda turli UE (User Equipment) guruhining signallari bir-birining ustiga qo'yiladi, bunda har bir UE signali guruhga tayinlangan butun chastota-vaqt resursiga tarqaladi. Bitlarni barcha resurslarga taqsimlash fon shovqini va xalaqitlardan past bo'lgan signal sathida dekodlash imkonini beradi. Muayyan dastur ssenariylariga qarab, bitta tashuvchili RSMA (SC-RSMA) yoki ko'p tashuvchili RSMA (MC-RSMA) ishlatilishi mumkin. Odatda, SC-RSMA batareya orqali ta'minotda va qamrovni kengaytirishda qisqa ma'lumotlar paketlari uchun mo'ljallanadi, bunda bitta tashuvchili past PAPR signallaridan foydalanadi (masalan, $\pi/2$ PSK, siljishli QPSK va doimiy o'rovchili modulyatsiyasi) va kafolatsiz uzatishga, shuningdek asinxron kirishga imkon beradi. MC-RSMA esa aksincha past kechikishli kirish uchun optimallashtirilgan va kafolatsiz uzatish mumkin [6].

Past zichlikdagi kod kengaytmasi orqali CDMA ko'plab kira olish – LDS-CDMA

Past zichlikdagi kod kengaytmasi orqali CDMA ko'plab kira olish – LDS-CDMA ham turli foydalanuvchilar uchun LDS ketma-ketliklaridan foydalanadigan CDMAning xususiy holatidir. Har bir mikrosxamaga tushadigan xalaqitni kamaytirish uchun kengaytiruvchi ketma-ketlikdagi nolga teng bo'lmagan elementlar soni elementar posilkalar sonidan ancha kam bo'lishi kerak, shuning uchun yig'indisi-ko'paytma algoritmiga asoslangan elementar signal darajasidagi iterativ SISO MUD oqilona murakkablikda qo'llanilishi mumkin. Shu bilan birga, SCMA dekodlash siyrakligi ko'p nurli so'nish kanallarida buziladi, bu esa aniqlash murakkabligini sezilarli darajada oshiradi [7-9].

Ushbu muammoning yechimi – LDS-CDMA va OFDM ning kombinatsiyasi bo'lib, natijada past zichlikdagi kengayishli OFDM (LDS-OFDM) paydo bo'ladi, bu yerda belgilar har bir

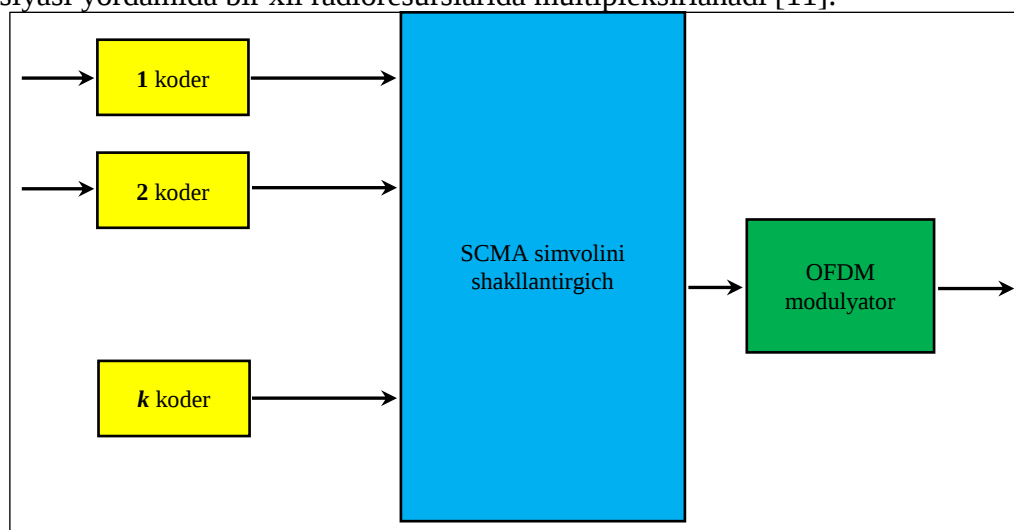
foydalanuvchiga tayinlangan LDS ketma-ketligiga muvofiq OFDM nimtashuvchida aks etadi. Faqat bir nechta nimtashuvchi axborot belgilarini olib yurganligi sababli, LDS-CDMA uchun ishlab chiqilgan MUD asosidagi MPA, shuningdek LDS-OFDM uchun chastota sohasida ham ishlatilishi mumkin. Klassik CDMA tizimlarida ketma-ketlikni kengaytirish elementi s_k ($k=1, \dots, K$) odatda noldan farq qiladi, ya'ni kengayish ketma-ketligi siyrak (kam zichlikli) emas.

Shunday qilib, barcha faol foydalanuvchilardan olingan signallar har bir chipda bir-birining ustiga qo'yiladi va har bir foydalanuvchiga boshqa barcha foydalanuvchilarning interferensiya xalaqiti ta'sir qiladi. Agar xalaqitni bartaraf etish uchun ortogonal kengaytma ketma-ketligi tanlangan bo'lsa, unda turli foydalanuvchilarning signallari qabul qilgichdagi korrelyatsion ishlov berish orqali osongina aniqlanadi va detektorlanadi. Biroq, klassik ortogonal ketma-ketlik kengaytiruvchi ketma-ketlikdagi chiplarga teng bo'lgan foydalanuvchilarni qo'llab-quvvatlashi mumkin. Shu sababli, muqobilik sifatida LDS kodlari (kod so'zlari soni ularning uzunligi (chiplar soni)dan oshadigan) asosidagi noortogonal ketma-ketliklardan foydalanish g'oyasi paydo bo'ldi.

Shunday qilib, LDS-CDMAning mohiyati ko'proq foydalanuvchilarni qo'llab-quvvatlashga qaratilgan bo'lib, klassik "to'liq to'ldirilgan" kengaytma o'rniga siyrak kengaytma ketma-ketligidan foydalanishdir. Natijada, har bir chipga tushadigan boshqa foydalanuvchilarning xalaqiti kamayadi. E'tibor bering, kengaytma ketma-ketligidagi nolga teng bo'lmagan elementlar soni ketma-ketlik uzunligidan ancha kichik. Shuning uchun LDS-CDMA past zichlikdagi kodlar ketma-ketligidan foydalangan holda tizimning erishish mumkin bo'lgan unumdorligini yaxshilashi mumkin, va bu an'anaviy CDMA va LDS-CDMA o'rtasidagi funktsiyaning asosiy farqi hisoblanadi. LDS-CDMAda uzatiladigan barcha belgilar (simvollar) siyrak kodlar ketma-ketligi bilan modulyatsiya qilinadi. Natijada, har bir chipga o'rnatilgan signallar soni faol foydalanuvchilar sonidan kamroq bo'ladi. Bu shuni anglatadiki, har bir chipga qo'yilgan xalaqit samarali ravishda kamayadi va demak, siyrak kodlar ketma-ketligini sinchkovlik bilan loyihalash orqali ko'pfoydalanuvchilar o'zaro ta'sirining kamayishiga erishiladi.

Siyrak kodli ko'plab kira olish – SCMA

Siyrak kodli ko'plab kira olish (SCMA) – bu NOMAni zichlikni taqsimlash asosida past zichlikda tarqatish (kengaytirish) usullaridan biri bo'lib, unda qabul qilishning yuqori ishonchliligini saqlab, yuqori ortiqcha yuklamaga erishish mumkin. SCMAning asosiy g'oyasi – kodlangan axborot bitlarini ketma-ket amalga oshirilgan modulyatsiya va past zichlikda kengaytirish o'rniga, berilgan siyrak kodlar kitobiga muvofiq ko'p o'lchovli modulyatsiya simvollarida to'g'ridan-to'g'ri ko'rsatish. Shuning uchun resurs elementida aks ettirish va ko'p o'lchovli yulduzlar turkumi SCMAning asosiy vositalaridir. SCMA uzatish jarayoni 3-rasmda keltirilgan, bu yerda bir nechta qatlamlarning (foydalanuvchilarning) signallari OFDM modulyatsiyasi yordamida bir xil radioresurslarida multipleksirlanadi [11].



3-rasm. SCMA tizimi uzatuvchi qismining sxemasi

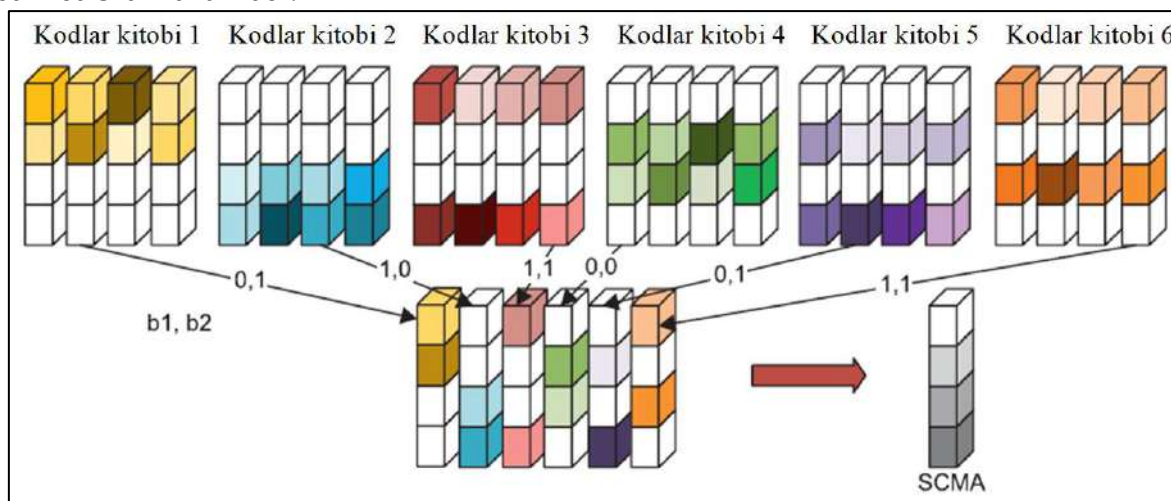
SCMA ni loyihalashning asosiy jihatlaridan biri bu – siyrak ko‘p o‘lchovli kodlar kitobidir. SCMA – bu aylantirish, aralashtirish va qayta joylashtirishga asoslangan loyihalash usuli bo‘lib, signal shakllarini shakllantirishda katta foyda keltiradi. Shuningdek, SCMA signal komponentlarini bir nechta radioresurslarida joylashgan juft belgilarga almashtirish orqali signallarning fazoviy farqlanishini ta‘minlashi mumkin. Bundan tashqari, siyrak SCMA tuzilishi, takroriy ko‘pfoydalanuvchili detektorlash algoritmlari, masalan, xabar uzatish algoritmi (MPA), bir vaqtning o‘zida simvollar darajasida bir nechta ma‘lumotlar oqimlarini aniqlash uchun qo‘llanilishi mumkin. Biroq, SCMA bilan bog‘liq muammolardan biri shundaki, bir chastotali uzatishda siyrak tuzilma buzilishi mumkin va MPA-qabul qiluvchi ko‘p sonli multiplekslangan foydalanuvchilar bilan ishlashda ko‘proq hisoblash yuklamasi va ishlov berish kechikishiga olib kelishi mumkin. Shuning uchun, SCMA ni loyihalashda murakkablik va ijro o‘rtasida yaxshi kelishuvga erishish kerak.

Haddan tashqari yuklanish g‘oyasi va LDS xususiyatlaridan kelib chiqqan holda, SCMA LDS dan siyrak ketma-ketlik tuzilmalarini meros qilib olish orqali rivojlanadi, shuning uchun xabarlarini uzatish algoritmi (MPA) deyarli optimal ishlashga erishish uchun ko‘p foydalanuvchini aniqlash rejimida mavjud. LDS sxemasidan farqli o‘laroq, SCMA da kanal so‘nishi va MAI bilan kurashish uchun kengaytiruvchi ketma-ketliklar o‘rniga ko‘p o‘lchovli signal turkumlari ishlatiladi.

Yaxshilangan kod kitoblari tufayli LDS bilan solishtirganda SCMA da ko‘proq kodlash yutuqlari va yaxshi spektr samaradorligiga erishish mumkin. NOMA oilasining bir a‘zosi sifatida SCMA umumiy tezlik va ulanish imkoniyatlarini oshirib, kodlash sohasi orqali haddan tashqari kirishni qo‘llab-quvvatlashga qodir.

Kod kitobini va modulyatsiyani ko‘p o‘lchamli yulduzchalarini ehtiyotkorlik bilan loyihalash, kodlash va shakllanishni kuchaytirish bir vaqtning o‘zida olinishi mumkin. SCMA tizimida foydalanuvchilar bir xil past zichlikdagi resurs bloklarini egallaydilar, bu esa arzon narxlardagi kooperativ multiplayerni aniqlash qabul qiluvchisini qo‘llash imkonini beradi. Signalning siyrakligi bir vaqtning o‘zida ishlaydigan foydalanuvchilarning katta qismi uchun ham kichik to‘qnashuvlarni kafolatlaydi va kod konstruksiyasi yaxshi qamrovni ta‘minlaydi va shovqinlardan himoya qiladi.

Shunday qilib, LDS-CDMA dan farqli o‘laroq, SCMA to‘g‘ridan-to‘g‘ri uzatiladigan bitlarni har bir foydalanuvchi uchun murakkab ko‘p o‘lchamli kod so‘zlariga aylantiradi. SCMA simvoli barcha kod so‘zlarining superpozitsiyasidir. Ma‘lumotlarni uzatish OFDMA texnologiyasi bo‘yicha bir nechta kichik tashuvchilarda sodir bo‘ladi, ular teskari Furje tezkor o‘zgartirishi (IFFT) yordamida shakllantiriladi.



4-rasm. Oltita foydalanuvchili va to‘rtta nimtashuvchili SCMA-tizimi

Har bir foydalanuvchi o‘ziga xos kod kitobiga ega; bitta kod kitobidagi kod so‘zlari bir xil siyrak shablonga ega. Turli darajalarga (foydalanuvchilarga) tayinlangan kod kitoblari ortogonal emas, shuning uchun foydalanuvchilar soni ortogonal resurslar sonidan yuqori bo‘lishi mumkin va shuning uchun tizimda juda ko‘p miqdordagi ulanishlar qo‘llab-quvvatlanishi mumkin. SCMA

qabul qilgichi siyrak kod soʻzlari tufayli hisoblash murakkabligi past boʻlgan MPAGA asoslangan iterativ MUD yordamida shovqinni bartaraf etishi kerak.

Koʻp oʻlchamli toʻplamlardan foydalanish sezilarli “shakllanish yutugʻi” ga olib keladi, va bu SCMA va LDS-CDMA oʻrtasidagi asosiy farq hisoblanadi. Yulduzchalar turkumi sharga yaqinroq boʻlganda (sharlarni qadoqlash printsiptga oʻxshash) shakl kuchaytirishning yuqoriroq koeffitsiyentiga erishish mumkin. SCMAda C kengayish matritsasi c_k kod soʻzlaridan tashkil topgan siyrak matritsadir. Koʻp oʻlchamli yulduz turkumlari qoʻllanilganligi sababli, har bir foydalanuvchining kod soʻzi uzatilgan bit vektori va maʼlum (aniq) bir foydalanuvchi uchun kod kitobi bilan birgalikda aniqlanadi, birlashtirilgan modeldagi s belgilar vektori esa bitta yozuvli chiziqli vektordir.

SCMAda bitni yulduzchalar turkumida aks ettirish va taqsimlash amali umumlashtirilgan (birlashtirilgan) va shuning uchun dastlabki bit oqimlari har bir foydalanuvchi oʻzining xususiy kod kitobiga ega boʻlgan turli xil siyrak kod soʻzlarida bevosita aks ettiriladi. 4-rasmda oltita foydalanuvchi va toʻrtta nimtashuvchiga ega SCMA tizimi keltirilgan.

Oltita foydalanuvchi uchun oltita kod kitobi mavjud boʻlib, har bir kod kitobida 4 uzunlikka ega toʻrtta kod soʻzlari mavjud. Bitta kod kitobidagi barcha kod soʻzlari bir xil pozitsiyalardagi nollarni oʻz ichiga oladi. Har qanday foydalanuvchi juftligi uchun toʻqnashuvlarning oldini olish uchun turli xil kod kitoblaridagi nol pozitsiyalari oʻziga xos noyob boʻlib, bir-biridan farq qiladi.

Koʻpfoydalanuvchili umumiy koʻplab kira olish – MUSA

Koʻpfoydalanuvchili umumiy kira olish (MUSA) turli foydalanuvchilarning maʼlumotlarini farqlash uchun ikkilik boʻlmagan kengaytiruvchi kompleks ketma-ketliklarni qabul qiladi. Klassik CDMA sxemasida korrelyatsiyani kamaytirish uchun uzun psevdotasodifiy kengayish ketma-ketliklari qoʻllaniladi, bu esa yuqori hisoblash murakkabligiga va qabul qilish tomonida potentsial katta kechikishga olib keladi. MUSAda kengaytiruvchi kompleks ketma-ketliklarning uzunligi mavhum qism tomonidan taqdim etiladigan qoʻshimcha erkinlik tufayli qisqa boʻlishi mumkin.

Shunday qilib, koʻplab foydalanuvchilarni qoʻllab-quvvatlash uchun ketma-ketliklar yaratilishi mumkin. Qabul qilgichda SIC mukammal sinxronizatsiya sharoitida foydalanuvchilar oʻrtasidagi shovqinni bostirish uchun ishlatiladi. Har bir foydalanuvchi oʻzining ketma-ketligini mustaqil ravishda tanlashi mumkin, bu esa xizmat maʼlumotlari va signal kechikishi kamaytiradigan kira olishning cheksiz koʻp boʻlishiga olib keladi.

Shablon boʻyicha ajratishli koʻplab kira olish – PDMA

Shablon boʻyicha ajratishli koʻplab kira olish (PDMA): kod resurslar guruhidagi maʼlumotlarning siyrak koʻrinishini aniqlash uchun ishlatiladi. Kod ikkilik vektor bilan ifodalanishi mumkin. Vektorning oʻlchami guruhdagi resurslar soniga teng. Vektordagi har bir element resurslar guruhidagi manbaga mos keladi. Masalan, “1” maʼlumotlar tegishli manbaga mos kelishi kerakligini anglatadi. Aslida, koddagi “1” raqami uning uzatilishini ajratish tartibi sifatida aniqlanadi. Kod matritsasi bir xil resurslar guruhidan birgalikda foydalanadigan barcha kodlardan tuzilgan. Shubhasiz, katta vaznli kod (yaʼni shablondagi elementlar soni) yuqori xilma-xillik tartibini taʼminlaydi. Bunday holda, maʼlumotlarni yanada ishonchli uzatishni taʼminlash mumkin, murakkablik ham oshadi [8].

PDMAda ortogonal boʻlmagan shablonlar multiplekslashni amalga oshirish uchun turli foydalanuvchilarga ajratiladi. Ushbu shablonlar SICdan foydalanish shartlarini olish uchun turli xil kod, quvvat va fazo sohalarida puxta ishlab chiqilgan. Ushbu xususiyat mavjud boʻlganda, koʻp foydalanuvchili MPA aniqlash usuli asosida ishlab chiqarilgan qabul qilgichda ishonchli xarakteristikalariga ega boʻlgan murakkab boʻlmagan SIC ishlab chiqilishi mumkin. Uzatkichda, SCMAda boʻlgani kabi, PDMAda foydalanuvchilar ham siyrak imzo matritsasiga muvofiq taqsimlanadi. SCMDan asosiy farqi shundaki, PDMAda har bir foydalanuvchi egallagan resurs bloklarining soni har xil boʻlishi mumkin. Noyob imzo matritsasiidan foydalangan holda, PDMA ortiqcha yuklanish tufayli tizimning oʻtkazuvchanligini oshirishi mumkin.

NOMA usullarini taqqoslash

Nazariy jihatdan, NOMA usullari optimal MUD yordamida ko'pfoydalanuvchili o'tkazuvchanlik qobiliyatiga yaqinlashishi mumkin. Biroq, amaliy tizimlarda ularni qo'llash bo'yicha cheklavlar mavjud – masalan, qabul qiluvchining murakkabligi, energiya samaradorligi, ma'lumotlarni uzatishning eng yuqori tezligi, sinxronizatsiya va kechikish talablari. Shunday qilib, odatda cheklangan zaryadli batareya bilan jihozlangan ommaviy mashina tipidagi aloqa tizimlarida (mMTC) ko'plab foydalanuvchilarni qo'llab-quvvatlash kerak. Shuning uchun ularda shovqin ta'sirini kamaytirish uchun past tezlikli FEC kodlari qo'llab-quvvatlanishi kerak. mMTCning yuqori trafigi odatda qisqa ma'lumotlar paketlaridan iborat bo'lganligi sababli, qo'shimcha xarajatlar va kechikishni kamaytirish uchun erkin kirish rejimi ta'minlanishi kerak. Bundan tashqari, mMTC terminallari batareyalarining xizmat muddati juda uzoq bo'lishi kerak, bu esa quvvat kuchaytirgichining samaradorligini oshirish uchun past murakkablikdagi qabul qilgich va past PAPR signallarini talab qiladi.

Bundan farqli o'laroq, kengaytirilgan mobil keng polosali (eMBB) ssenariylarida spektral samaradorlikning yuqori cho'qqisi asosiy muammoga aylanadi, tayanch stantsiyaning murakkabligi esa uzatiladigan signallarning PAPR va mobil qabul qiluvchining murakkabligidan farqli o'laroq yuqori bo'lishi mumkin. Bundan tashqari, maxsus 3D video va kengaytirilgan reallik, avtomobillar o'rtasidagi aloqa hamda mashinalar, dronlar va robotlarni masofadan boshqarish, past kechikish va paketli yo'qotishning kichik koeffitsiyentlari kabi o'ta ishonchli kechikishi juda kichik aloqa (URLLC) ilovalarida birinchi o'rinda turadi.

1-jadvalda NOMAning turli usullari PAPR, qabul qiluvchining murakkabligi, kechikish, grantsiz (so'rovsiz) kira olish, foydalanuvchi yuklamasi va eng yuqori o'tkazish qobiliyati bo'yicha taqqoslanadi. PAPR MC-RSMA, MUSA va PD-NOMA superpozitsionlik tabiati tufayli yuqori, ular nohiziqlikka ko'proq bog'liq va uzatkichda yuqori chiziqli quvvat kuchaytirgichini talab qiladi. PD-NOMA qabul qilgichdagi shovqinni ketma-ket bostirish usuli yuqori murakkablik va kechikishga olib keladi. Biroq, IDMA, LDS-CDMA va SCMAga xos bo'lgan, MPAGA asoslangan qabul qilgich ishlatilganda qabul qiluvchining murakkabligi va kechikishi, hatto siyrak kengayish matritsasi ishlatilsa ham yuqori bo'ladi. NOMA kod domeni grantsiz kira olishni qo'llab-quvvatlashga qodir, ammo kengaytirilgan spektrli tabiati tufayli uning eng yuqori o'tkazuvchanligi cheklangan. NOMA kod domeni uchun foydalanuvchi yuklamasi mavjud (mumkin bo'lgan) kengaytma kodlari soni bilan belgilanadi, va bu RSMAga nisbatan kam. PD-NOMAda yuqori foydalanuvchi yuklamasini resurslarni taqsimlashning murakkab strategiyasi va qabul qiluvchining yuqori murakkabligi bilan qo'llab-quvvatlash mumkin.

1-jadval

NOMA usullarini taqqoslash

NOMA	PAPR	Qabul qiluvchi qurilmaning murakkabligi	Signal kechikishi	So'rovsiz kira olish	Foydalanuvchi yuklamasi	Eng yuqori o'tkazish qobiliyati
IDMA	Past	Yuqori	Katta	Ha	Yuqori	Past
RSMA	SC-RSMA uchun past, MS-RSMA uchun yuqori	Past	SC-RSMA uchun katta, MS-RSMA uchun kichik	Ha	Past	Past
LDS-CDMA	Past	Yuqori	Katta	Ha	O'rtacha	Past
SCMA	Past	Yuqori	Katta	Ha	O'rtacha	Past
MUSA	Yuqori	Past	Kichik	Ha	Yuqori	Past
PD-NOMA	Yuqori	O'rtacha	O'rtacha	Yo'q	Yuqori	Yuqori

Xulosa qilib aytganda, ushbu tahlil NOMA texnologiyasi taqdim etadigan imkoniyatlar va imtiyozlar hamda undan amaliy foydalanish ssenariylari bilan tanishtirishimkoniyatini taqdim etadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

- [1] Ding Z., Liu Y., Choi J., Sun Q., El Kashlan M., I C.-L., Poor H. V. Application of non-orthogonal multiple access multiple access in LTE and 5G networks // IEEE Commun. Mag. 2017. Vol. 55. No. 2.
- [2] Dai L., Wang B., Yuan Y., Han S., I C.-L., Wang Z. Nonorthogonal multiple access for 5G: Solutions, challenges, opportunities and future research trends // IEEE Commun. Mag. 2015. Vol. 53. No. 9.
- [3] Wei D. W. K. N. Z., Yuan J., El Kashlan M., Ding Z, A survey of downlink non-orthogonal multiple access for 5G wireless communication networks // ZTE Commun. 2016. Vol. 14. No.4.
- [4] Saito Y., Benjebbour A., Kishiyama Y., Nakamura T. System level performance evaluation of downlink non-orthogonal multiple access (NOMA). Proc. IEEE Int. Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Commun. London, UK, Sept. 2013.
- [5] Ding Z., Yang Z., Fan P., Poor H. V. On the performance of non-orthogonal multiple access in 5G systems with randomly deployed users // IEEE Signal Process. Lett. 2014. Vol. 21. No. 12.
- [6] Taherzadeh M., Nikopour H., Bayesteh A., Baligh H. SCMA codebook design. Proc. IEEE Veh. Tech. Conf. Las Vegas, NV, US, Sept. 2014.
- [7] Dai X., Chen S., Sun S., Kang S., Wang Y., Shen Z., Xu J. Successive interference cancellation amenable multiple access (SAMA) for future wireless communications. Proc. IEEE Int. Conf. Commun. Systems. Coimbatore, India, Nov. 2014.
- [8] Chen S., Ren B., Gao Q., Kang S., Sun S., Niu K. Pattern division multiple access (PDMA) — a novel non-orthogonal multiple access for 5G radio networks // IEEE Trans. Veh. Tech. 2016. Vol. PP. No. 99.
- [9] Ding M. Z., Fan P., Poor H. V. Impact of user pairing on 5G non-orthogonal multiple access // IEEE Trans. Veh. Tech. 2016. Vol. 65. No. 8.
- [10] Saito Y., Kishiyama Y., Benjebbour A., Nakamura T., Li A., Higuchi K. Non-orthogonal multiple access (NOMA) for cellular future radio access. Proc. IEEE Vehicular Technology Conference (VTC Spring), Jun. 2013.
- [11] Ding Z., Liu Y., Choi J., Sun Q., El Kashlan M., I C.-L., Poor H. V. Application of non-orthogonal multiple access multiple access in LTE and 5G networks // IEEE Commun. Mag. 2017. Vol. 55. No. 2.
- [12] Ding Z. et al. A survey on non-orthogonal multiple access for 5 networks: Research challenges and future trends // IEEE J. Sel. Areas Commun. 2017. Vol. 35. No. 10.
- [13] Dai L. et al. A Survey of Non-Orthogonal Multiple Access for 5G // IEEE Communication Surveys & Tutorials. Third Quarter. 2018. Vol. 20. No. 3.
- [14] Vaezi M., Ding Z. Multiple Access Techniques for 5G Wireless Networks and Beyond. Springer, 2019.
- [15] Imran M. A., Sambo Y. A., Abbasi Q. H. Enabling 5G Communication Systems to Support Vertical Industries. John Wiley & Sons Ltd, 2019.
- [16] Dai L., Wang B., Yuan Y. et al. Non-orthogonal multiple access for 5G: solutions, challenges, opportunities, and future research trends // IEEE Communications Magazine. 2015. Vol. 53. No. 9.
- [17] Покаместов Д. А., Крюков Я. В., Рогожников Е. В. и др. Концепция физического уровня систем связи пятого поколения // Известия высших учебных заведений. Радиоэлектроника. 2017. Т. 60. № 7.
- [18] Кокорева Е. В. Неортогональный множественный доступ в системах мобильной связи 5G // Экономика и качество систем связи. 2018. № 2.

МЕЖУРОВНЕВАЯ МОДЕЛЬ ЗВЕНА ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

У.Б. АМИРСАИДОВ

Ташкентский университет информационных технологий имени Мухаммада ал-Хоразмий

Аннотация. Рассмотрены механизмы построения звена передачи данных проводных сетей, определены недостатки существующих моделей звена передачи данных, предлагается междуровневая модель звена передачи данных, определены аналитические выражения для расчета вероятностно-временных характеристик канального уровня сети с учетом параметров физического уровня сети и канала связи.

Ключевые слова: звено передачи данных, протоколы передачи данных, биномиальный канал связи, Гильбертовский канал связи, междуровневая модель, система массового обслуживания, среднее время обслуживания кадров.

Abstract. The mechanisms of constructing a data transmission link of wired networks are considered, the shortcomings of existing models of a data transmission link are determined, an cross-layer modelling of a data transmission link is proposed, analytical expressions are defined for calculating the probability-time characteristics of the channel layer of a network taking into account the parameters of the physical layer of the network and the communication channel.

Keywords: data transmission link, data transmission protocols, binomial communication channel, Hilbert communication channel, cross-layer modelling, queuing system, average frame servicing time.

В соответствии с моделями OSI и TCP/IP канальный уровень (Data Link Layer) сети обеспечивает функциональные и процедурные средства для передачи сервисных блоков данных (кадров) этого уровня. Канальный уровень сети также носит название уровень управления передачей данных (Data Link Control, DLC) или уровень звена данных [1,2]. В звене передачи данных реализуется механизмы обнаружения и коррекции ошибок, возникающие между узлами. Кадр, внутри которого расположен пакет и вычисленная контрольная сумма, передается канальному уровню принимающего узла. На приеме снова вычисляется контрольная сумма. Если вычисленная контрольная сумма совпадает с суммой, принятой из кадра, то кадр считается правильно (безошибочно) принятым и пакет передается на сетевой уровень. В случае искажения кадра реализуются различные механизмы повторной передачи кадра.

В стандарте канального уровня X.25 (ISO 8208), предназначенного для организации сети PSPDN (Packet-Switched Public Data Networks) на основе телефонных сетей с линиями с достаточно высокой частотой ошибок, реализованы развитые механизмы коррекции ошибок [1]. По мере распространения IP-сетей IETF (Internet Engineering Task Force) стандартизовал ряд RFC, описывающих работу и взаимодействие X.25 и TCP/IP.

На канальном уровне стека OSI, кроме X.25, поддерживаются протоколы семейства Ethernet и HDLC (High-Level Data Link Control). Протокол PPP (Point-to-Point) стека TCP/IP разработан на основе HDLC.

Механизмы коррекции ошибок на основе переспроса реализованы в модемных протоколах проводных и беспроводных систем передачи. Например, протокол V.42 - стандарт ITU-T для дуплексных модемов, описывающий методы исправления ошибок [2]. Поддерживает протокол доступа к каналу для модемов (LAPM — Link Access Protocol for Modems), совместимый с протоколами LAPB (Link Access Procedure, Balanced) для сетей X.25. В модемном протоколе ZyCELL, разработанного специально для передачи информации по беспроводным каналам с высоким уровнем помех, реализован протокол исправления ошибок V.42.

В стандартах IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) канальный уровень (Data Link Control) (IEEE 802) разделяется на подуровень управления логическим каналом

(Logical Link Control, LLC) и подуровень управления доступом к среде передачи (Media Access Control, MAC). Уровень LLC — это отражение операций высокоуровневого протокола управления каналом передачи данных (HDLC) [2].

Известны различные модели звена передачи данных [3,4], отличающиеся главным образом характеристиками дискретного канала связи и различной степенью учета механизмов обратной связи. Рассматриваются модели биномиального и гильбертовского каналов связи, а также механизмы передачи данных с неограниченным и ограниченным числом переспросов. Для анализа характеристик звена данных в основном используются модели одноканальных (1) систем массового обслуживания (СМО) с экспоненциальными распределениями вероятностей интервалов поступления (простейший или пуассоновский поток) (M) и времени обслуживания (M) кадров с буфером ограниченной (L) и неограниченной (∞) емкости. Эти экспоненциальные модели СМО по символике Кендалла обозначаются как M/M/1/L и M/M/1/ ∞ [5].

В рассмотренных моделях не учтены механизмы протоколов передачи кадров. Поэтому время обслуживания кадра предполагается равным времени передачи кадра. Учет механизмов обратной связи приводит к увеличению количества попыток передачи кадров вследствие воздействия помех в канале связи. Задачи моделирования и оценки характеристик звена передачи данных решаются без учета особенностей взаимовлияния физического и канального уровней сети. Неадекватность моделей приводит к принятию неоптимальных решений в процессе разработки, проектирования и эксплуатации сетей, поскольку возникает несоответствие между проектными и реальными показателями сети.

Звено передачи данных проводных сетей (ПС) представляется как система массового обслуживания (рис.1).

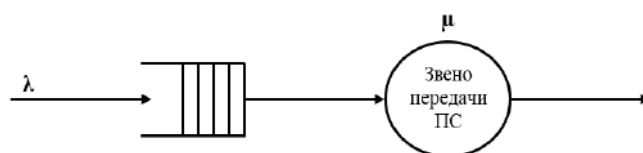


Рис.-1. СМО обработки кадров данных проводных сетей

На вход СМО поступает поток кадров данных с интенсивностью λ . Интенсивность обслуживания кадров определяется по формуле:

$$\mu = \frac{1}{\bar{T}_{обс}} \quad (1)$$

Среднее время обслуживания кадров $\bar{T}_{обс}$ определяется на основе функциональной архитектуры звена передачи данных и параметров каналов связи (рис.2) [6].



Рис.-2. Функциональная структура звена передачи данных

Обратной связью (HDLC, LAPB, LAPM), а на физическом уровне реализуются методы помехоустойчивого кодирования. Пакет сетевого уровня передается канальному

уровню сети. На канальном уровне формируется кадр канального уровня со следующими полями: флаг-начало, адресное поле, управляющее поле, поле данных, поле контрольной суммы и флаг-окончание. Дополнение остатка от деления полинома кадра данных на стандартный образующий полином является контрольной суммой. В поле данных кадра вставляется пакет данных сетевого уровня. Сформированный кадр данных канального уровня передается к физическому уровню сети. На физическом уровне кадр данных длиной n_k бит делится на слова длиной k бит. При этом получается m_k слов, где $m_k = \lfloor n_k / k \rfloor$. Далее, осуществляется помехоустойчивое кодирование слов. В соответствии с алгоритмом циклического кодирования определяются проверочные разряды длиной r бит. Тогда длина каждого слова физического уровня равна $n_f = k + r$. Кодовые слова передаются по каналу связи со скоростью C бит/с.

Исторически первой моделью потока ошибок в дискретном канале явилась биномиальная модель, характеризуемая одним параметром p – вероятность неверного приема единичного элемента (бита). Модель предполагает независимость возникновения ошибок. Для такой модели достаточно просто вычисляется вероятность возникновения i - кратных ошибок в слове:

$$P_{if} = C_{n_f}^i p^i (1-p)^{n_f-i} \quad (2)$$

Установление факта группирования ошибок практически во всех реальных каналах стимулировало создание большого числа моделей (Гильберта, простая цепь Маркова, Мюллера, Беннета-Фройлиха, Попова и др.) [3,4]. Экспериментальные данные показывают [3], что модель Гильберта адекватно описывает группирование ошибок в канале связи. В соответствии с моделью Гильберта канал связи с вероятностью P_g находится в хорошем состоянии, а с вероятностью P_b - в плохом состоянии. Ошибки возникают только в плохом состоянии с вероятностью p (обычно $p = 0.5$). Если канал находится в хорошем состоянии, то в следующем шаге с вероятностью P_{gg} останется в хорошем состоянии, а с вероятностью P_{gb} переходит в плохое состояние ($P_{gg} + P_{gb} = 1$). Если канал находится в плохом состоянии, то в следующем шаге с вероятностью P_{bb} останется в плохом состоянии, а с вероятностью P_{bg} переходит в хорошее состояние ($P_{bb} + P_{bg} = 1$). Вероятности состояний определяются по формулам:

$$P_b = \frac{P_{gb}}{P_{bg} + P_{gb}}, \quad (3)$$

$$P_g = \frac{P_{bg}}{P_{bg} + P_{gb}}. \quad (4)$$

Безусловная (средняя) вероятность ошибочного приема бита:

$$\bar{p} = pP_b. \quad (5)$$

Коэффициент группирования ошибок:

$$K_{gr} = 1 - P_{gb} - P_{bg}. \quad (6)$$

Вероятность i - кратных ошибок в слове длиной n_f определяется по формуле [3]:

$$P_{if} = \sum_{j=0}^{n_f} B(j, n_f) p(i, j), \quad (7)$$

где $B(j, n_f)$ - вероятность того, что из n_f элементов слова j элементов были переданы в плохом состоянии канала; $p(i, j)$ - вероятность i -кратной ошибки, если число элементов в плохом состоянии равно j .

Кодовые слова по каналу связи поступают на физический уровень принимающей стороны. Здесь производится декодирование и исправление ошибок в слове. Ошибка с кратностью (весом) t_{is} может быть исправлена при $d_0 \geq 2t_{is} + 1$, где d_0 - минимальное кодовое расстояние Хэмминга. Если при декодировании слова исправляются все ошибки кратностью t_{is} , то вероятность ошибочного приема слова равна:

$$P_{of} = \sum_{i=t_{is}+1}^{n_f} P_{if} . \quad (8)$$

Среднее (эквивалентное) значение вероятности ошибки в слове, отнесенное к биту помехоустойчивого кода можно определить в виде:

$$p_{\circ} = \frac{P_{of}}{n_f} . \quad (9)$$

Информационные разряды исправленного слова передаются каналному уровню приемника.

На канальном уровне из информационных разрядов слов формируется кадр данных. Вероятность возникновения i -кратных ошибок в кадре данных определяется в виде:

$$P_{ik} = C_{n_k}^i p_{\circ}^i (1 - p_{\circ})^{n_k - i} . \quad (10)$$

Вероятность правильного приема кадра данных равна:

$$P_{nn} = (1 - p_{\circ})^{n_k} \quad (11)$$

Вероятность необнаруженной ошибки в кадре данных определяется по приближенной формуле [7]:

$$P_{no} \approx \frac{1}{2^{r_k}} \sum_{i=d_0}^{n_k} C_{n_k}^i p_{\circ}^i (1 - p_{\circ})^{n_k - i} , \quad (12)$$

где r_k – количество разрядов CRC. В стандартных протоколах передачи $r_k = 16$ или $r_k = 32$.

Вероятность обнаружения ошибки в кадре данных определяется в виде:

$$P_{oo} = 1 - (P_{nn} + P_{no}) . \quad (13)$$

Таким образом, после проверки достоверности кадра данных методом сопоставления контрольных сумм с вероятностью P_{oo} обнаруживается наличие ошибки и передается кадр с отрицательной квитанцией длиной $n_{кв}$ передающую сторону. В противном случае $(P_{nn} + P_{no})$ передается кадр с положительной квитанцией. Передающая сторона при приеме кадра с отрицательной квитанцией повторяет предыдущий переданный кадр данных, а при приеме кадра с положительной квитанцией начинает передачу следующего кадра данных. Из-за малой вероятности ошибочного приема квитанции можно считать, что обратный канал идеальный. Данный алгоритм используется во многих стандартных протоколах и называется методом передачи данных с решающей обратной связью с ожиданием.

Вероятность (распределения) количества повторов передачи кадра данных определяется в виде:

$$P(k_n) = (1 - P_{oo}) P_{oo}^{k_n - 1} , \quad k_n = \overline{1, N_n} , \quad (14)$$

где N_n - максимальное количество повторов.

Вероятность остаточного искажения кадра данных после повторных передач определяется в виде:

$$P_{oik} = \sum_{k_n=1}^{N_n} P_{no} P_{oo}^{k_n - 1} = \frac{P_{no} (1 - P_{oo}^{N_n + 1})}{1 - P_{oo}} . \quad (15)$$

Процедура повтора увеличивает общее время обслуживания кадров данных. Производящая функция времени обслуживания кадров с учетом повторов определяется в виде:

$$F_{обс}(z) = \sum_{k_n=1}^{N_n} P(k_n) [f_k(z) f_{кв}(z)], \quad (16)$$

где $f_k(z)$ и $f_{кв}(z)$ - производящая функция времени передачи кадра данных и кадра с квитанцией соответственно, и определяются в виде:

$$f_k(z) = z^{m_k n_f}, \quad (17)$$

$$f_{кв}(z) = z^{m_{кв} m_f}, \quad (18)$$

где $m_{кв} = \lfloor n_{кв} / n_f \rfloor$.

Подставив (17) и (18) в (16), находим:

$$F_{обс}(z) = \frac{(1 - P_{oo}) f_k(z) f_{кв}(z) [1 - (P_{oo} f_k(z) f_{кв}(z))^{N_n}]}{1 - P_{oo} f_k(z) f_{кв}(z)}. \quad (19)$$

Среднее значение и дисперсия времени обслуживания кадров определяются в виде:

$$\bar{T}_{обс} = \frac{dF_{обс}(z)}{dz}, \quad \text{при } z=1, \quad (20)$$

$$D_{обс} = \frac{d^2 F_{обс}(z)}{dz^2} + \frac{dF_{обс}(z)}{dz} - \left(\frac{dF_{обс}(z)}{dz} \right)^2, \quad \text{при } z=1. \quad (21)$$

Среднеквадратичное отклонение $\sigma_{обс}$ и коэффициент вариации времени обслуживания кадров определяются по формулам:

$$\sigma_{обс} = \sqrt{D_{обс}}, \quad v_{обс} = \sigma_{обс} / \bar{T}_{обс}. \quad (22)$$

Взяв производное от $F_{обс}(z)$ и подставив $z=1$, находим среднее время обслуживания кадров при $N_n = \infty$:

$$\bar{T}_{обс} = \frac{n_f (m_k + m_{кв}) T_o}{1 - P_{oo}}, \quad (23)$$

$T_o = 1/C$ - длительность передачи единичного элемента, C - скорость передачи данных.

Численный анализ. Исходными данными для расчета среднего времени и коэффициента вариации времени обслуживания кадров являются: длина кадра данных 2000 бит, длина кадра с квитанцией 40 битов и скорость передачи 64 Кбит/с, различные длины кодовых слов и параметры модели Гильберта.

На рисунке 3 приведен график зависимости среднего времени обслуживания кадров от длины кода при различных коэффициентах группирования ошибок.

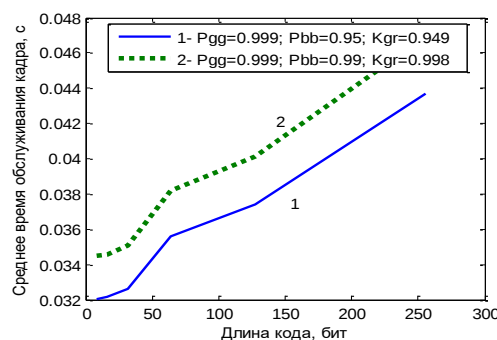


Рис. -3. Зависимость среднего времени обслуживания кадров от длины кода при различных параметрах модели канала связи Гильберта

Из рисунка 3 следует, что с увеличением длины кода и коэффициента группирования ошибок среднее время обслуживания кадров повышается. Нелинейный характер изменения значений среднего времени обслуживания кадров соответствует кривой изменения вероятности кратности ошибок при модели Гильберта (рис.4).

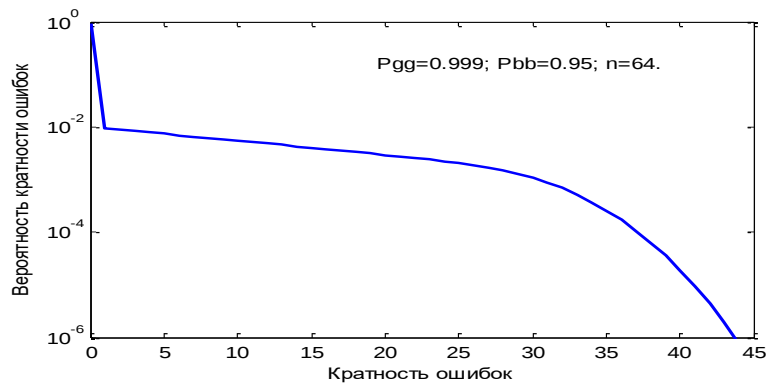


Рис. -4. Зависимость вероятности кратности ошибок от кратности ошибок при модели канала связи Гильберта

На рисунке 5 приведен график зависимости коэффициента вариации времени обслуживания кадров от длин кода при различных параметрах модели Гильберта.

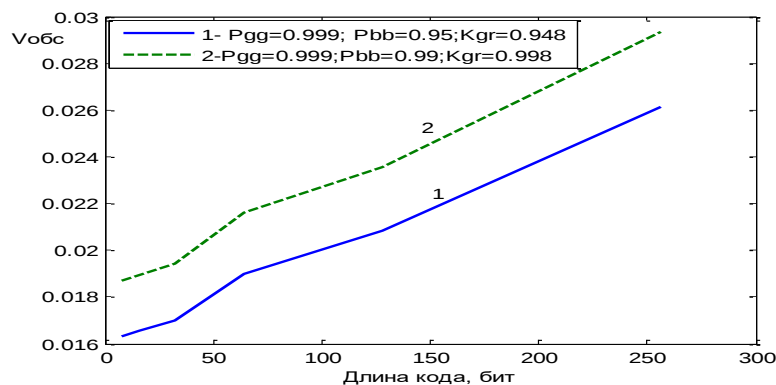


Рис. -5. Зависимости коэффициента вариации времени обслуживания кадров от длины кода

Из рисунка 5 следует, что закон распределения времени обслуживания кадров не является экспоненциальным, так как коэффициент вариации времени обслуживания кадров меньше 1. Поэтому СМО, представленная на рисунке 1, описывается с помощью модели с произвольным (G) распределением времени обслуживания M/G/1[8]. При этом среднее время ожидания кадров в буфере определяется по формуле Полячека-Хинчина [9]:

$$W = \frac{\lambda \bar{T}_{обс}^2 (1 + \nu_{обс}^2)}{2(1 - \rho)}, \quad (24)$$

где $\rho = \lambda / \mu = \lambda \bar{T}_{обс} < 1$ – загрузка системы.

Среднее время задержки (пребывания) кадров в звене передачи определяется в виде:

$$T_{зад} = W + \bar{T}_{обс} = \frac{\lambda \bar{T}_{обс}^2 (1 + \nu^2)}{2(1 - \rho)} + \bar{T}_{обс}. \quad (25)$$

На рисунке 6 приведен график зависимости среднего времени задержки кадров от загрузки системы.

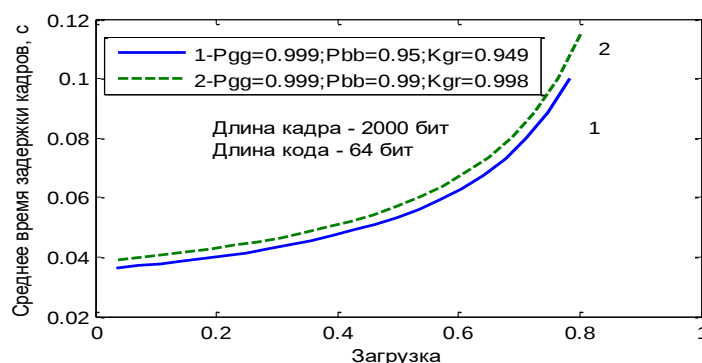


Рис. -6. Зависимость среднего времени задержки кадров от загрузки системы при различных параметрах модели канала связи Гильберта

Из рисунка 6 следует, что с увеличением загрузки системы и коэффициента группирования ошибок среднее время задержки кадров повышается.

Заключение. Основная идея межуровневой разработки заключается в том, чтобы сохранить функциональные возможности, связанные с исходными уровнями, но, с учетом пересечения различных уровней, обеспечить координацию и взаимодействие между уровнями. Чтобы добиться этого, необходимо знать закономерности влияния характеристик одного уровня на характеристики других уровней сети, с должной проработкой межуровневых моделей для исследования взаимозависимостей характеристик уровней в целях эффективного функционирования сетей. Полученные аналитические выражения служат для решения задач выбора оптимальных параметров физического и канального уровней, обеспечивающих эффективность функционирования звена передачи данных проводных сетей при заданных параметрах канала связи.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ::

- [1] Нужнов Е.В. Компьютерные сети и телекоммуникации: Учебное пособие. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2014. – 163 с.
- [2] Комагоров В.П. Архитектура сетей и систем телекоммуникаций: учебное пособие/ В.П. Комагоров.- Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008.- 147 с.
- [3] Мелентьев О.Г. Теоретические аспекты передачи данных по каналам с группирующимися ошибками / Под ред. проф. В.П. Шувалова.- М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 232 с.
- [4] Сущенко С.П. Математические модели компьютерных сетей.- Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2017.- 272 с.
- [5] Клейнрок Л. Теория массового обслуживания. Пер. с англ./ Пер. И.И. Грушко; ред. В.И. Нейман.- М.: Машиностроение, 1979. – 432 с.
- [6] Амирсаидов У.Б. Модели оценки качества обслуживания в сетях телекоммуникаций. Монография.-Ташкент: Алоқачи. 2020. – 171 с.
- [7] Зелигер Н.Б., Чугреев О.С., Яновский Г.Г. Проектирование сетей и систем передачи дискретных сообщений: Учебное пособие для вузов.- Радио и связь, 1984.-176 с.
- [8] Ложковский А.Г. Теория массового обслуживания в телекоммуникациях.- Одесса: ОНАС им. А.С. Попова, 2012. – 112 с.
- [9] Алиев Т.И. Основы моделирования дискретных систем, -СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. - 363 с.

JANGNI MODELLASHTIRISH (NATO TAJRIBALARIDA)

O.M. MAXMATQULOV

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

Annotatsiya. Ushbu maqolada NATO armiyalarida qo'llaniyautgan modellashtirish va simulyatsiya vositalari haqida yoritilgan. Dasturiy ta'minot samarasining mahsuli sifatida qo'shnlarni boshqarish va qo'yilgan vazifalarni muvaffaqiyatli bajarishda yo'l qo'yilishi mumkin bo'lgan xatoliklarni oldini olish hamda vazifalarni bajarish uchun real vaqt rejimida qancha kuch yoki vositaning ehtiyojini chiqarish imkoniyatlari haqida ma'lumotlar mavjud.

Kalit so'zlar modellashtirish va simulyatsiya, model, taktika, strategiya, resurs, operatsiya, NATO, ARMA-III, VBS2, JCATS, usul, tizim.

Аннотация. В данной статье рассматриваются инструменты моделирования и симуляции, используемые в армиях НАТО. Благодаря эффективности программного обеспечения, предоставляется информация о возможностях управления войсками и предотвращения возможных ошибок при успешном выполнении поставленных задач, а также возможность в режиме реального времени оценивать, сколько сил или техники потребуется для выполнения задач.

Ключевые слова: моделирование и симуляция, модель, тактика, стратегия, операция, ресурс, НАТО, ARMA-III, VBS2, JCATS, метод, система.

Abstract. This article discusses the modeling and simulation tools used in NATO armies. As a result of the software's effectiveness, there is information on the possibilities of controlling troops and preventing possible errors in the successful completion of assigned tasks, as well as the ability to estimate in real time how much force or equipment is needed to complete the tasks.

Keywords: modeling and simulation, model, tactics, strategy, resource, operation, NATO, ARMA-III, VBS2, JCATS, method, system.

Zamonaviy jangovar harakatlar tajribasida qo'shnlarni boshqarish, qo'yilgan vazifalarni muvaffaqiyatli bajarishda axborot kommunikatsiyalar tizimining qo'llanilishi va ular orqali qo'shnlarga vazifa qo'yishning roli oshib bormoqda.

Harbiy harakatlar teatrida qo'shnlarni yashirin boshqarish yoki vazifani bajarishda ma'lum bir tuzilmani shakllantirish va jangovar harakatlarda maqsadga muvofiq tatbiq etishda bugungi kunda modellashtirish va simulyatsiya vositalarini qo'llash ancha urfga kirgan bo'lib, sarf – harajatlarni minimallashtirish yoki kuch va vositalarning imkoniyatini keskin tekshirish orqali, ehtimoliy har qanday jangovar harakatlarni virtual olamda real vaqt ko'rsatkichida qo'llash va boshqarish imkonini bermoqda. Dasturiy ta'minot samarasining mahsuli sifatida qo'shnlarni boshqarish va qo'yilgan vazifalarni muvaffaqiyatli bajarishda yo'l qo'yilishi mumkin bo'lgan xatoliklarni oldini olish hamda vazifalarni bajarish uchun real vaqt rejimida qancha kuch yoki vositaning ehtiyojini chiqarish mumkin. Barcha turdagi qo'shin turlari va turkumlar bilan taktik–o'quv (taktik–maxsus) mashg'ulotlarni tashkillashtirish va olib borishdan istiqboldagi maqsadga erishishda NATO tajribalariga tayangan holda jangni modellashtirish orqali O'zbekiston Respublikasi Qurolli Kuchlari tizimida kadrlarni tayyorlash va qayta tayyorlash, qo'shnlarning jangovar xizmat faoliyatida modellashtirish dasturiy ta'minotini hayotga tatbiq etish orqali qo'llash, harbiy jihatdan rivojlanish imkonini oshirish deb hisoblash mumkin [1,2].

Jangni modellashtirish ("strategik modellashtirish" yoki "simulyatsiya") – bu muayyan bir turdagi jangni, uyg'unlikni yoki muammolarni ko'p qirrali va aniq modellar orqali tahlil qilish usulidir. Bu, asosan, harbiy tahlil va taktika, strategiyalar, jang maydonidagi holatlarning samaradorligini baholash va optimizatsiya qilish uchun ishlatiladi [3].

Jangni modellashtirishning bir nechta asosiy yo'nalishlari bor:

Matematik modellashirish – bu yo‘nalishda turli janglarning strategiyalarini va taktikalarini matematik yoki algoritmik hisobotlar orqali analiz qilish amalga oshiriladi. Bunda, qo‘llaniladigan matematik modellar, jangchi yoki tizimning harakatlarini va ularning o‘zaro ta‘sirini tasvirlaydi.

Kompyuter simulyatsiyalari – jangni kompyuter orqali simulyatsiya qilish bo‘yicha ko‘plab dasturlar mavjud. Bular orqali ma‘lum bir jang maydonidagi turli ssenariylar, resurslar va harakatlarni tezda to‘g‘ri analiz qilish mumkin.

Qo‘llash taktikasi – jangni modellashirish orqali harbiy taktikalarni, jangdagi har xil vaziyatlar va o‘ziga xos aniqliklar (masalan, xavfsizlikka, manyovrlarga, resurslarga va undan foydalanishga oid) ishlab chiqish mumkin.

Modellashirishni harbiy urushlarda, harbiy o‘quvlarda qo‘llanilish va analiz qilish, strategik ma‘ruzalar, razvedka va jangovar operatsiyalar uchun ham amalga oshirish mumkin [4].

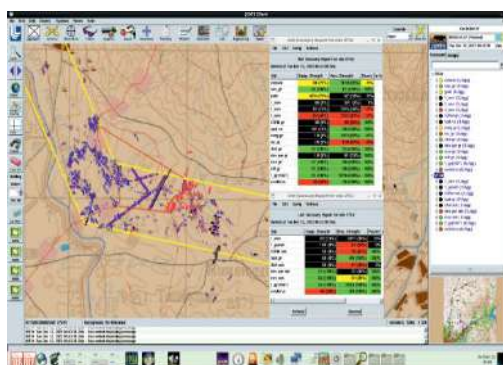
Jangni kompyuter orqali simulyatsiya qilish dasturlari (1- rasm).



a)



b)



c)

1-rasm. Modellashirish dasturlari:

a- ARMA-III, b- VBS2, c- JCATS (Joint Conflict and Tactical Simulation).

Jangni kompyuter orqali simulyatsiya qilish – bu harbiy strategiyalarni, taktikalarni va jang maydonidagi harakatlarni kompyuterda modellar orqali aniqlash va tahlil qilish jarayoni. Bu usul harbiy rejalashtirish, urushlar, taktika va strategiyalar, resurslarni taqsimlash, va odamlar o‘rtasidagi o‘zaro ta‘sirni aniqlash uchun muhim hisoblanadi.

Jang simulyatsiyalari turli qo‘llanma va algoritmlar orqali ishlaydi, shunga ko‘ra buning maqsadi – voqealarni aniqroq va tezroq baholash, janglarning natijalarini tahlil qilish, hamda bir nechta strategiyalar orasidagi farqlarni ko‘rish [5].

Jangni kompyuter orqali simulyatsiya qilishning asosiy yo‘nalishlari.

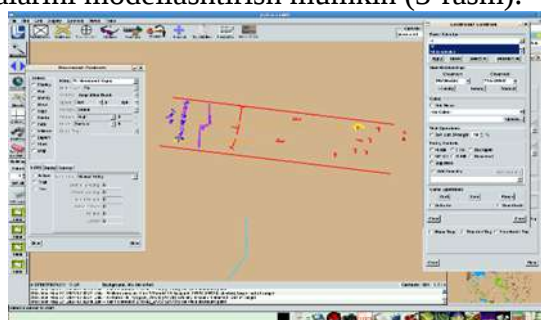
Ma‘lumotlarga asoslangan modellar:

mexanik modellar – bu modellarda jangchi yoki ularning harakatlari mexanik qoidalarga asoslanadi. Masalan har bir yoki harbiy yuk orqali harakati uchun javob beradi (2-rasm). Bu modellar ishlatilsa, har bir harakat belgilangan qoidalar asosida prognozlanadi.



2-rasm. Mexanik model

Dinamik modellar – insonning qaror qabul qilish jarayoni va murakkab harakatlar asosida jangning juda katta dinamikalarini modellashtirish mumkin (3-rasm).



3-rasm. Dinamik model

Zaxira va resurslarning taqsimotini modellashtirish – jang maydonidagi resurslar (masalan, askarlar, qurollar, vaqt) chegaralangan. Simulyatsiya orqali bu resurslarning samarali taqsimotini aniqlash mumkin (4-rasm). Bu jangda qanday zaruriy yordam berish yoki harakat qilish to'g'risida qaror qabul qilishga yordam beradi.

Unit	Equip. Strength	Para. Strength	Parera
mer_vz	5/0 (0%)	45/0 (0%)	0/24
mirbatr	27/27 (100%)	5/5 (100%)	100%
msv_vz	6/0 (0%)	66/0 (0%)	100%
mtt_vz	12/12 (100%)	0/0 (100%)	100%
tam_vz	10/7 (70%)	1/1 (100%)	63%
tank_bat	30/10 (33%)	0/0 (100%)	100%
tibiy_punkt	2/2 (100%)	4/4 (100%)	100%
brigada	63/63 (100%)	252/252 (100%)	100%
ICRM_vz	3/3 (100%)	9/9 (100%)	100%
aviasiya	6/0 (0%)	0/0 (100%)	100%

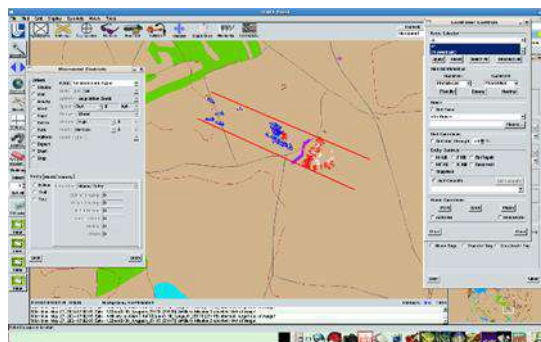
4-rasm. Resurslar taqsimoti

Parametrlarga asoslangan simulyatsiyalar – bu simulyatsiyalar bir necha turli ko'rsatkichlarni (qurollar, askarlar, texnikalar va h.k.) o'rganishga qaratilgan. Bu simulyatsiyalar, jangdagi ma'lum bir faktorlarning ta'sirini izohlashga yordam beradi.

Mashinalarni o'rganish – texnologiyaning bir qismi sifatida, mashina o'rganish orqali, janglarning qanday davom etishini va qaysi strategik qarorlar samarali ekanligini aniqlash mumkin.

Sun'iy intellekt – sun'iy intellektni joriy qilish orqali, jangchilarning qaror qabul qilish jarayoni (asalan, shiddatli hujum yoki to'xtatish) mukammallashtiriladi. bu, harbiy modellashtirishda juda muhim bo'ladi.

Boshqarish va manevrlar simulyatsiyasi – armiyaning yuklama, manevr va har qanday qurol ishlatish taktikasi orqali test qilish uchun maxsus modellar ishlatilsa bo'ladi. Masalan, qanday manevrlar qanday natija beradi? Natija: dushmanning osonlik bilan yakson qilish yoki zarba berishi bo'ladi (5-rasm) [6].



5-rasm. Manevrlar simulyatsiyasi

Jang simulyatsiyasining turlari:

turn-based simulation (turli vaqt rejimi), bu simulyatsiyada har bir ishtirokchi jangdagi o'z harakatini belgilaydi va aniq bir vaqtda simulyatsiya davom etadi. Bu model ko'pincha o'yinlarda va taktik simulyatsiyalarda uchraydi.

Real-time simulation (bir vaqt rejimi): Bu simulyatsiyalarda har bir harakat va voqea voqeaning o'z vaqtida amalga oshiriladi. Masalan, murakkab va katta harbiy operatsiyalar

Monte Carlo metodi: simulyatsiyalarni turli xil tasodifiy va statistik elementlar asosida amalga oshirishga qaratilgan. Jangning har bir shaxsini turli strategik ssenariylar asosida to'liq modellashtirish mumkin.

Agent-based simulation (agentga asoslangan modellashtirish): har bir agent (jangchi, tanker, raketa) o'z qarorlarini qabul qilib, jangni tashkil etadi. Agentlar orasidagi o'zaro munosabatlar, ta'sirlar va qarorlar kompyuter tomonidan modellashtiriladi (6-rasm).



7-rasm. Agentga asoslangan modellashtirish

Jang simulyatsiyalarining foydalari:

real ssenariylar. jang maydonidagi har qanday holatni tezda modellashtirish va tahlil qilish imkonini beradi.

resurslarning samarali taqsimotini baholash. Jangning har bir bosqichida resurslarni qanday taqsimlash foydadorligini aniqlash.

harbiy texnikani tekshirish. Yangiliklar va taktikalarning jangda qanday ishlashini aniqlash.

jangchilarning psixologiyasini tahlil qilish. Simulyatsiyalar orqali jangchi qarorlarining ta'sirini va reaksiyalarni o'rganish [7].

Jangni kompyuter orqali simulyatsiya qilishni NATO tajribalarida ko'rib chiqamiz.

NATO (Shimoliy Atlantika Alyansi) jangni kompyuter orqali simulyatsiya qilish va harbiy treninglar uchun zamonaviy simulyatsiyalardan keng foydalanadi. NATOning simulyatsiya va modellashtirish sohasidagi tajribalari asosan harbiy operatsiyalarning samaradorligini baholash, strategiyalarni tekshirish va harbiy shaxslarning murakkab vaziyatlardagi qaror qabul qilish qobiliyatlarini o'rganishga qaratilgan. Bu jarayonda jang maydonidagi turli ssenariylar, xavf-xatarlar va dinamik o'zgarishlarni simulyatsiya qilish muhim ahamiyatga ega [8].

NATO ning jang simulyatsiyalari va modellashtirish tajribalari. NATO Modeling and Simulation Group (NMSG) harbiy simulyatsiyalarning rivojlanishi va ularni turli operatsiyalarga

qo'llash bo'yicha ish olib boradi. NMSG simulyatsiya va modellashtirishni NATOning strategik rejalashtirish, ta'lim va ta'lim-trening jarayonlariga integratsiya qilishga qaratilgan. Agregatlashtirilgan simulyatsiyalar NATOning simulyatsiyalari agentlar va shaxslarga asoslangan modellarni, shuningdek, turli vaziyatlarni to'liq o'rganishni o'z ichiga oladi. Bunga turli jang maydonini simulyatsiya qilish, xatarlarni va harbiy manyovrlarni tahlil qilish, va hatto tuzilmalar o'rtasidagi o'zaro ta'sirlarni tahlil qilish kirishi mumkin. Bu simulyatsiyalar, harbiy strateglarning qarorlariga ta'sir qiluvchi turli faktorlarni (masalan, manevrlar, texnikalar, resurslar va psixologiya) modellashtiradi.

Ssenariyga asoslangan simulyatsiyalar NATO simulyatsiyalari jihozlar va askarlar uchun ko'plab turli ssenariylarga asoslangan. Masalan: hujum va mudofaa simulyatsiyalari. Jang maydonidagi turli shaxslar va texnikalarning o'zaro ta'sirini tekshirish. Bunga askarlar o'rtasidagi jangovar harakatlar yoki texnika va qurollar o'rtasidagi ta'sirlar kiradi.

Qudratlarning o'zaro ta'siri NATO harbiy kuchlari o'z manyovrlari va strategiyalari bilan bepul yoki tizimli simulyatsiyalarni amalga oshiradi, bu esa jang maydonidagi dinamik holatlarni tushunishga yordam beradi. Live, Virtual, and Constructive (LVC) Simulation. Live Simulations, bu real voqealarni tajriba qilishga asoslangan simulyatsiyadir, ya'ni askarlar va texnika to'g'ridan-to'g'ri amalda ishtirok etadi. Virtual Simulations. Virtual muhitda, kompyuter grafikasini va animatsiyalarni ishlatish orqali simulyatsiya qilingan jang maydonida ishtirok etish. Constructive Simulations. Agentlar va harbiy operatsiyalarni kompyuter orqali to'liq modellashtirish. Bu simulyatsiyalar, jang jarayonlarini yoki bahslar davomida qurollar, jangchi askarlar, va manyovrlarni murakkab tahlil qilish uchun ishlatiladi.

"Wargames" (Jang o'yinlari). NATO jang simulyatsiyalarini o'yinlar shaklida ham olib boradi. Bu usul, jangni, operatsiyalarni yoki taktikalarni treninglarda aniqlash va baho berish uchun ishlatiladi. Bu turdagi simulyatsiyalar ko'pincha turli shaxslar va manyovralarning reaksiyalarini his qilish uchun turli ssenariylarni va "dushman" harakatlarini ishlab chiqishga qaratilgan.

Dinamik tahlil va strategiyalar. NATOning simulyatsiyalari strategiyalarni turli dinamik holatlar va ssenariylar orasida testlashga yordam beradi. Masalan, NATO askarlari va texnikasini yoki birgalikda yo'nalishdagi kuchlarni jangning turli bosqichlarida aniq ishlatish va ularning samaradorligini baholash uchun simulyatsiya modullaridan foydalanadi.

Sims and Command Systems. Command and Control (C2) NATOning qo'mondonlik va boshqarish tizimlari bilan integratsiyalangan simulyatsiyalar askarlarning taktik qarorlarini va jang maydonidagi manyovrlarni takrorlashga qaratilgan.

Crisis Management Simulations. Mobilizatsiya qilish va favqulodda vaziyatlarda harakatlarni simulyatsiya qilish, shuningdek, kommunikatsiya va axborotni tashkillashtirish.

Mashina o'rganish va sun'iy intellekt. NATOning zamonaviy jang simulyatsiyalari sun'iy intellekt va mashina o'rganishni ham ishlatadi. Bu texnologiyalar jang maydonidagi turli ssenariylarga qarab ko'rsatkichlar (masalan, askarlarning qarorlarini, jangning natijasini yoki xatarlarni aniqlash) aniqlashda qo'llaniladi. Bu harbiy strategiyalarni real vaqtda aniqlash va askarlarning murakkab vaziyatlarda qanday harakat qilishini modellashtirishga yordam beradi.

NATOning jang simulyatsiyalarining afzalliklari: Real treninglar. Jang simulyatsiyalari harbiy shaxs va manevralarga taktik jarayonlarni, operatsiyalarni va janglar jarayonidagi qarorlarni real shartlarda tekshirish imkonini beradi. Resurslarning samarali taqsimoti. Simulyatsiya orqali har bir manyovr va strategiyaning samaradorligini aniqlash, kerakli resurslarni jang jarayonida samarali taqsimlash mumkin. Harbiy komandalarning murakkab qaror qabul qilish qobiliyatini oshirish. Bu turdagi simulyatsiyalar jangchi askarlar va qo'mondonlarga har xil xavf-xatarlar va ssenariylarda qaror qabul qilish qobiliyatlarini mustahkamlashga yordam beradi. Masalan: NATO Exercise "Trident Juncture". Bu NATOning eng katta harbiy ta'lim tadbirlaridan biri bo'lib, turli mamlakat va askarlar orasida hamkorlikni rivojlantirish, jang taktikalari va manyovrlarini amaliyotda ishlatish maqsadida o'tkaziladi. Ushbu tadbirda kompyuter simulyatsiyalari manevrlar, ehtiyotchilik va o'zaro aloqa va strategiyalar birga ishlatiladi [9].

Xulosa. NATOning jangni kompyuter orqali simulyatsiya qilishga oid tajribalari harbiy operatsiyalarni amalga oshirish, strategik rejalashtirish, manevrlarni o'rganish va harbiy shaxslarning psixologiyasini tahlil qilishga yo'naltirilgan. Bu usullar har bir NATOga a'zo davlatlarining harbiy kuchlariga samarali trening berish va turli ssenariylardagi janglardan natija olishga yordam beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

- [1] O'zbekiston Respublikasi Mudofaa doktrinasini. – Toshkent, 2018.
- [2] O'zbekiston Respublikasi Milliy xavfsizlik konsepsiyasi. - Toshkent, 1997.
- [3] O'zbekiston Respublikasi Mudofaa vazirining 2021- yil 31- may sanasidagi 411-son (O'zbekiston Respublikasi Mudofaa vazirligi qo'shinlarida modellashtirish va simulyatsiya faoliyatini yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida) buyrug'i. Toshkent: O'R MV kartografiya markazi, 2021 yil.
- [4] O'zbekiston Respublikasi Mudofaa vazirining 2021 yil 31 may sanasidagi 411-sonli buyrug'iga ilova (O'zbekiston Respublikasi Mudofaa vazirligi qo'shinlarida modellashtirish va simulyatsiya faoliyatini rivojlantirish konsepsiyasi). Toshkent: O'R MV kartografiya markazi, 2021 yil.
- [5] Maxmatqulov O.M., Masharipov A.S. "JCATS" dasturiy ta'minotini modellashtirish va simulyatsiyada qo'llash – darslik. Chirchiq: CHOTQMBY nashriyoti, 2024.
- [6] <http://comouting.llnl.gov>.
- [7] <http://softwaresuggest.com>.
- [8] <http://sourceforge.com>.
- [9] <http://bohemia.net>.

MEDIA MAYDONIDA HARBIY AXBOROTLARNI SUN'IIY INTELLEKT ASOSIDA HIMOYALASH**t.f.d. (DSc), professor B.Z. TO'RAYEV,***O'R HX va MU Axborot kommunikatsiya texnologiyalari va harbiy aloqa instituti***M. RAYIMOV***O'R MV Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar departamenti*

Annotatsiya. Maqolada media makoni va kiberxavfsizlikning o'zaro bog'liqligi harbiy axborot nuqtayi nazaridan tahlil qilinadi. OAV va ijtimoiy tarmoqlardagi ochiq harbiy kontent OSINT uchun qiymatli bo'lishi, fishing, ijtimoiy injiniring, deepfake va bot tarmoqlar kabi tahdidlar kuchayayotgani ko'rsatiladi. Harbiy axborot sizib chiqish manbalari hamda ko'p manbali yig'ish, ko'p tilli NLP va OPSEC risk bahosiga tayangan AI-monitoring konsepsiyasi taklif etiladi. Tizim erta aniqlash, tezkor raddiya, OPSEC madaniyatini oshirish va kiberjinoyatlarga qarshi profilaktikada amaliy ahamiyatga ega ekani asoslanadi.

Kalit so'zlar: media makon, kiberxavfsizlik, harbiy axborot, OSINT, sun'iy intellekt, deepfake, fishing, OPSEC, ijtimoiy tarmoqlar.

Аннотация. Статья анализирует взаимосвязь медианпространства и кибербезопасности с акцентом на военную информацию. Показано, что открытый контент может использоваться как OSINT, а угрозы фишинга, социальной инженерии, deepfake и бот-сетей усиливаются. Предлагается концепция AI-мониторинга на основе многоканального сбора данных, многоязычной NLP-обработки, выявления военной тематики и оценки рисков OPSEC, позволяющая раннее обнаружение опасного контента и оперативную реакцию.

Ключевые слова: медианпространство, кибербезопасность, военная информация, OSINT, искусственный интеллект, deepfake, фишинг, OPSEC, социальные сети.

Abstract. The article examines the linkage between the media space and cybersecurity with a focus on military information. It shows how openly published content may be exploited as OSINT and highlights growing threats such as phishing, social engineering, deepfakes and bot networks. The paper proposes an AI-based monitoring concept combining multi-source data collection, multilingual NLP, military topic detection and OPSEC-oriented risk scoring to support early warning, rapid debunking and stronger information security culture.

Keywords: media space, cybersecurity, military information, OSINT, artificial intelligence, deepfake, phishing, OPSEC, social media.

So'nggi yillarda "media makon" tushunchasi oddiy axborot tarqatish maydonidan chiqib, xavfsizlikning muhim yo'nalishiga aylandi. Televideniye, yangilik saytlari, Telegram kanallari, Instagram, YouTube va boshqa platformalarda harbiy hayot, islohotlar, mashg'ulotlar, texnika va harbiy xizmatchilar haqidagi ma'lumotlar kun-u tun tarqalmoqda. Bu axborotning bir qismi ochiq PR va targ'ibot vazifasini bajarsa, yana bir qismi bilmagan holda yoki ataylab kiberjinoyatchilar va dushman razvedkasi uchun qimmatli "ochiq manbali razvedka" (OSINT) materialiga aylanib qolishi mumkin[5].

Jahon tajribasi ham shundan dalolat beradiki, kiberhujumlarning katta qismi foydalanuvchilarning xatti-harakati, ijtimoiy tarmoqlardagi feyk sahifalar va manipulyativ kontent orqali amalga oshiriladi. Xalqaro hisobotlar ma'lumotlariga ko'ra, dunyo bo'yicha har kuni minglab kiberhujumlar qayd etiladi, o'rtacha har o'nlab soniyada esa bir hujum amalga oshiriladi. Fishing, ijtimoiy injiniring, diypfeyk media, bot tarmoqlar kabi usullar endi faqat texnik muammo emas, balki axborot-psixologik xavfsizlikning muhim yo'nalishiga aylangan[3].

O'zbekistonda raqamli transformatsiya tezlashgani sari kiberjinoyatlar soni va axborot tahdidlari ko'lami ham ortib bormoqda. Rasmiy ma'lumotlar so'nggi yillarda kiberjinoyatlar bir

necha baravar ko'payganini, davlat va xususiy veb-resurslarga millionlab hujumlar uyushtirilayotganini ko'rsatadi. Shunday sharoitda harbiy sohadagi ochiq ma'lumotlarni qanday boshqarish, nazorat qilish va himoyalash masalasi alohida ahamiyat kasb etmoqda.

Ushbu maqola aynan shu yo'nalishga qaratilgan: media makonida harbiy ma'lumotlar bilan bog'liq kiberxavfsizlik xatarlarini tahlil qilish, sun'iy intellektga asoslangan avtomatik aniqlash va monitoring usullarini taklif etish hamda O'zbekiston sharoitida bunday tizimning ahamiyatini ko'rsatish maqsad qilib olinadi.

Kiberxavfsizlik bo'yicha xalqaro hisobotlar umumiy manzarani yaqqol ko'rsatadi: hujumlar soni ortib bormoqda, ularning murakkabligi chuqurlashmoqda va keltirayotgan zarar miqyosi milliardlab dollarlar bilan baholanmoqda. Har yili o'n minglab yangi zaifliklar ro'yxatga olinishi, tahliliy markazlar statistikalarida esa o'sish ikki xonali foizlarda bo'layotgani qayd etiladi. Shu bilan birga, zaifliklarni bartaraf etish sur'ati ko'p hollarda ularni ekspluatatsiya qilish tezligiga yetib bormagani ta'kidlanadi.

Ijtimoiy tarmoqlar bu jarayonda eng faol maydonlardan biriga aylangan. Dunyo bo'yicha foydalanuvchilar soni milliardlab odamlarni tashkil qilayotgani fonida fishing xabarlarini, soxta "xavfsizlik ogohlantirishlari" va "akkauntni tasdiqlash" niqobi ostidagi hujumlar sezilarli darajada ko'paydi. Ayrim yillarda fishing hujumlari o'tgan yilga nisbatan qariyb yarim baravar oshgani haqida ma'lumotlar keltiriladi. Bunday xabarlarining asosiy maqsadi – foydalanuvchini psixologik bosim ostida qoldirish, shoshiltirish yoki chalg'itish orqali ma'lumot va resurslarga yo'l ochishdir.

Yana bir xavfli yo'nalish – generativ sun'iy intellekt asosidagi deepfake media. Ilgari soxta video yoki audio yaratish uchun professional grafik mutaxassislar, maxsus dasturlar va katta vaqt talab etilgan bo'lsa, hozir tayyor onlayn servislar orqali bir necha daqiqada ishonarli kontent tayyorlash mumkin. Ayrim tadqiqotlarda so'nggi yillarda diypfeyk materiallar miqdori bir necha o'n foizga o'sgani, siyosiy va harbiy mavzudagi soxta bayonotlar soni ham ko'payib borayotgani qayd etiladi. Bu jarayonlar shundan dalolat beradiki, media makoni va kiberxavfsizlik endi ikki alohida yo'nalish emas, ular o'zaro bog'liq, bir-birini to'ldiruvchi yagona tizimga aylandi. Harbiy soha esa bu bog'liqlikning ta'sirini eng tez va yaqqol his qiluvchi tarmoqlardan biri hisoblanadi.

O'zbekiston sharoitida kiberxavfsizlik va harbiy axborot makoni. O'zbekistonda raqamli infratuzilma, elektron hukumat tizimi, internet tarmoqlari va onlayn xizmatlar kengayib borayotgani bilan birga, kiberjinoyatlar soni ham ortmoqda. Rasmiy ma'lumotlarga ko'ra, har yili bank kartalari bilan bog'liq firibgarliklar, onlayn kreditlar sxemalari, fishing saytlari, soxta Telegram botlar, ijtimoiy tarmoqlardagi chalg'ituvchi reklama va boshqa turdagi kiberhujumlar sezilarli darajada ko'paymoqda. Davlat veb-resurslari, portallar va xizmatlar doimiy ravishda turli hujumlar obyektiga aylanadi. DDoS, bruteforce, zaif modul va pluginlar orqali tizimga kirishga urinishlar, eski platformalar va noto'g'ri konfiguratsiyalardan foydalanish kabi harakatlar bu hujumlar qatoriga kiradi. Rasmiy statistikalariga ko'ra, bir yil ichida millionlab so'rovlar va hujum urinishlari qayd etiladi.

Harbiy sohadagi axborot ham shu hujumlar qatorida ahamiyatli hisoblanadi. Bu axborot harbiy qismlar va poligonlarning taxminiy joylashuvi, mashg'ulotlar va marshrutlar haqidagi ma'lumotlar, texnika turlari, soni va modernizatsiya darajasi, shuningdek, harbiy xizmatchilar va kursantlar tomonidan ijtimoiy tarmoqlarda e'lon qilinayotgan foto, video va izohlarni o'z ichiga oladi. Shuningdek, harbiy islohotlar, moddiy ta'minot va ijtimoiy kafolatlar haqidagi muhokamalar, tanqidiy yoki manipulyativ kontent ham muhim ahamiyatga ega. Bu axborotlar "maxfiy" sanalmasligi mumkin, lekin ular to'planib tahlil qilinsa, harbiy tizim, uning imkoniyatlari va zaif jihatlari haqida to'liq tasavvur hosil qilish mumkin. Razvedka va OSINT adabiyotlarida ham shu jihat alohida qayd etiladi: ko'p hollarda asosiy tasvir "chala ochiq" manbalar orqali ham tuzilishi mumkin[6]. O'zbekistonda ham harbiy axborotga oid media kontentni tizimli va izchil ravishda kuzatib borish, xavfli segmentlarni vaqtli aniqlab, baholash zarur. Buning uchun qo'lda yig'ish va "qo'l mehnati" yetarli emas, chunki axborot oqimi juda katta. Shu jihatdan sun'iy intellektga asoslangan avtomatlashtirilgan monitoring eng samarali vositaga aylanadi.

Harbiy ma'lumotlarning media makonida sizib chiqishi ko'p omillarga bog'liq bo'lib, asosiy xavf zonalari bir nechta yo'nalishda namoyon bo'ladi. Avvalo, rasmiy OAV va rasmiy sahifalar orqali tarqatiladigan axborotni ko'rib chiqish kerak. Axborot xizmatlari, rasmiy veb-saytlar, matbuot anjumanlari, teleko'rsatuvlar va ijtimoiy tarmoqlardagi tasdiqlangan sahifalar orqali berilgan ma'lumotlar maqsadli auditoriyaga yo'naltirilgan bo'ladi. Bu tabiiy jarayon, ammo shu yerda ham kadr tanlovi, rakurs, sarlavha va matn orqali ortiqcha tafsilot chiqib ketmasligi muhim.

Ikkinchi xavf manbai – fuqarolar, bloggerlar va tasodifiy kuzatuvchilar yaratib tarqatayotgan kontent. Harbiy mashg'ulotlar o'tkaziladigan hudud yaqinidagi aholi, tasodifiy videobloggerlar, dron orqali suratga oluvchilar yoki sensatsiya izlaydigan kontent tayyorlovchilar ba'zan bilib-bilmay harbiy obyektlar, texnika va harakatlar haqidagi ma'lumotlarni efirga chiqarib yuboradi.

Eng nozik va xavfli yo'nalish – harbiy xizmatchilar va ularning yaqinlariga tegishli shaxsiy sahifalardagi ma'lumotlar. Mashg'ulotlar, safarlar, poligonlar yoki kundalik xizmat hayotida olingan suratlar, joylashuv belgisi bilan qo'yilgan postlar, storiylar yoki videolar razvedka uchun katta qimmatga ega bo'lishi mumkin. Ayniqsa geoteglar, vaqt belgisi, fondagi obyektlar, yozuvlar va bannerlar kabi texnik tafsilotlar orqali bunday tasvirlardan juda ko'p ma'lumot "o'qib olish" mumkin.

Harbiy nuqtayi nazardan joylashuv va vaqtga oid aniq tafsilotlar, texnika turlari va soni, shuningdek ruhiy-psixologik holatni izdan chiqarishga qaratilgan manipulyativ yoki bo'rttirilgan xabarlar, ayniqsa xavfli hisoblanadi. Media makonida har soniya yuzlab postlar, videolar va izohlar paydo bo'layotgan bir paytda bunday ma'lumotlarni qo'l bilan kuzatib borish deyarli imkonsiz. Shu bois xavfli kontentni ajratib olish, saralash va baholash uchun sun'iy intellektga asoslangan avtomatlashtirilgan tizimlardan foydalanish talab etiladi. Sun'iy intellektning tahdid va imkoniyatlari. Sun'iy intellekt bugungi kunda kiberxavfsizlik uchun ham xavf, ham yechim bo'lib turibdi. Bir tomondan generativ AI vositalari orqali til jihatidan juda tabiiy, ishonarli fishing xabarlarini yozish osonlashdi. Deepfake video va audio yaratish texnologiyalari esa harbiy rahbarlar yoki siyosatchilar nomidan soxta bayonotlar tarqatish imkonini beryapti. Bot tarmoqlarini avtomat tarzda boshqarish va ularni inson xatti-harakatlariga o'xshatish ham ancha oson bo'lib qoldi[1]. Biroq boshqa tomondan, aynan sun'iy intellekt xavfsizlikni ta'minlash uchun katta imkoniyatlar ochmoqda. Katta hajmdagi loglar, tarmoq trafigi, postlar va izohlarni tezda saralab, shubhali xatti-harakatlarni aniqlash mumkin. Foydalanuvchi faoliyatidagi odatdan tashqari elementlarni topish, deepfake yoki manipulyativ mediani tanishga ixtisoslashgan modellardan foydalanish, ijtimoiy tarmoqlardagi koordinatsiyalashgan kompaniyalar va bot tarmoqlarni grafik tahlil orqali fosh etish – bularning barchasi AI imkoniyatlaridir. Shu jihatdan sun'iy intellekt yaxshi o'qitilgan, hushyor navbatchi va tezkor tahlilchi kabi ishlaydi. Ammo, qaror qabul qilishda inson omilining ahamiyati baribir saqlanib qoladi.

Ma'lumot yig'ish (Data collection). Yuqoridagi tahlildan kelib chiqib, harbiy axborotlarni onlayn muayyanlashtirish va monitoring qilish uchun tahliliy AI-konsepsiyani taklif qilish mumkin. Bu tizimning birinchi qatlami – ma'lumot yig'ish bosqichi. U asosan "hamma narsani eshitib, ko'rish" vazifasini bajaradi va quyidagi manbalarni qamrab oladi:

- O'zbekiston va xorijdagi harbiy, siyosiy, xavfsizlik va umumiy yangilik portallari;
- telegram kanallari va ijtimoiy tarmoqlardagi ochiq sahifalar (postlar va izohlar);
- rasmiy saytlar, press-revizlar, tenderlar, e'lonlar va rasmiy bayonotlar.

Texnik jihatdan bu qatlam Pythonda yozilgan scraperlar, RSS o'quvchilar, API orqali ma'lumot oluvchi skriptlar kabi vositalarga tayanadi. Har bir materialga sana, manba, havola, til, muallif va platforma turi kabi meta ma'lumotlar biriktirilib, keyingi tahlil uchun tayyorlanadi (1-rasm).

Til bo'yicha qayta ishlash va normallashtirish. O'zbekiston media makonida kamida uch til – o'zbek, rus va ingliz – faol qo'llaniladi. Shuning uchun dastlab matnning tili aniqlanadi, keyin esa har bir til uchun alohida tozalash va normallashtirish amaliyotlari bajariladi. Bu jarayonda HTML teglari, reklama qoldiqlari, emoji va ortiqcha belgilar olib tashlanadi, tilga xos stop-so'zlar ro'yxati

tuziladi, matn lemmatizatsiya yoki stemmingdan o'tkaziladi. Shu bilan birga, harbiy atamalar, qisqartmalar, harbiy qismlar va texnika turlari bo'yicha maxsus lug'at shakllantiriladi. Shu tarzda keyingi bosqichga tartibga keltirilgan, ishlov berishga tayyor matnlar yuboriladi.



1-rasm. Media makoni va harbiy axborot xavfsizligi

Harbiy tematikani aniqlash (topic/domain detection). Umumiy axborot oqimidan aynan harbiy yo'nalishdagi materiallarni saralab olish uchun bir nechta bosqichli yondashuv qo'llanadi. Avvalo TF-IDF kabi klassik usullar orqali matn vektorlashtiriladi va logistik regressiya yoki SVM asosida dastlabki klassifikator o'qitiladi. Keyinchalik ko'p tilli transformer modellari – mBERT yoki XLM-R – o'zbek va rus tilidagi harbiy matnlar asosida qayta o'qitiladi[7,8]. Natijada tizim materiallarni "harbiy", "harbiy-siyosiy", "umumiy siyosiy", "texnik-axboriy" kabi turli kategoriyalarga ajratadi va keyingi tahlil aynan harbiy segmentga yo'naltiriladi.

Kiberxavfsizlik va OPSEC risklarini baholash. Harbiy kontent ichida kiberxavfsizlik va OPSEC nuqtayi nazaridan xavfli bo'lishi mumkin bo'lgan ma'lumotlarni aniqlash uchun maxsus modellar to'plami ishlatiladi. Ular nomlangan obyektlarni – joylar, poligonlar, harbiy qismlar, texnika turlari va shaxslar familiyalarini – avtomat ravishda belgilaydi. Shuningdek, vaqt va sanaga oid ma'lumotlar, harakat yoki tadbirlar boshlanishini bildiradigan iboralar ham tahlil qilinadi. Kontentdagi texnika soni, joylashuvi, modernizatsiyasi haqidagi tafsilotlar, shuningdek "harbiy ishga kiritamiz" yoki "armiya nomidan pul yig'ilmoqda" kabi fishing belgilari ham alohida qayd etiladi. Dushman narrativlarini qo'llovchi manipulyativ matnlar ham xavf sifatida belgilanadi.

Monitoring va vizual tahlil. Tizimning bu qismi inson qaror qabul qilishiga mos analitik interfeysni shakllantiradi. Interaktiv veb-platforma vaqt bo'yicha harbiy kontent dinamikasini, risk darajalari o'zgarishini, qaysi manbalarda xavfli materiallar ko'proq uchrayotganini ko'rsatib beradi. Eng yuqori riskka ega xabarlar alohida ro'yxatda jamlanadi, ularning kalit so'zlari va o'zaro bog'liq obyektlari ko'rsatiladi. Agar texnik imkoniyat bo'lsa, tahdidlarning geografik tarqalishi xarita ko'rinishida beriladi. Har bir foydalanuvchi davr, til, manba turi, risk kategoriyasi va mavzu bo'yicha filtrlash imkoniyatiga ega bo'ladi. Shu tariqa sun'iy intellekt tomonidan shakllantirilgan ma'lumotlar faqat texnik natija sifatida emas, balki amaliy tahlil va qaror qabul qilish jarayonida ishlatiladigan qulay instrumentga aylanadi. Taklif etilayotgan yondashuv O'zbekiston sharoitida harbiy imij va axborot xavfsizligini himoya qilishda katta amaliy ahamiyat kasb etadi. Feyk yangiliklar, deepfake audio-videolar va manipulyativ narrativlarni erda bosqichda aniqlash imkoni paydo bo'ladi va bu munosabatda o'z vaqtida raddiya berish, tushuntirish ishlarini olib borish va jamoatchilikka aniq pozitsiyani yetkazish samaradorligini oshiradi.

O'R HX VA MV AKT VA HARBIY ALOQA INSTITUTI

OPSEC madaniyatini oshirish. OPSEC madaniyatini oshirishda sun'iy intellekt orqali to'plangan tahlil ma'lumotlari muhim ahamiyat kasb etadi. Harbiy xizmatchilar va kursantlarning ijtimoiy tarmoqlardagi faolligi doimiy monitoringdan o'tkazilsa, qaysi turdagi postlar, qaysi rakursdagi suratlar yoki qaysi so'z birikmalari xavfli hisoblanishi mumkinligi aniq raqamlar bilan ko'rsatib beriladi. Bunday materiallar asosida nishonli o'quv mashg'ulotlari, ichki yo'riqnomalar va amaliy tavsiyalar ishlab chiqish mumkin bo'ladi. Bu esa o'quv jarayoni samaradorligini oshirib, harbiy xizmatchilarning raqamli makonda o'zini tutish madaniyatini mustahkamlaydi[2].

Kiberjinoyatlarga qarshi kurashga ko'mak. Sun'iy intellekt harbiy nomidan foydalanib odamlarni aldashga qaratilgan soxta sahifalarni, "kontraktga kiritib qo'yamiz", "veteranlarga yordam" degan niqob ostidagi firibgarlik sxemalarini erta bosqichda aniqlash imkonini beradi. Ijtimoiy tarmoqlar va xabar almashish platformalarida shunday scam-kontentni topish va tegishli organlarga o'z vaqtida yetkazish kiberjinoyatlarga qarshi kurashishda muhim omil bo'lib xizmat qiladi. Bu orqali harbiy nomdan foydalanib jamiyat ishonchini suiiste'mol qilish holatlari kamayadi.

Milliy kiberxavfsizlik siyosatini rejalashtirishda analitik baza. Sun'iy intellektga asoslangan tahlil media makonidagi real statistik manzarani to'liq aks ettiradi. Qaysi yo'nalishda tahdidlar ko'proq uchrayotgani, qaysi platformalarda xavf yuqoriligi, qaysi til segmentlari faol ekani kabi ko'rsatkichlar milliy kiberxavfsizlik siyosatini rejalashtirishda asosiy ma'lumot manbasiga aylanadi. Shu orqali ustuvor yo'nalishlarni belgilash, resurslarni oqilona taqsimlash, kadrlar tayyorlash tizimini aniq ehtiyojlarga moslashtirish osonlashadi[4].

Ilmiy-tadqiqot va kadrlar tayyorlash. Bunday AI-tizimni yaratishning o'zi axborot xavfsizligi, data tahlil, sun'iy intellekt, OSINT va harbiy jurnalistika kesishmasida yangi ilmiy maktab shakllantirishga xizmat qiladi. Loyiha doirasida PHD darajasidagi ilmiy ishlar, amaliy tadqiqotlar va xalqaro hamkorlik uchun keng imkoniyatlar paydo bo'ladi. Bu sohada mahalliy mutaxassislarni tayyorlash, universitetlar va ilmiy markazlar o'rtasida qo'shma dasturlar ishlab chiqish ham ehtimoldan yiroq emas.

Xulosa qilib aytganda, bugungi kunda media makon harbiy sohadan ajralmagan, balki harbiy xavfsizlikning ajralmas qismiga aylandi. Kiberhujumlar, fishing, deepfake va manipulyativ kampaniyalar ko'payishi, hamda ochiq harbiy ma'lumotlarning OSINT nuqtayi nazaridan qimmatligi sun'iy intellekt asosida avtomatik monitoring va tahlilni zarur qilmoqda. Ko'p manbali ma'lumotni to'playdigan, ko'p tilli NLP va riskka yo'naltirilgan tahlilni qo'llaydigan AI-tizim Qurolli Kuchlar va davlat idoralari uchun kuchli intellektual platforma vazifasini bajaradi. Sun'iy intellekt insonni to'liq almashtirmaydi, ammo tizimlashtirilgan va tezkor analitik ma'lumotlar orqali qarorlarni aniq va samarali qabul qilishni ta'minlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

[1] ENISA Threat Landscape 2025. Athens: European Union Agency for Cybersecurity, 2025.

[2] Verizon. 2024 Data Breach Investigations Report (DBIR). Verizon Business, 2024.

[3] Europol. Facing Reality? Law Enforcement and the Challenge of Deepfakes. Europol Innovation Lab Observatory Report. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2022 (2024 yangilangan nashr).

[4] Sayler K.M., Harris L.A. Deep Fakes and National Security. Congressional Research Service, In Focus IF11333, 2022.

[5] NATO Open Source Intelligence (OSINT) Handbook, v1.2. Brussels: NATO, 2001.

[6] SpecialEurasia OSINT Team. Rising Cybercrime Alarms Uzbekistan's National Security. SpecialEurasia, 2025.

[7] Norbaev K. AI-Powered Phishing Detection in Uzbekistan: Implementation Strategies and Challenges. American Journal of Education and Learning, 3(9), 2025, 621–628.

[8] Djumayev A. Digital Security Issues and Ways to Provide It. International Journal of Artificial Intelligence, 5(06), 2025, 429–432.

ELEKTRON RAQAMLI PLATFORMALARNI ISHLAB CHIQISHDA MA'LUMOTLARNING INTELLEKTUAL TAHLILINI OLIB BORISH VA INTERVAL USULLARDAN FOYDALANISH

t.f.f.d.(PhD), dotsent A.A. RAXIMOV,

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

Annotatsiya. Ushbu maqolada elektron raqamli platformalarni ishlab chiqishda zarur ma'lumotlarning intellektual tahlilini olib borish bo'yicha hamda tahlil davomida interval, deterministik usullardan foydalanish usullari, zamonaviy dasturiy ta'minotlarda mavjud bo'lgan intellektual tahlil va intellektual algoritmlar modellari keltirilgan. Bu modellarda ma'lumotlarning intellektual tahlilini usullari ko'rsatib o'tilgan. Shuningdek, kiruvchi axborotlar va chiquvchi axborotlar tahlilida deterministik usullarning afzalliklari hamda kamchiliklari yoritib berilgan.

Kalit so'zlar: raqamli platforma, intellektual tizim, intellektual tahlil, sun'iy intellekt, interval usul, deterministik usul, detsil, protsentil, statistic usullar, giperbolik tangens, deterministik mezonlar, indekslar, alomatlar.

Аннотация. В данной статье представлены методы применения интервальных и детерминированных методов при разработке электронных цифровых платформ для проведения интеллектуального анализа необходимой информации, а также модели интеллектуального анализа и интеллектуальные алгоритмы, доступные в современном программном обеспечении. В этих моделях показаны методы интеллектуального анализа информации. Также выделены преимущества и недостатки детерминированных методов при анализе входящей и исходящей информации.

Ключевые слова: цифровая платформа, интеллектуальная система, интеллектуальный анализ, искусственный интеллект, интервальный метод, детерминированный метод, децил, процентиль, статистические методы, гиперболический тангенс, детерминированные критерии, индексы, признаки.

Abstract. This article presents the methods of using interval and deterministic methods in the development of electronic digital platforms for conducting intellectual analysis of the necessary information, as well as models of intellectual analysis and intellectual algorithms available in modern software. These models show the methods of intellectual analysis of information. Also, the advantages and disadvantages of deterministic methods in the analysis of incoming and outgoing information are highlighted.

Keywords: digital platform, intellectual system, intellectual analysis, artificial intelligence, interval method, deterministic method, decile, percentile, statistical methods, hyperbolic tangent, deterministic criteria, indices, signs.

Zamonaviy raqamli texnologiyalarining jadallik bilan rivojlanib borishi, intellektual axborot tizimlari va raqamli platformalardan samarali foydalanishni taqozo etmoqda. Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari vositalarining dasturiy ta'minoti hamda axborot tizimlari intellektual funksiyalari yordamida samaradorlik ko'rsatkichlariga erishmoqda. Intellektual funksiyalarda kiruvchi va chiquvchi ma'lumotlarni tahlil qilish hamda tahlil davomida turli deterministik interval usullardan foydalanish ham mumkin. Aksariyat holatlarda yaxshi shartlanmagan predmet sohalarga tegishli berilganlar bazalaridan yangi bilimlarni (yashirin qonuniyatlarni) olishga yo'naltirilgan modellarni yaratishda sonli alomatlar qabul qilishi mumkin bo'lgan qiymatlarini intervallarga bo'lish texnologiyasidan keng foydalaniladi. Bo'lishda statistik va deterministik usullar qo'llaniladi.

Statistik usullar. Statistik usullar odatda berilganlarni dastlabki tahlil qilishda ishlatiladi. Sonli shkalalardagi o'lchashlar natijalari (berilganlar) intervallarga ajratish nuqtayi nazaridan quyidagilarga ajraladi:

tanlanma obyektlarining sinflarga ajratilishi aniqlanmagan;
tanlanma obyektlari aniq sinflarga ajratilgan.

Birinchi hol bo'yicha an'anaviy usullar sirasiga gistogrammalar, detsil va protsentil taqsimotlardan foydalanish kabi usullar kiradi.

Bunda qaralayotgan alomatlarining qiymatlari to'plami $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ uzunligi

$$h = \frac{\max_{x_i \in X} x_i - \min_{x_i \in X} x_i}{k} \quad (1)$$

bo'lgan k ta intervalga ajratiladi. Detsil va protsentil taqsimotlar uchun intervallar soni mos ravishda $k=10$ va $k=100$ kabi aniqlanadi.

Sinflarga ajratish V.N.Vapnik[1] tomonidan ishlab chiqilgan, qo'llanilishi taqsimot qonuniyati va intervallar soniga asoslangan usul bilan amalga oshirish mumkin. Mazkur usul evristik usul bo'lib, intervallarga ajratishda obyektning u yoki bu entropiya sinfiga tegishliligi hisobga olinadi, ayrim holatlarda obyektlarni sinflarga bo'linmasligiga ham yo'l qo'yilishi mumkin.

Ajratish mezoniga asoslangan va CART algoritmi asosida amalga oshirilgan usul "Gini indeksi" deb ataladi. Mazkur indeks yordamida sinflar orasidagi masofalar asosida alomat (atribut) tanlanadi. Agar n ta sinflarga tegishli misollarni o'z ichiga oluvchi T to'plam berilgan bo'lsa, Gini indeksi, ya'ni $gini(T)$, quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$Gini(T) = 1 - \sum_{j=1}^n p_j^2 \quad (2)$$

bunda p_j – j - sinf ehtimoli.

Statistik usullarning afzalligi: qarorlar daraxtlari bilimlarni ajratishda intervallar chegaralaridan foydalanishga asoslangan eng ko'p qo'llaniladigan algoritmlardan hisoblanadi. Bilimlar elementar konyuksiyalardan tashkil topgan mantiqiy ifodalar ko'rinishida bo'ladi. Mazkur usullardan boshqa berilganlar bo'lmagan hollarda berilganlarni dastlabki tahlil qilishda foydalanish maqsadga muvofiq. Statistik usullarning kamchiliklari: agar xulosalar qoidalari o'zaro bog'liq bo'lmagan alomatlarga asoslangan bo'lsa, qarorlar daraxti asosida nisbatan maqbul yechimlar olish mumkin. Aksincha, berilganlar bazalaridan yaxlit bilim emas, balki uning ayrim bo'laklarini olish mumkin [3]. Bunda olingan natijalar berilganlarning yuzakiligini, hamda ularning ishonchligi odatda past darajaligi qayd etiladi.

Intervallarga ajratishning deterministik usullari. Deterministik mezonlar asosida sonli alomatlarining (berilgan, latent) o'zaro kesishmaydigan intervallarga ajratishning ikki usuli ma'lum [4,5]. Mazkur usullar algoritmlari o'lchov masshtablariga invariant va quyidagi hollar uchun ishlatiladi:

intuitiv qaror qabul qilish jarayonini modellashtirishda berilganlar bazasidan latent (oshkor tarzda o'lchash mumkin bo'lmagan) alomatlarini qidirishda;

sonli alomatlardan nominal alomatlarini shakllantirishdagi yo'qotiladigan axborotning minimal bo'lishini ta'minlashda;

turli toifadagi alomatlardan informativ to'plamlarni tanlashda.

Mezonlar talqini. Ikki o'zaro kesishmaydigan K_1, K_2 sinflarga ajratilgan obyektlarning mumkin bo'lgan to'plami $E_0 = \{S_1, S_2, \dots, S_m\}$ berilgan bo'lsin. Har bir obyekt n ta turli toifadagi alomatlar $X(n) = (x_1, \dots, x_n)$ asosida tavsiflanadi, $\delta (\delta > 0)$ tasi interval shkalada, qolgan, $n - \delta$ tasi nominal shkalalarda o'lchanadi. $X(n)$ dan olingan alomatlar $Y(\mu) = (y_1, \dots, y_\mu)$ sonli alomatlarga akslantiruvchi operator mavjud bo'lsin va uning elementlari ichida $X(n)$ dan olingan δ sondagi latent alomatlar bor bo'lsin. Latent (sonli) alomatlarga misol tariqasida $x_i x_j, x_i x_j^{-1}$ kombinatsiyalar, hamda sonli va nominal alomatlardan olingan umumlashgan ko'rsatkichlarni ko'rsatib o'tish mumkin [5].

E_0 tanlanmadagi $Y(\mu)$ to'plam ostidan olingan alomatlar qiymatlarini kesishmaydigan intervallarga ajratishning ikki mezonini aniqlangan bo'lsin. Birinchi mezon sinflar soniga teng intervallar soniga amal qilishga asoslangan. Biz qaralayotgan holda bu son ikkiga teng.

Har bir $y_j \in Y(\mu)$ alomatning mezonga mos optimal ajratish quyidagicha amalga oshiriladi. Alomatning tartiblangan qiymatlar to'plami ikkita $[c_0, c_1]$ (c_1, c_2) intervalga ajratiladi, bu yerda

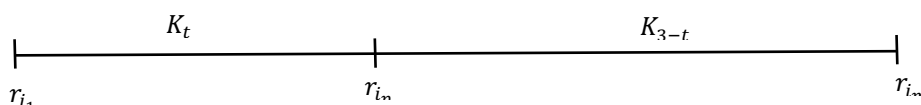
$c_0 = \min_{S_v \in E_0} \gamma_{vj}$ va $c_2 = \max_{S_v \in E_0} \gamma_{vj, (S_v = (\gamma_{v1}, \dots, \gamma_{v\mu}))}$ Intervalning c_2 chegarasining qiymatlarini hisoblash quyidagi gipoteza, ya'ni har bir interval obyektlar alomatlari qiymatlarining K_t yoki K_{3-t} ($t=1,2$) sinfdan olinganiga asoslanadi.

Faraz qilaylik, $u_1^1, u_1^2(u_2^1, u_2^2) - y_j \in Y(\mu)$ alomatning K_1, K_2 sinflarga $[C_0, C_1]$ (C_1, C_2) intervallarga tegishli qiymatlari soni bo'lsin. $A=(a_0, a_1, a_2)$, $a_0=1$, $a_2=m$, a_1-E_0 tanlanmadan olingan $y_j \in Y(\mu)$ alomat qiymatlarining o'sib borish tartibida tartiblangan va interval chegarasini $c_1 = r_{a_1}$, $m_t = |K_t \cap E_0|$, $t = 1,2$. Aniqlovchi ketma-ketlik bo'lsin. Quyidagi

$$\left(\frac{\sum_{p=1}^2 u_1^p (m - m_t - u_2^p) + u_2^p (m_t - u_1^p)}{2m_1 m_2} \right) \rightarrow \min_{\{A\}} m \quad (3)$$

mezonni intervalning c_1 chegarasining optimal qiymatini hisoblash va uning (mezonning) qiymatidan E_0 to'plam obyektlarini sinflarga ajratishda sonli alomatning kompaktilik ko'rsatkichi sifatida foydalanish mumkin. Agar ikkita obyektning har birining chegaralarida faqat K_t yoki K_{3-t} olingan obyektlar alomatlari qiymatlari $y_j \in Y(\mu)$ joylashgan bo'lsa, u holda mezon qiymati birga teng bo'ladi (1-rasm).

Agar $r_{j_1} = r_{j_2}, \dots, r_{j_{m-1}} = r_{j_m}$ bo'lsa, mezon qiymati 0 ga teng bo'ladi. Boshqa barcha hollarda (1) mezon qiymatlari (0,1) intervalga tegishli qiymatlarni qabul qiladi, (1) mezon sinflar soni $l > 2$ bo'lgan hollarda ham ishlatilishi mumkin.



1-rasm. Miqdoriy alomatni kompaktilik kriteriyasi bo'yicha intervallarga bo'lish

Hisoblashni soddalashtirish uchun berilganlarga dastlabki ishlov berish tavsiya qilinadi. Berilganlarni dastlabki ishlov berish deganda tartiblangan $r_{j_1}, \dots, r_{j_m}$ ketma-ketlik asosida quyidagi butun sonli matritsani shakllantirish tushuniladi:

$$D = \begin{pmatrix} d_{10}, d_{11}, \dots, d_{1m} \\ \vdots \\ d_{l0}, d_{l1}, \dots, d_{lm} \end{pmatrix} \quad (4)$$

Bu yerda $d_{pi}, p = 1, \dots, l, i = 1, \dots, m$ ustun elementi alomat qiymati r_{ij} bo'lgan $S \in E_0$ obyektga tegishli.

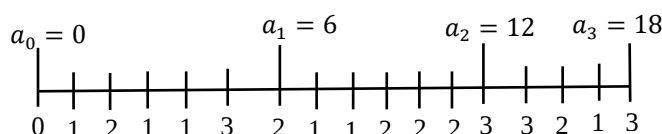
D matritsa elementlari quyidagicha hisoblanadi:

$$d_{pi} = \begin{cases} 0, & i = 0, \\ d_{p,i-1} + g(p, i), & i > 0, \end{cases} \quad (5)$$

Bu yerda,

$$g(p, i) = \begin{cases} 1, S \in K_p, \\ 0, S \notin K_p \end{cases} \quad (6)$$

Tanlanmaning $K_p, p = 1, \dots, l, i = 1, \dots, l$ sinfnig $[c_1, c_2]$ intervaldagi o'ng va chap



2-rasm. Algoritmning vizual namoyishi

Intervallarga ajratish variantlari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval.

Intervallarga ajratish variantlari			
No	a_1	a_2	mezon qiymatlari
1	1	2	0.1944
2	2	8	0.3452 (optimal)
3	6	12	0.2146

Optimal ajratishda $a_1 = 2$ va $a_2 = 8$ bir sinfga tegishli obyektlarning barcha alomatlari qiymatlarini o'z ichiga oluvchi birorta intervalning yo'qligi ko'rinib turibdi. Yuqorida keltirilgan (1) mezon asosida optimal ajratish intervallarining nomerlarini sonli belgi qiymatining nominal alomat qiymatlariga o'tkazish gradatsiyalari sifatida qarash mumkin. Bunday shakl almashtirish turli toifadagi maksimal tarzda o'zaro bog'liq bo'lmagan informativ to'plamlarini qidirishda foydalanilgan [6]. (1) matritsa asosida (3) dan foydalanish intervallar va latent (oshkor tarzda o'lchash mumkin bo'lmagan) alomatlar salmog'ini (1) asosida hisoblash imkoniyati yaratildi. Alomatning vazni deganda (1) mezonning optimal qiymati tushuniladi. Amaliyotda latent alomatlar ko'pincha turli indekslar ko'rinishida ishlatiladi.

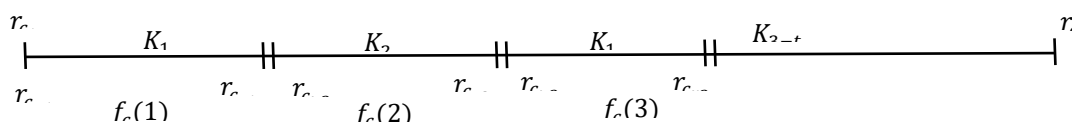
Masalan, tibbiyotda tana massasi indeksi, Kerdo indeksi tushunchalari ishlatiladi. Latent alomatlarini salmog'ining birga yaqin yoki birga teng qiymatlari intuitiv yechimlar qabul qilish modellarini qurishga asos bo'la oladi.

Alomatning (1) mezon bo'yicha salmog'ida alomatning informativligi haqidagi muhim ma'lumot ifodalanadi. Biroq informativ alomatlar to'plamlarini ajratganda, ularning salmoqlari bo'yicha tartiblanishiga to'laligicha asoslanish maqsadga muvofiq emas, ya'ni *"alomatning salmog'i qancha katta bo'lsa, alomatlar to'plamida ana shu alomatning informativligi shuncha yuqori bo'ladi"* tamoyili hamma vaqt ham o'rinli emas. Bunda alomatlarining o'zaro korrelatsion bog'liqligidan ham foydalaniladi. Turli toifadagi informativ alomatlar to'plamlarini ajratish va ularning sun'iy neyron to'rlari samaradorligiga ta'siri tadqiq qilingan [7].

Ikkinchi mezon kesishmaydigan intervallar soni $p \geq 2$ bo'lgan ikkita K_1, K_2 sinflar vakillari uchun mo'ljallangan. Intervallar sonini p ni aniqlash, sonli alomatning $r_1, \dots, r_u, \dots, r_v, \dots, r_m$ tartiblangan qiymatlarida K_i sinf obyektlarining $\frac{d_i(u,v)}{|K_i|}, i = 1, 2, u \leq v$ munosabati bo'yicha hisoblanuvchi uchrashlar chastotalarini tahlil qilishi asosida amalga oshiriladi. Bu yerda $d_i(u, v)$ alomat qiymatlari $r_u, \dots, r_v$ to'plam ostini hosil qiluvchi K_i sinf obyektlari sonini ifodalaydi. Kesishmaydigan intervallar chegaralari $[r_{c_u}, r_{c_v}]^i, i = 1, \dots, p$ quyidagi mezonni rekursiv optimizatsiyalash natijasida topiladi:

$$\left| \frac{d_1^i(u,v)}{|K_1|} - \frac{d_2^i(u,v)}{|K_2|} \right| \rightarrow \max d \quad (7)$$

Bunda har bir i -interval uchun K_1, K_2 sinflarga mos tegishlilik funksiyalari qiymatlari $f_1(i), f_2(i)$ hisoblanadi (3-rasm).



3-rasm. Miqdoriy c -alomat qiymatlarining ustunlik intervallarga bo'linishiga misol

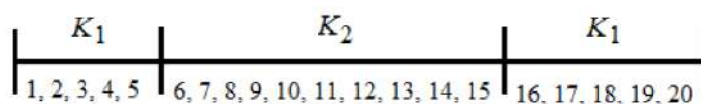
Yuqorida keltirilgan (4) mezon bo'yicha optimal ajratish natijasida qurilgan $[r_{c_u}, r_{c_v}]^i, i = 1, \dots, p$ intervallar uchun $\eta_{1i} \frac{d_1^i(u,v)}{|K_1|}, \eta_{2i} \frac{d_2^i(u,v)}{|K_2|}$ qiymatlari hisoblash orqali miqdoriy alomatning $[r_{c_u}, r_{c_v}]^i$ interval uchun K_i sinfga tegishlilik funksiyasi quyidagicha topiladi:

$$f_1(i) = \frac{\eta_{1i}}{\eta_{1i} + \eta_{2i}}, f_t(i) = 1 - f_{3-t}(i), (t = 1, 2). \quad (8)$$

Shu asosda alomat intervallar to'plamidagi turg'unligi quyidagicha hisoblanadi:

$$G = \frac{1}{m} \sum_{\{[r_u, r_v]^i\}} \begin{cases} f_t(i)(v - u + 1), f_t(i) > 0.5, \\ (1 - f_t(i))(v - u + 1), f_t(i) < 0.5 \end{cases} \quad (9)$$

va (4) mezonlar asosida kesishmaydigan intervallarga ajratish natijalarini taqqoslash 4-rasmda keltirilgan test misolida ko'rsatilgan.



4-rasm. Kesishmaydigan intervallarga ajratishga test misol

Yuqorida keltirilgan (1) mezonning $[1,5], (5,20]$ intervallarga ajratishdagi optimal qiymati 0.3611 ga teng, bundan sinflar obyektlari alomatlari bo'yicha nisbatan yaxshi bo'linish (kompaktlik) mavjud emasligidan kelib chiqadi. (5) ning (4) mezon asosida 3 ta intervalga ajratish natijalari turgunligi 1 ga teng va alomat qiymatlari bo'yicha yaxshi asoslangan klasterlar mavjudligini ko'rsatadi. Intervallarga bo'lishning (1) va (4) mezonlarining optimal qiymatlari asosida kesishmaydigan intervallarga ajratish natijalari amaliy masalalarni yechish jarayonida o'zaro bir-birini to'ldirishi aniq. Mezonlarning bunday xususiyatlaridan berilganlar bazalaridan (saqlagichlaridan) yashirin qonuniyatlarni qidirishda foydalanish mumkin [8]. Deterministik mezonlar yordamida yangi bilimlar olish manbasi sifatida turli toifadagi alomatlarining korrelatsiyasi darajasidan foydalanish mumkin [2]. Turli toifadagi alomatlarining korrelatsiyasi darajasi asosida ulardan informativ to'plamlar ajratish, obyektlar sonli alomatlarining intervallardagi turg'unligini hisoblash, lingvistik xulosalar chiqarish qoidalarini asoslash kabi ishlarni amalga oshirish mumkin.

Xulosa qilib, interval usullarning afzalliklari sifatida: bunday usullar asosida boshqa usullar bilan aniqlab bo'lmaydigan yashirin qonuniyatlarni aniqlashni keltirish mumkin. Interval usullarning kamchiliklari sifatida: mezon sinflar soni 2 ga teng bo'lganda ishlatiladi va berilganlarni dastlabki ishlashda mazkur mezon uchun 1-mezondan farqli ravishda kombinatorik murakkabliklarni kamaytirishning samarali usulining mavjud emasligi xarakterlanishini keltirish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

- [1] Ignatev N.A., Usmanov R.N., Madraximov Sh.F. Berilganlarning intellektual tahlili. – T.: “MUMTOZ SO‘Z”, 2018. -136 b.
- [2] Jaksimov D.B., Raximov A.A. Sun'iy intellekt va neyroto'rli texnologiyalar. O'quv qo'llanma // O'R MV AKT va AHI, 2021 yil. 120 bet.
- [3] Raximov A.A. Texnik dasturlash asoslari. O'quv qo'llanma // O'R MV AKT va AHI, 2021 yil. 114 bet.
- [4] Nigmatov H. “Intellektual tizimlar” talabalar uchun o'quv qo'llanma/ Toshkent – 2019. 136 bet
- [5] Гафаров Ф.М. Искусственные нейронные сети и приложения: учеб. пособие / Ф.М. Гафаров, А.Ф. Галимянов. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2018. 121 с.
- [6] Jaksimov D.B., Raximov A.A. Sun'iy intellekt va neyroto'rli texnologiyalar // O'quv qo'llanma – Toshkent 2021 y. AKT va AHI bosmaxonasi - 120 b.
- [7] Круг П.Г. Нейронные сети и нейрокомпьютеры: Учебное пособие по курсу «Микропроцессоры». – М.: Издательство МЭИ, 2002. – 176 с.
- [8] Raximov A.A. Основные типы интеллектуальных информационных систем и их характеристика // “Qurolli kuchlar tuzilmalarini innovatsion rivojlantirishda axborot-kommunikatsiya texnologiyalarining o'rni” Respublika ilmiy-uslubiy onlayn konferensiyasi maqolalar to'plami. AKT va AHI, Toshkent – 2021 y.
- [9] Raximov A.A. Harbiy maqsadlarga yo'naltirilgan dasturlash. Darslik // O'R MV AKT va AHI, 2021 yil. 180 bet.

**ROBOTOTEXNIKA VA AVTOMATLASHTIRISHDA REAL VAQT REJIMIDA
SIGNALLARNI QAYTA ISHLASH ALGORITMLARI****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 robototexnika va avtomatlashtirish tizimlarida real vaqt rejimida signallarni qayta ishlash algoritmlarining nazariy asoslari hamda amaliy qo'llanilishi tadqiq etilgan. Real vaqt rejimida axborotni qayta ishlashda kechikishlarning minimal darajada bo'lishi, hisoblash tezligi va tizim barqarorligining ta'minlanishi muhim ahamiyat kasb etadi. Tadqiqot doirasida raqamli filtrlar, adaptiv algoritmlar, PID-regulyatorlar, spektral tahlil va signalni shovqindan tozalash usullari tahlil qilingan. Shuningdek, mikroprotessorli va o'rnatilgan (embedded) tizimlarda real vaqtli signalni qayta ishlashning dasturiy va apparat ta'minoti masalalari ko'rib chiqilgan. Olingan natijalar sanoat avtomatik tizimlari, robot manipulyatorlar, mobil robotlar va aqlli boshqaruv tizimlarida amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so'zlar: real vaqt rejimi, signalni qayta ishlash, robototexnika, avtomatlashtirish, raqamli filtr, adaptiv algoritm, o'rnatilgan tizim, boshqaruv tizimi, PID-regulyator, sanoat avtomatikasi.

Аннотация. В данной статье исследуются теоретические основы и практическое применение алгоритмов обработки сигналов в режиме реального времени в системах робототехники и автоматизации. В процессах реального времени особое значение имеют минимизация задержек, высокая скорость вычислений и обеспечение устойчивости системы управления. В рамках исследования проведён анализ цифровых фильтров, адаптивных алгоритмов, ПИД-регуляторов, спектрального анализа, а также методов подавления шумов в сигналах. Рассмотрены вопросы программного и аппаратного обеспечения обработки сигналов в микропроцессорных и встроенных (embedded) системах. Полученные результаты могут быть эффективно использованы в промышленных автоматизированных системах, робот-манипуляторах, мобильных роботах и интеллектуальных системах управления.

Ключевые слова: режим реального времени, обработка сигналов, робототехника, автоматизация, цифровая фильтрация, адаптивные алгоритмы, встроенные системы, система управления, ПИД-регулятор, промышленная автоматика.

Abstract. This article investigates the theoretical foundations and practical applications of real-time signal processing algorithms in robotics and automation systems. In real-time processing, minimizing delays, ensuring high computational speed, and maintaining system stability are of critical importance. The study analyzes digital filters, adaptive algorithms, PID controllers, spectral analysis methods, and noise suppression techniques. In addition, software and hardware aspects of real-time signal processing in microprocessor-based and embedded systems are discussed. The obtained results are of practical significance for industrial automation systems, robotic manipulators, mobile robots, and intelligent control systems.

Keywords: real-time mode, signal processing, robotics, automation, digital filtering, adaptive algorithms, embedded systems, control system, PID controller, industrial automation.

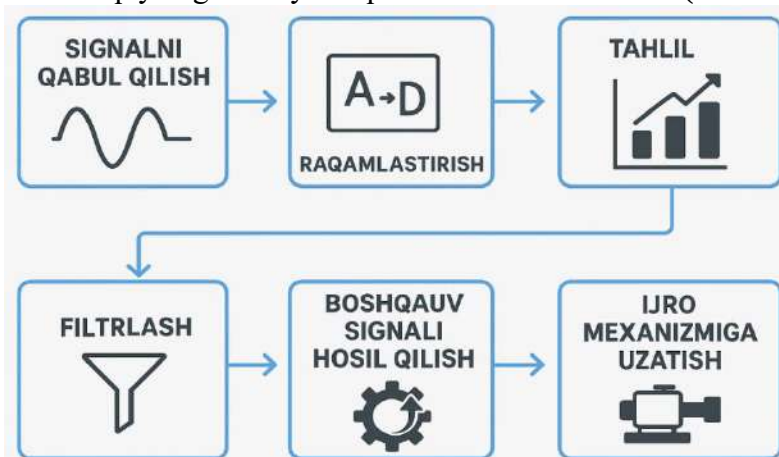
Bugungi kunda robototexnika va avtomatlashtirish tizimlari sanoat, tibbiyot, transport, harbiy sohalar hamda intellektual boshqaruv tizimlarida keng qo'llanilmoqda[12],[14]. Ushbu sohalarining samaradorligi, ishonchliligi va aniqligi esa to'g'ridan-to'g'ri real vaqt rejimida signallarni tez va sifatli qayta ishlash algoritmlarining takomillashganligiga bog'liq[1], [16] bo'lib qolmoqda. Real vaqt rejimining asosiy talabi - ma'lumotlarni qat'iy belgilangan vaqt oralig'ida qabul qilish, qayta ishlash va qaror qabul qilishdan iboratdir.

Robototexnik tizimlarda sensorlar orqali olinadigan ma'lumotlar (masofa, tezlik, bosim, harorat, tok, kuchlanish va boshqalar) tashqi muhitdan doimiy ravishda qabul qilinadi. Ushbu signallar real vaqtda qayta ishlanmasa, boshqaruv tizimining barqarorligi buzilishi [17], kechikishlar paydo bo'lishi yoki noto'g'ri qarorlar qabul qilinishi mumkin. Shu sababli real vaqt rejimida ishlovchi signallarni qayta ishlash algoritmlari robotlarni aniq, tezkor va ishonchli boshqarishda hal qiluvchi ahamiyatga ega[2].

Avtomatlashtirish tizimlarida esa ishlab chiqarish liniyalarini boshqarish, texnologik jarayonlarni monitoring qilish va avariya holatlarini barvaqt aniqlash kabi vazifalar signallarni real vaqtda qayta ishlash orqali amalga oshiriladi. Bu jarayonlarda raqamli filtrlash, adaptiv algoritmlar, PID-regulyatorlar, spektral tahlil va shovqinlarni so'ndirish usullaridan foydalaniladi. So'nggi yillarda mikrokontrollerlar, raqamli signal protsessorlari (DSP) va o'rnatilgan (embedded) tizimlarning rivojlanishi real vaqtda signallarni qayta ishlash imkoniyatlarini yanada kengaytirdi. Biroq yuqori tezlik, cheklangan hisoblash resurslari va qat'iy vaqt talablari zamonaviy algoritmlarga yuqori talablar qo'ymoqda.

Mazkur maqolada robototexnika va avtomatlashtirish tizimlarida real vaqt rejimida signallarni qayta ishlash algoritmlarining nazariy asoslari, amaliy yechimlari hamda qo'llanilish sohalari tahlil qilinib, ularning samaradorligi baholanadi. Shuningdek, zamonaviy o'rnatilgan tizimlarda real vaqtda ishlov berishning dasturiy va apparat vositalari ham ko'rib chiqiladi.

Real vaqt rejimida signalni qayta ishlashning umumiy modeli. Real vaqt rejimidagi signalni qayta ishlash tizimi asosan quyidagi asosiy bosqichlardan iborat bo'ladi (1-rasm):



1-rasm. Real vaqt rejimidagi signalni qayta ishlash tizimi asosan quyidagi asosiy bosqichlari

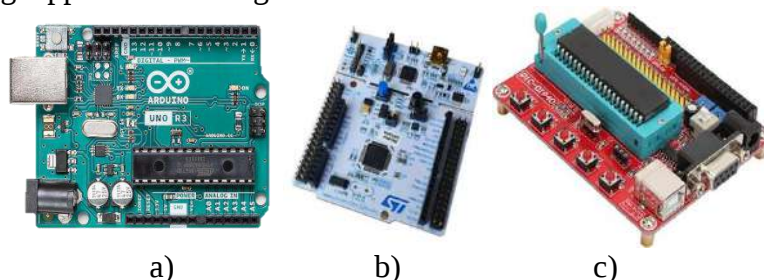
Ushbu jarayonda asosiy talab - har bir bosqich qat'iy belgilangan vaqt oralig'ida bajarilishi zarurligidir. Aks holda tizimda kechikishlar (delay), ma'lumot yo'qotilishi yoki boshqaruv barqarorligining buzilishi yuzaga keladi.

Real vaqt tizimlarida odatda quyidagi texnik vositalardan foydalaniladi (2-rasm):

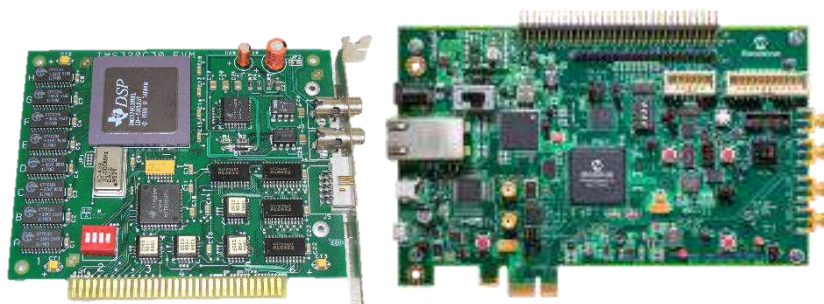
Mikrokontrollerlar (Arduino, STM32, PIC);

Raqamli signal protsessorlari (DSP);

FPGA asosidagi apparat tezashtirgichlar.



2-rasm. Mikrokontrollerlar: a) arduino; b) STM32; c) PIC.



3-rasm. Raqamli signal protsessorlari (DSP) FPGA asosidagi apparat tezlashtirgichlar:

a) Texas Instruments TMS320C30 EVM Evaluation Module;

b) SmartFusion2 Security Evaluation Kit

Raqamli filtrlash algoritmlari

Real vaqt rejimidagi signallar odatda shovqinlar bilan buzilgan bo'ladi. Ushbu shovqinlarni yo'qotish uchun raqamli filtrlar keng qo'llaniladi[5],[11]. Amaliyotda asosan ikki turdagi filtrlar ishlatiladi:

1. FIR (Finite Impulse Response) filtrlari. FIR filtrlar barqarorligi va chiziqli faza xususiyati[10] bilan ajralib turadi. Ularning umumiy matematik modeli quyidagicha ifodalanadi:

$$y(n) = \sum_{k=0}^M b_k * x(n - k) \quad (1)$$

Bu yerda: $x(n)$ - kirish signali, $y(n)$ - chiqish signali, b_k - filtr koeffitsiyentlari, M - filtrning nol (numerator) tartibi, N - filtrning qutb (denominator) tartibi, k - diskret vaqt bo'yicha indeks, n - joriy diskret vaqt oni.

2. IIR (Infinite Impulse Response) filtrlari. IIR filtrlar hisoblash jihatidan tejankor bo'lib, kam resurs talab qiladi:

$$y(n) = \sum_{k=0}^M b_k * x(n - k) - \sum_{k=1}^N a_k * y(n - k) \quad (2)$$

bu yerda: $x(n)$ - kirish signali, $y(n)$ - chiqish signali, b_k - oldinga bog'lanish (feedforward) koeffitsiyentlari, a_k - orqaga bog'lanish (feedback) koeffitsiyentlari, M - filtrning nol (numerator) tartibi, N - filtrning qutb (denominator) tartibi, k - diskret vaqt bo'yicha indeks, n - joriy diskret vaqti.

Ular robototexnikada tezkor ishlov berish talab qilinadigan tizimlarda keng qo'llaniladi.

Adaptiv algoritmlar. Adaptiv algoritmlar tashqi muhit o'zgarishlariga moslasha oladigan aqlli tizimlar hisoblanadi. Eng keng tarqalgan adaptiv algoritmlardan biri - LMS (Least Mean Squares) algoritmidir[4]. Uning asosiy yangilanish formulasi:

$$w(n + 1) = w(n) + \mu e(n)x(n) \quad (3)$$

$w(n)$ - joriy filtr vazn (koeffitsiyent) vektori, $w(n+1)$ - keyingi qadamdagi yangilangan vazn vektori, μ - o'rganish tezligi (learning rate), ya'ni moslashuv tezligini belgilovchi musbat konstanta, $\varepsilon(n)$ - xatolik signali $\varepsilon(n)=d(n)-y(n)$, $d(n)$ - kerakli (etalon) signal, $y(n)$ - filtr chiqish signali, $x(n)$ - kirish signali (vektor), n - diskret vaqt indeksi.

Adaptiv filtr algoritmining ishlash ketma-ketligi quyidagicha (4-rasm):

1. Kirish signali beriladi: $x(n)$ kirish signali bir vaqtning o'zida obyekt (plant) va adaptiv filtrga uzatiladi.

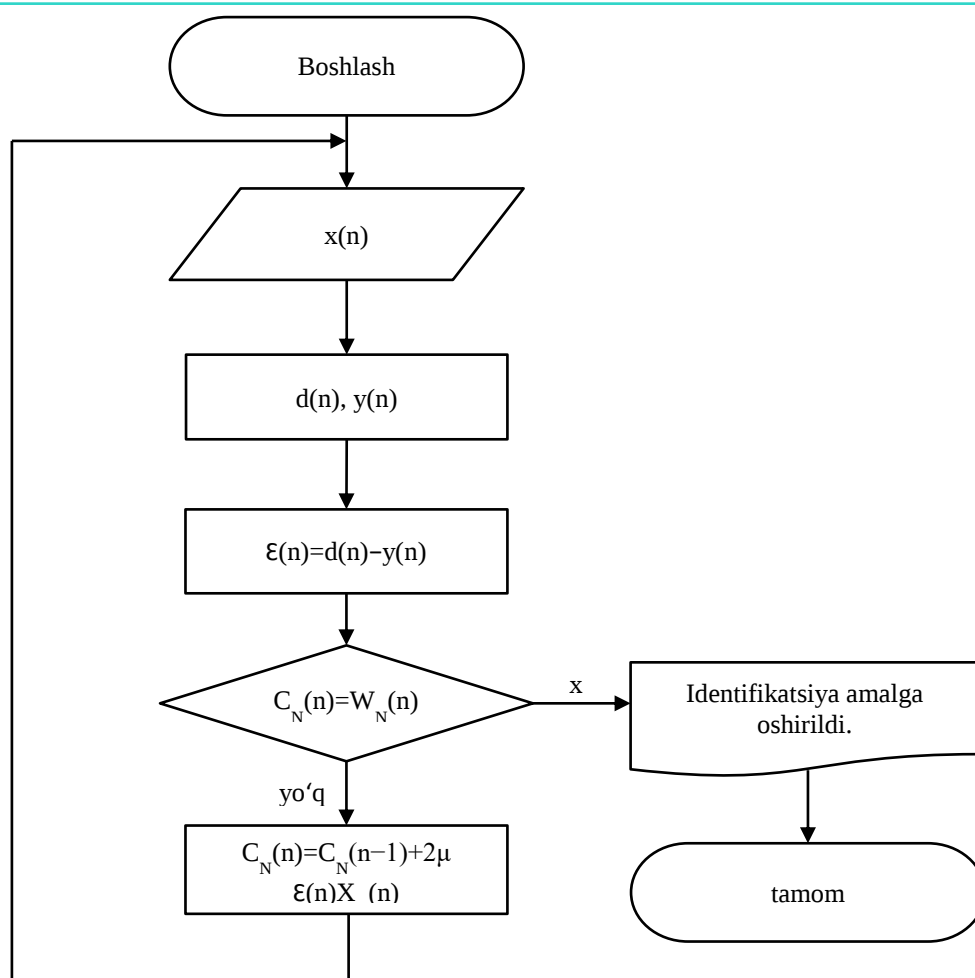
2. Chiqish signallari hisoblanadi: $d(n)$ - etalon (kerakli) signal, $y(n)$ - filtr chiqish signali aniqlanadi.

3. Xatolik signali hisoblanadi: $\varepsilon(n)=d(n)-y(n)$

4. Identifikatsiya sharti tekshiriladi: Agar: $CN(n)=WN(n)$ bo'lsa, identifikatsiya amalga oshirildi deb hisoblanadi.

5. Agar shart bajarilmasa (yo'q): Filtr koeffitsiyentlari quyidagi formula asosida yangilanadi: $C_N(n)=C_N(n-1)+2\mu \varepsilon(n)X_N(n)$

6. Jarayon takrorlanadi: Algoritm yangi qiymatlar bilan yana davom ettiriladi.



4-rasm. Adaptiv filtr algoritmining ishlash ketma-ketligi blok sxemasi

PID-regulyatorlar asosida boshqaruv algoritmlari

Robototexnik tizimlarda eng keng tarqalgan boshqaruv algoritmi - PID-regulyator hisoblanadi[3],[6]. U quyidagi formulaga asoslanadi:

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int e(t) dt + K_d \frac{de(t)}{dt} \quad (4)$$

$u(t)$ - boshqaruv signali, ya'ni ijro mexanizmiga uzatiladigan chiqish signali, $e(t)$ - xatolik signali $e(t)=r(t)-y(t)$, $r(t)$ - berilgan (kerakli) qiymat, $y(t)$ - tizimning real chiqish qiymati, K_p - proporsional (P) koeffitsiyent tizimning tezkor javobini belgilaydi, K_i - integral (I) koeffitsiyent statik xatolikni bartaraf etadi, K_d - differensial (D) koeffitsiyent, tizimning tebranishlarini kamaytiradi, $\int e(t) dt$ - xatolik signalining integral qismi, $de(t)/dt$ - xatolik signalining hosilasi, t - uzluksiz vaqt.

PID-regulyator proporsional, integral va differensial ta'sirlarning kombinatsiyasi asosida ishlaydi. Proporsional qism tizim tezligini oshiradi, integral qism statsionar xatolikni yo'qotadi, differensial qism esa tizim tebranishlarini bostirib, barqarorlikni ta'minlaydi [9].

Spektral tahlil va tezkor Furiye o'zgartirish (FFT-Fast Fourier Transform)

Real vaqt rejimida signal tarkibini chastota sohasida tahlil qilish uchun Tezkor Furiye o'zgartirish (FFT-Fast Fourier Transform) algoritmi qo'llaniladi[7]. FFT algoritmi hisoblash murakkabligini $O(N^2)$ dan $O(N \log N)$ gacha kamaytiradi.

FFT ning matematik asosi Diskret Furiye o'zgartirish (DFT) quyidagicha ifodalanadi:

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) e^{-j2\pi kn/N} \quad (5)$$

$x(n)$ - vaqt sohasidagi diskret kirish signali, $X(k)$ - chastota sohasidagi spektral koeffitsiyent, ya'ni signalning chastotaviy tasviri, N - signal namunalarining umumiy soni, n - vaqt bo'yicha

diskret indeks ($n=0,1,2,\dots,N-1$), k - chastota bo'yicha diskret indeks ($k=0,1,2,\dots,N-1$), e - natural logarifm asosi, j - mavhum birlik ($j^2=-1$), 2π - burchak chastota koeffitsiyenti, kn/N - normallashtirilgan chastota va vaqt indeksleri nisbatini ifodalaydi.

DFT algoritmi vaqt sohasidagi diskret signalni chastota sohasidagi spektral ko'rinishga o'tkazib, signal tarkibidagi asosiy chastotalar va ularning amplitudasini aniqlash imkonini beradi [15].

FFT real vaqt rejimida quyidagi masalalarda keng qo'llaniladi:

vibratsiya va tebranishlarni tahlil qilish,

dvigatellardagi nosozliklarni aniqlash,

audio va video signallarni qayta ishlash,

radar va sonar tizimlari,

robot sensorlaridan kelayotgan signallarni tahlil qilish,

sanoat avtomatikasida monitoring tizimlari.

O'rnatilgan tizimlarda real vaqtli ishlov berish

Embedded tizimlarda real vaqt rejimini ta'minlash uchun:

Real Time Operating System (RTOS), uzilishlar (interrupt), timerlar, parallel ishlov berish mexanizmlari keng qo'llaniladi [13].

RTOS asosida vazifalar ustuvorligi (priority), rejalashtirish (scheduling) va deterministik kechikishlar ta'minlanadi [8].

Real vaqt tizimlarida algoritmlarni umumiy tamoyillar asosida qiyosiy tahlil qilish mumkin (1-jadval).

1-jadval

Real vaqt tizimlarida algoritmlarni qiyosiy tahlil jadvali

№	Algoritm / Texnologiya	Asosiy vazifasi	Hisoblash murakkabligi	Aniqlik	Moslashuvchanlik	Real vaqtga mosligi	Afzalligi	Kamchiligi
1.	Raqamli filtrlash (FIR, IIR)	Shovqinni yo'qotish	O'rta	Yuqori	Past	Juda mos	Barqaror, oddiy	Moslashuv yo'q
2.	Adaptiv algoritmlar (LMS, NLMS)	O'zgaruvchan muhitga moslashish	O'rta-yuqori	Juda yuqori	Juda yuqori	Juda mos	Aqlli tizim, avtomatik sozlanadi	Hisoblash og'irroq
3.	PID-regulyator	Boshqaruvni barqarorlashtirish	Juda past	O'rta-yuqori	Past	Juda mos	Sodda, ishonchli	O'zgaruvchan muhitga mos emas
4.	FFT (Spektral tahlil)	Chastota tahlili	$O(N \log N)$	Juda yuqori	Past	Mos	Tez spektr tahlil	Faqat tahlil, boshqaruv yo'q
5.	RTOS + Embedded tizim	Real vaqtni ta'minlash	Tizimga bog'liq	Yuqori	O'rta	Eng mos	Deterministik ishlash	Dasturlash murakkab

O'tkazilgan tahlillar shuni ko'rsatdiki, raqamli filtrlash algoritmlari, xususan IIR filtrlari, kam hisoblash resursi evaziga real vaqt tizimlarida yuqori samaradorlikni ta'minlaydi. Adaptiv algoritmlar (LMS, NLMS) esa o'zgaruvchan tashqi muhit sharoitlarida avtomatik moslashish xususiyati bilan ajralib, tizim aniqligi va barqarorligini sezilarli darajada oshiradi. PID-regulyatorlar esa robototexnik va sanoat avtomatika tizimlarida tezkor, ishonchli va barqaror boshqaruvni amalga oshirishda samarali yechim ekanligi bilan tasdiqlandi. FFT asosidagi spektral tahlil real vaqt rejimida signallarning chastota tarkibini aniqlash, vibratsiya va mexanik nosozliklarni erta

O'RH X VA MV AKT VA HARBIY ALOQA INSTITUTI

bosqichda tashxislash imkonini berib, monitoring va diagnostika tizimlarida muhim ahamiyat kasb etadi. RTOS asosidagi o'rnatilgan tizimlar esa barcha ko'rib chiqilgan algoritmlarning deterministik rejimda, aniq vaqt cheklovlari asosida barqaror ishlashini ta'minlaydi.

Umumiy xulosa sifatida aytish mumkinki, robototexnika va avtomatlashtirish tizimlarida real vaqt rejimida eng yuqori samaradorlikka alohida bitta algoritmlar emas, balki raqamli filtrlash, adaptiv algoritmlar, PID-regulyator va FFT algoritmlarining RTOS asosidagi o'rnatilgan tizim bilan kompleks integratsiyasi orqali erishiladi. Ushbu yondashuv sanoat avtomatikasi, mobil robotlar, manipulyatorlar va aqlli boshqaruv tizimlarida yuqori aniqlik, tezkorlik va ishonchlilikni ta'minlashga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

- [1] Баландин С. С. Системы реального времени и их практическое применение. Москва: Техносфера, 2019. — 352 с.
- [2] Борьев А. В. Цифровые сигнальные процессоры и их применение в системах реального времени. Санкт-Петербург: Питер, 2020. — 384 с.
- [3] Dorf R.C., Bishop R.H. Modern Control Systems. 13th edition. New Jersey: Pearson, 2017.
- [4] Haykin S. Adaptive Filter Theory. 5th edition. New Jersey: Pearson Education, 2014.
- [5] Ifeachor E.C., Jervis B.W. Digital Signal Processing: A Practical Approach. 2nd edition. London: Pearson, 2002.
- [6] Kuo B.C., Golnaraghi F. Automatic Control Systems. 9th edition. New York: Wiley, 2010.
- [7] Lyons R.G. Understanding Digital Signal Processing. 3rd edition. New Jersey: Pearson, 2011.
- [8] National Instruments. Real-Time Signal Processing in Embedded Systems. Application Note, 2022.
- [9] Ogata K. Modern Control Engineering. 5th edition. New Jersey: Prentice Hall, 2010.
- [10] Oppenheim A.V., Schaffer R.W. Discrete-Time Signal Processing. 3rd edition. New Jersey: Prentice Hall, 2010.
- [11] Proakis J.G., Manolakis D.K. Digital Signal Processing: Principles, Algorithms, and Applications. 4th edition. New York: Pearson, 2007.
- [12] Qudratov Sh.T., Rasulov A.A. Avtomatlashtirish asoslari. Toshkent: Fan va texnologiya, 2018.
- [13] Saeed B.I. Embedded Systems Design with ARM Cortex-M Microcontrollers. Springer, 2019.
- [14] Sebastian R., Duarte J.L. "Real-Time Signal Processing Applications in Industrial Automation." IEEE Transactions on Industrial Electronics, 2016.
- [15] Shaheen A., Khan M. "Implementation of FFT Algorithms for Real-Time Applications." International Journal of Signal Processing, 2018.
- [16] Tannenbaum A.S. Computer Networks and Real-Time Systems. New York: Pearson, 2014.
- [17] Усков А. А., Ильясов Б. Г. Цифровые системы автоматического управления. Москва: Энергоатомиздат, 2017. — 368 с.

OSPF MARSHRUTLASH PROTOKOLINI SUN'IIY INTELLEKT YORDAMIDA OPTIMALLASHTIRISH

dotsent K.N. KAMBOROV

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

Annotatsiya. Ushbu maqolada OSPF marshrutlash protokollarining samaradorligini oshirish maqsadida sun'iy intellektning Reinforcement Learning (mustahkamlash bo'yicha o'rganish) yondashuvi ko'rib chiqilgan. OSPF protokolida kechikishni kamaytirish, o'tkazish qobiliyatini oshirish, resurslardan samarali foydalanish, barqarorlikni yaxshilash uchun Sun'iy intellekt metodlari orqali dinamik va adaptiv tarzda optimallashtirish jarayoni ko'rib chiqilgan. Maqolada taklif etilgan sun'iy intellekt asosidagi yechim qanday qilib an'anaviy OSPF cheklovlarini yengib o'tishi va tarmoq samaradorligini qanchalik oshirish masalasi ko'rsatib o'tilgan.

Kalit so'zlari: sun'iy intellekt, mashinali o'rganish algoritmlari, tarmoq, marshrutlash protokollari, OSPF, LSA, LSDB, DQN.

Аннотация. В данной статье представлен подход для повышения эффективности протоколов маршрутизации OSPF (обучение по подкреплению) на основе искусственного интеллекта Reinforcement Learning. Рассмотрен процесс динамической и адаптивной оптимизации протокола OSPF методами искусственного интеллекта для уменьшения задержки, увеличения пропускной способности, эффективного использования ресурсов и повышения стабильности. В статье показано, как предложенное решение на основе ИИ преодолевает ограничения традиционного OSPF и насколько повышает эффективность сети.

Ключевые слова: искусственный интеллект, алгоритмы машинного обучения, сеть, протоколы маршрутизации, OSPF, LSA, LSDB, DQN.

Hozirgi kunda global tarmoqlarda trafik hajmi va topologiya murakkablashib bormoqda. An'anaviy marshrutlash protokollari, jumladan OSPF, RIP, EIGRP va BGP, statik yoki cheklangan algoritm qoidalar asosida ishlaydi. Bu esa o'zgaruvchan trafik sharoitlarida optimal natija bermasligi mumkin. Shu sababli barcha tarmoqlarda ham shu muommalar bo'lishi, aniq bir dolzarb masala hisoblanadi. Ma'lumotlar traficing yuqori darajada o'sishi shuni ko'rsatadiki, zamonaviy tarmoqda murakkablashuv sababli OSPF marshrutlash protokolida ham cheklovlar aniqlanmoqda.

OSPF marshrutlash protokol xarajatlari asosan interfeys o'tkazish qobiliyatiga bog'liq bo'lib, jumladan ma'lumotlarni real vaqtda uzatishda kuzatiladigan kechikish, tiqilinch, yuklanish va barqarorlikni etiborga olmaydi. Bu esa samaradorlikning pasayishiga, resurslarning noto'g'ri taqsimlanishiga va tiqilinchga olib keladi.

Chunki uning asosiy mexanizmlari LSA aloqa holati e'loni (Link-State Advertisement), LSDB (Link-State Database) aloqa holati ma'lumotlar bazasi, Dijkstra algoritmi hisoblanadi. LSA - bu OSPF marshrutlash protokoli tomonidan sozlangan marshrutizatorlari tomonidan tarmoq topologiyasi haqidagi ma'lumotlarni almashish uchun ishlatiladigan ma'lumotlar paketi hisoblanadi. LSA paketi har bir marsrutizator yoki tarmoq segmentining aloqa holati haqida ma'lumotni o'z ichiga oladi. Marshrutizatorlar to'g'ridan-to'g'ri bir biri bilan bog'langan aloqalari haqidagi LSA paketlarini yaratadi va ularni bir xil hudud (area) ichidagi barcha qo'shnilariga yuboradi. LSDB - bu ma'lumotlar bazasi tarmoq topologiyasining to'liq va sinxron xaritasini ifodalaydi. Bir xil hududdagi barcha marshrutizatorlar ma'lumotlar bazasi LSDB bir xil bo'lishi kerak. Dijkstra algoritmi OSPF marshrutlash protokolining eng asosiy qismi bo'lib, u marshrutlash jadvallarini hisoblash uchun ishlatiladi. LSDB ma'lumotlari asosida har bir marsrutizator barcha yo'nalishlarga eng qisqa, xarajati kam yo'lni topish orqali bog'lanadi. Dijkstra algoritmi LSDB dagi ma'lumotlardan foydalanib, har bir yo'nalishga eng qisqa yo'llarni hisoblab chiqadi. Ushbu jarayon OSPF da halqasiz va optimal marshrutlashni ta'minlaydi. [8-9]

Buni amalga oshirish uchun mashinali o'rganish (Machine Learning) yordamida marshrutlashni amalga oshirishimiz mumkin. Mashinali o'rganish algoritmlaridan tarmoqni monitoring qilish va optimal marshrutlarni aniqlash uchun foydalanish mumkin. Masalan tarmoqda kiberhujumlar, tarmoqning ortiqcha yuklanishi yoki boshqa noaniqliklar sababli marshrutlash protokollarida nosozliklar yuzaga kelishi mumkin. Mashinali o'rganish tarmoqning vaqtinchalik holatini kuzatib borish va aniq vaqtli (real-time) marshrutlarni belgilash uchun yordam beradi. Klassifikatsiya va regressiya modellari orqali tarmoqda marshrutlarning ma'lum bir sharoitlarida poyda bo'ladigan kechikishlar, o'tkazuvchanlik yoki to'liq ishlashga qarab aniqlanishi mumkin.

Tarmoqni mustahkamlash jarayoni bo'yicha marshrutlar sinovdan o'tkazilib, tarmoqda umumiy samaradorlikni oshirish imkoniyati yaratiladi. Bunda asosan tarmoqni mustahkamlash tahlili orqali har bir marshrutlar o'rganib chiqilib optimal marshrutga ruxsat beriladi va qolgan marshrutlarga taqii qo'yiladi.

Chunki tarmoqda marshrutlashni amalga oshirishda ko'pincha dinamik marshrutlash protokollaridan foydalaniladi. Bu muommalarni echish uchun hozirgi vaqtda sun'iy intellektdan foydalanish zarur hisoblanadi. Sun'iy intellekt asosida marshrutlashni qulay, ishochli va tezkor yo'nalishda ma'lumotlarni uzatish imkoniyati mavjud. Buning uchun Reinforcement Learning algoritmlaridan foydalanilsa, tarmoqda ma'lumotlarni avtomatik yo'naltirish, tizimning holatini o'rganish va moslashuvchan qaror qabul qilish orqali, tarmoqni optimallashtirishga erishish mumkin. Masalan sun'iy intellekt yordamida OSPF protokolini yanada optimallashtirish boshqaruv masalasini ko'rib chiqadigan bo'lsak. [5].

Sun'iy intellektda OSPF marshrutlash protokolini qo'llashimiz mumkin. OSPF (Open Shortest Path First) marshrutlash protokoli eng qulay protokol hisoblanadi. OSPF marshrutlash protokoli aloqa kanali muhiti asosida ishlashini etborga olsak eng qulay protokol hisoblanadi. Bu protokol tarmoqdagi barcha marshrutizator qurilmalari haqida to'liq ma'lumotga ega bo'ladi. Bizga tarmoq topologiyasini analiz va optimallashtirish jarayoni haqida qulayliklar yaratadi. Chunki bu protokol trafik o'zgarishiga tez moslashadi. [4-9].

Sun'iy intellekt yordamida tarmoqdagi trafiglar kechikishi, o'tkazuvchanlik, yuklama va paketlar yo'qolishini o'rganish mumkin. Bu ma'lumotlarga asosan OSPF protokoli sozlangan marshrutizatorlarning parametrlarini optimallashtirish mumkin.

OSPF protokoli link-state (aloqa kanali muhiti) prinsipiga asoslangan bo'lib, marshrutizatorlar orasidagi yo'llarni Dijkstra algoritmi orqali hisoblab optimallashtirish, tezkor va harajati kam bo'lgan eng qisqa yo'lni tanlaydi. Xarajatlar parametrini sun'iy intellekt orqali boshqarish hisobiga eng qisqa, tezkor yoki eng barqaror yo'lni tanlash imkonini yaratiladi. [1-2]

Sun'iy intellekt orqali marshrutlash tizimi tarmoqning o'zgaruvchan holatiga qarab real vaqt rejimida moslashadi. Masalan, tarmoqda trafiklar o'tish vaqtida ba'zi marshrut yo'llarida ko'p yuklama bo'lishi hisobiga nosozliklar yuzaga kelishi mumkin. Sun'iy intellekt hisobiga tarmoqdan tarmoqga uzatishni minimallashtirish hisobiga eng qisqa va eng ishonchli marshrutni topishni amalga oshiradi. Tarmoqda noan'anaviy holatlar bo'lishi mumkin masalan, tarmoqda yuqori kechikishlar yoki tarmoqda ortiqcha trafik yo'nalishlari sun'iy intellekt yordamida aniqlanib, marshrutlash tizimi bu holatga moslashadi.

Sun'iy intellekt modelidan olingan yangi dinamik xarajat qiymatlarini OSPF protokolining LSA (Link State Advertisement) paketlariga kiritish yoki marshrutizatorlarning konfiguratsiyasini avtomatik ravishda yangilash mexanizmida amalga oshiriladi.

Xarajatlarni optimal dinamik hisoblashda, tarmoqning real vaqtdagi holatiga bog'liq holda protokoldagi bog'lanish xarajatlarini dinamik ravishda o'zgartirish uchun eng optimal qiymatni hisoblash orqali amalga oshiriladi.

OSPF (Open Shortest Path First) marshrutlash protokolini sun'iy intellekt (SI) yordamida optimallashtirish uchun kuchaytirilgan o'rganish (Reinforcement Learning - RL) algoritmi yordamida boshqarish eng natijador usullardan biri hisoblanadi.

Marshrutlash protokolini optimallashtirish algoritmlaridan biri chuqur tarmoq (DQN) yondashuvi hisobiga tahlil qiladigan bo'lsak, DQN - kuchaytirilgan o'rganishning (RL) bir turi hisoblanib, yani tarmoq nazoratchisi o'z maydonidagi tarmoqning yaxshi ishlash darajasini aniqlash uchun optimal marshrutlash harakatini o'rganadi. An'anaviy OSPF protokoli marshrut xarajatini o'ziga bo'g'liq bo'lgan interfeyslarning o'tkazish qobiliyatiga asosan hisoblaydi. Sun'iy intellekt algoritmining asosiy maqsadi quyidagilar hisoblanadi:

- OSPF dinamik marshrutlash protokolining xarajatlarini real vaqtdagi tarmoq holatidan kelib chiqib uning yuklanishi, tiqilichligi va kechikishiga qarab hisoblaydi. Shuning hisobiga tiqilinchlarni kichik darajaga tushirib, tarmoq resurslarida samarali foydalanish imkoniyatini yaratadi. [6]

DQN algoritmi OSPF maydonida ishlash jarayonida quyidagi RL elementlarini aniqlaydi:

1-jadval.

DQN algoritmi OSPF maydonida ishlash jarayonida quyidagi RL elementlari

Element	Tarmoq konteksti	Algoritmnining vazifasi
Agent	Tarmoqning umumiy markaziy nazoratchisi (SDN Controller) hisoblanadi.	Qaror qabul qilish, OSPF xarajatlarini o'zgartirishni boshqarish.
Maydon	OSPF protokoli ishlayotgan butun tarmoq topologiyasi va uning joriy holati.	Agentning harakatlariga javob beruvchi sistema.
Holat (S)	Tarmoqning real vaqtdagi metrkalari majmuasi (vektor).	Agent ko'radigan tarmoq-ning joriy "holati".
Harakat (A)	OSPF bog'lanishining xarajat qiymatini (Cost) dinamik ravishda o'zgartirish (masalan qurilmani (10,50,100) qiymatlaridan biriga o'rnatish).	Agentning muhitga ta'sir qiluvchi yagona usuli.
Yutuq (R)	Tarmoq samaradorligini aks ettiruvchi funksiya.	Agentning harakatlari qanchalik yaxshi ekanligini baholash.

Algoritmnining matematik hisoblash ketma- ketligi quyidagicha aniqlanadi.

DQN algoritmi marshrutlarni optimal harakatlar qiymatini aniqlash funksiyasi Q- asosida aniqlaydi. Q (S, A) funksiyasi ma'lum bir holat (S) da harakat (A) ning qanchalik muddatda "yaxshi" bajarish holatini baholaydi.

(S) - holat vektorida agentning vazifasi har bir real vaqt jarayonida tarmoqdan ma'lumotlarni yig'adi va uni vektor shaklida ifodalaydi.

$$S_t = \{L_1, L_2, \dots, L_n\} \quad (1)$$

Bu yerda L_i - bog'lanishning joriy kechikishi, yuklanish darajasi, paket yo'qolishi kabi metrkalar hisoblanadi.

(R)-yutuq funksiyasini aniqlash quyidagicha amalga oshiriladi.

Bu jarayon optimallashtirish maqsadini foydalaniladi. Agar maqsad umumiy kechikishni kamaytirish va yukni balanslash bo'lsa:

$$R_t = a * \frac{1}{\sum_i kechikish_i} - \beta * \sum_j tiqilish_j \quad (2)$$

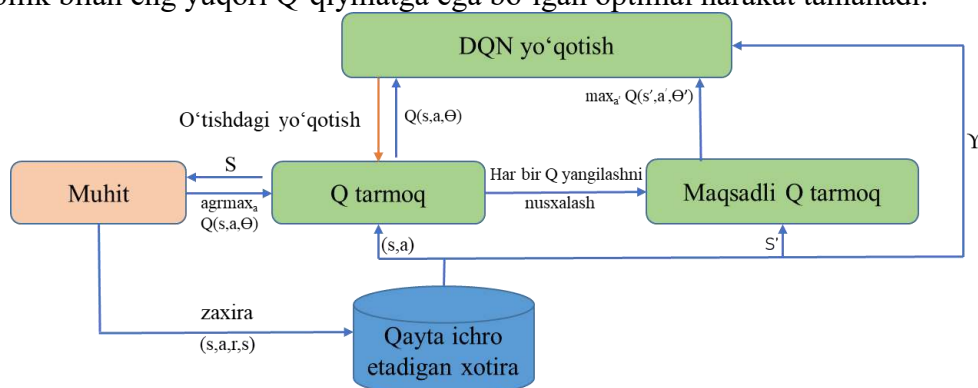
α va β – yuklama koeffitsiyentlari.

Yutuq R_t - agentning joriy harakati umumiy kechikishni qanchalik kamaytirganini va tiqilinchni qanchalik oshirmaganligini ko'rsatadi.

Q- optimal qiymatlar harakatini aniqlash funksiyaning taxmin qilinishi asosan Q-qiymatlarini (Q(S,A)) taxmin qilish uchun neyron tarmoqdan foydalanadi. Bu neyron tarmoqga kirish sifatida S holatni qabul qiladi va barcha A harakatlari uchun Q-qiymatlarini chiqaradi. [7]

Harakatni tanlash jarayoni Agent ϵ -greedy (ochko'zlik prinsipi) strategiyasi bo'yicha harakatni tanlaydi:

Tadqiqot jarayonida tarmoqning yangi holatlarini o'rganish uchun tasodifiy harakat tanlanadi. 1- ϵ ehtimollik bilan eng yuqori Q-qiymatga ega bo'lgan optimal harakat tanlanadi.



1-rasm. DQN algoritmining amaliy diagrammasi

Agent qurilmasi harakat qilgandan keyin, yangi S' - holat, R - yutuq va neyron tarmoqni o'rganish uchun Bellman tenglamasida ishlatiladigan tajriba olinadi.

$$T_{natija} = R_t + \gamma * a_{max} Q(S', a'; \sigma^-) \quad (3)$$

Bu yerda $T_{nisbati}$ - joriy harakatning yutug'i va keyingi optimal harakatning diskontlangan qiymat (γ) yig'indisi hisobga olinadi.

σ^- - Q -tarmoqning maqsadli yuklamasini o'rganish barqarorligini ta'minlash uchun.

Bundan tashqari yo'qotish funksiyalari T_{nisbat} qiymatini neyron tarmoqning chiqishi o'rtasidagi kvadratik qiymatni minimallashtirib moslashtiradi.

Tarmoqni dasturiy ta'minot bilan boshqarish (SDN) orqali marshrutlashni sun'iy intellektga asoslab amalga oshirish juda qulaydir. SDN (Software Defined Networking) tizimi markazlashtirilgan boshqaruvni ta'minlaydi, bu esa sun'iy intellekt tizimiga tarmoqni optimallashtirishda yordam beradi. SDN - tarmoq boshqaruvini markazlashtiradigan, boshqaruv qatlamini (control plane) va ma'lumot uzatish qatlamini (data plane) bir-biridan ajratadigan zamonaviy tarmoq arxitekturasini hisoblanadi. Tarmoqni moslashuvchan, avtomatlashtirilgan va boshqaruvni osonlashtiradigan yechimini yaratadi. [3]

OSPF marshrutlash protokoli integratsiya jarayonini SDN dasturiy boshqaruv nazoratchisi tarmoqdagi S_t holatidagi kechikish va yuklanishni doimiy holda kuzatib boradi. Shuning hisobiga S_t DQN modeliga kiritiladi. Model eng yuqori Q -qiymatiga ega bo'lgan optimal yangi dinamik OSPF At xarajatiga ega qiymatni chiqaradi. Bundan keyin agent tarmoqqa buyruq yuboradi va OSPF konfiguratsiyasidagi tanlangan bog'lanishning xarajatini yangi qiymatga o'zgartiradi. OSPF protokoli, dinamik tarzda yangilangan xarajatlar asosida, Dijkstra algoritmini qayta ishga tushiradi va yangi optimallashtirilgan marshrutlar (eng past dinamik xarajatli yo'llar) bo'yicha trafig yuborishni boshlaydi. Bu jarayon doimiy ravishda takrorlanib, shu tariqa OSPF protokoli tarmoqning dinamik o'zgarishlariga adaptiv tarzda javob berishni o'rganadi. Bu algoritm OSPFning an'anaviy cheklovlarini yengib o'tishga va tarmoq ishlashini keskin yaxshilashga yordam beradigan eng samarali usullardan biridir. [7]

Sun'iy intellektda genetik algoritmlar (Genetic Algorithms) optimallashtirish va qidiruv muammolarini yechishga mo'ljallangan evolyutsion algoritmlar oilasi bo'lib, ular biologik evolyutsiya tamoyillariga asoslanadi. Genetik algoritmlar - sun'iy intellektda qidiruv, optimallashtirish, modellashtirish va mustahkam qaror qabul qilish jarayonlari uchun ishlatiladigan kuchli evolyutsion usuldir. [10]

Genetik algoritmlarning sun'iy intellekdagi vazifalari quyidagilar hisoblanadi:

1. Murakkab optimallashtirish masalalaridan yo'l topish, resurslarni taqsimlash, energiya sarfini minimallashtirish jarayonlarini aniqlashni amalga oshiradi.

2. Mashinaviy o'rganishda eng yaxshi parametrlarni tanlash, neyron tarmoqlar arxitekturasini optimallashtirish va giperparametrlarni aniqlash.

O'RHX VA MV AKT VA HARBIY ALOQA INSTITUTI

3. Tasvirlarni aniqlash, filtrlash, segmentatsiya, shakl tanish vazifalarini optimallashtiradi.
4. Rejalashtirish va qaror qabul qilishni amalga oshiradi.

Xulosa.

Ushbu maqolada hozirgi zamon talabiga asosan marshrutlash protokollarini optimallashtirish masalasi ko'rib chiqilgan. OSPF marshrutlash protokolining samaradorligini oshirish uchun Reinforcement Learning yondashuvi taqdim qilindi. Taklif etilgan model tarmoqdagi dinamik sharoitlarga mos ravishda marshrutlash parametrini optimallashtiradi va natijada marshrut tanlash jarayoni ancha samarali bo'ladi. OSPF marshrutlash protokolini optimallashtirish uchun SDN arxitekturasidan foydalanilgan. Sun'iy intellekt asosida marshrutlash protokollarini boshqarish masalalari, optimal va ishonchli yo'lni tanlash uslublari yoritilgan.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

- [1] Moynihan, T., & Russell, A. OSPF: Anatomy of an Internet Routing Protocol. Addison–Wesley, 2015.
- [2] Mamatov, E., & Jo'rayev, A. Kompyuter tarmoqlari va marshrutlash asoslari. Toshkent, 2020.
- [3] Assefa, T., et al. "Routing Optimization in SDN Networks Using Reinforcement Learning." IEEE Access, 2021.
- [4] Alsheikh, M. A., Lin, S., Niyato, D., & Tan, H. P. (2017). Machine Learning for Mobile and Wireless Networking: Evolution, Challenges, and Future. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 19(2), 527-581.
- [5] Mao, H., Alizadeh, M., K. B., & S. H. (2018). Resource Management with Deep Reinforcement Learning. ACM SIGCOMM.
- [6] Al-Musawi, A. A., & Al-Qurashi, M. A. (2022). OSPF Cost Optimization using Machine Learning Algorithms. Journal of Computer Networks and Communications.
- [7] Lu, T., Li, W., & Chen, J. (2020). Deep Learning for Network Traffic Prediction and Control: A Survey. ACM Computing Surveys (CSUR), 53(1), 1-38.
- [8] Mamatov, E., & Jo'rayev, A. Kompyuter tarmoqlari va marshrutlash asoslari. Toshkent, 2020.
- [9] Власов, В. Алгоритмы маршрутизации в компьютерных сетях. Санкт-Петербург, 2017.
- [10] Власов, В. Алгоритмы маршрутизации в компьютерных сетях. Санкт-Петербург, 2017.

SERVER DOMENINI SAMARALI OPTIMALLASHTIRISH

B.N. UMARALIYEV

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

Annotatsiya. : Server domeni muhiti zamonaviy texnologik infratuzilmaning muhim qismi hisoblanadi, chunki u tashkilotning axborot texnologiyalari tizimlarini boshqarish va ulardan foydalanishda hal qiluvchi ahamiyatga ega. Server domeni muhitini sozlash va optimallashtirish yuqori unumdorlik, ishonchlik va xavfsizlikni ta'minlash uchun juda muhimdir. Bugungi kunda aloqalar hukmronlik qilayotgan va ma'lumotlar ustunlik qilayotgan raqamli dunyoda server muhitlarining samaradorligi birinchi darajali ahamiyatga ega. Biznes faoliyati, ilmiy tadqiqotlar yoki shaxsiy loyihalar bo'ladimi, bu muhitlarning samaradorligi muvaffaqiyatni ta'minlashi yoki unga to'sqinlik qilishi mumkin. Ushbu maqolada server domenini optimallashtirishning barcha imkoniyatlarini ochib berish uchun zarur bo'lgan strategiya va usullar muhokama qilinadi.

Kalit so'zlar: server-domen muhiti, texnik xizmat ko'rsatish va yangilash, serverni optimallashtirish, tizim miqyosini kengaytirish.

Аннотация. Среда серверного домена является важной частью современной технологической инфраструктуры, поскольку она играет ключевую роль в управлении и использовании информационно-технологических систем организации. Настройка и оптимизация среды серверного домена крайне важны для обеспечения высокой производительности, надежности и безопасности. В современном цифровом мире, где преобладают коммуникации и господствуют данные, эффективность серверных сред имеет первостепенное значение. Будь то предпринимательская деятельность, научные исследования или личные проекты, эффективность этих сред может способствовать успеху или препятствовать ему. В данной статье рассматриваются стратегии и методы, необходимые для раскрытия всего потенциала оптимизации серверного домена.

Ключевые слова: серверно-доменная среда, техническое обслуживание и обновление, оптимизация сервера, масштабирование системы.

Server muhitlarini sozlash va optimallashtirish maqsadi ko'p qirrali bo'lib, raqamli infratuzilmaning samarali va natijali ishlashi uchun muhimdir. Shuningdek, raqamli infratuzilmaning samarali, ishonchli, xavfsiz ishlashi va tashkilotning strategik maqsadlariga mos kelishini ta'minlashi zarur [1]. Ushbu yo'nalishdagi sa'y-harakatlarga sarmoya kiritish orqali tashkilotlar o'zlarining AT sohasidagi investitsiyalaridan maksimal foyda olishlari va zamonaviy raqamli muhitda raqobatbardosh ustunlikni saqlab qolishlari mumkin. Quyida asosiy maqsadlardan ba'zilari keltirilgan:

Unumdorlikni oshirish. Sozlash va optimallashtirishning asosiy maqsadlaridan biri server muhitlarining unumdorligini maksimal darajaga ko'tarishdir. Parametrlarni aniq sozlash, resurslarni samarali taqsimlash va keshlashtirish hamda yuklamani muvozanatlash kabi unumdorlikni oshirish usullarini joriy etish orqali tashkilotlar o'z tizimlarining eng yuqori samaradorlik bilan ishlashini ta'minlashlari mumkin [4].

Ishonchlikni oshirish. Sozlash va optimallashtirish bo'yicha sa'y-harakatlar server muhitlarining ishonchliligi va mavjudligini oshirishga qaratilgan. Tashkilotlar potensial nosozlik nuqtalarini aniqlash va bartaraf etish, zaxiralash choralari amalga oshirish va muntazam texnik xizmat ko'rsatish orqali serverni ishlamay qolish xavfini kamaytirishi va xizmatlarning foydalanuvchilar uchun doimo mavjud bo'lishini ta'minlashi mumkin.

Resurslardan foydalanishni optimallashtirish. Sozlash va optimallashtirishning yana bir asosiy maqsadi resurslardan samarali foydalanishdir. Markaziy protsessor, xotira, saqlash joyi va tarmoq o'tkazuvchanlik qobiliyati kabi resurslarni puxta taqsimlash orqali tashkilotlar o'z

infratuzilmalarining ish yuklamalari talablariga javob berishini ta'minlashi, shu bilan birga isrofgarchilik va samarasizlikni minimallashtirishi mumkin.

Xavfsizlikni kuchaytirish. Xavfsizlik sozlash va optimallashtirishning eng muhim jihati hisoblanadi. Kirish nazorati, shifrlash, hujumlarni aniqlash va xizmatlarni muntazam yangilash kabi ilg'or xavfsizlik usullarini joriy etish orqali tashkilotlar o'z server muhitlarini kibertahdidlardan himoya qilishlari hamda maxfiy ma'lumotlarni muhofaza qilishlari mumkin.

Miqyoslilikni ta'minlash. O'sish va o'zgaruvchan ehtiyojlarni qondirish uchun miqyoslilik zarur. Sozlash va optimallashtirish bo'yicha sa'y-harakatlar server muhitlarining to'siqsiz kengayishini ta'minlaydi, bu esa tashkilotlarga o'z infratuzilmasini zarur hollarda unumdorlik va ishonchlilikka putur yetkazmasdan kengaytirish imkonini beradi.

Muhitni anglash. Optimallashtirish strategiyalarini chuqur o'rganishdan oldin, server muhitining tuzilishini tushunish g'oyat muhimdir. Server domeni muhiti odatda o'zaro bog'langan serverlar, ma'lumotlar bazalari va tarmoq infratuzilmasini o'z ichiga oladi. Bular birgalikda domen orqali ma'lumotlar va xizmatlar oqimini ta'minlaydi. Ushbu murakkab ekotizim veb-saytlar va veb-ilovalardan tortib korporativ darajadagi platformalargacha bo'lgan ko'plab dasturlar va tizimlarning poydevorini tashkil etadi.

Optimallashtirishning ahamiyati. Optimallashtirish - bu unumdorlik, ishonchlilik va xavfsizlikni oshirish uchun ushbu muhitlarni nozik sozlash va moslashtirish jarayonidir.

Samarali optimallashtirish quyidagi sezilarli afzalliklarni keltirib chiqarishi mumkin:

Yaxshilangan unumdorlik: Optimallashtirilgan server domeni muhirlari yuqori yuklamalarni ko'tara oladi va so'rovlarni samaraliroq qayta ishlaydi. Bu esa javob berish vaqtini qisqartiradi va foydalanuvchilar uchun qulaylikni oshiradi.

Yuqori ishonchlilik: Potensial muammoli nuqtalar va zaifliklarni aniqlash hamda bartaraf etish orqali optimallashtirish to'xtab qolishlar va ma'lumotlar yo'qolishi xavfini kamaytiradi, tizimning umumiy ishonchliligini oshiradi.

Kuchaytirilgan xavfsizlik: Optimallashtirish jarayonida ishonchli xavfsizlik choralari joriy etish server muhitlarini kibertahdidlardan himoya qiladi, maxfiy ma'lumotlarning xavfsizligini ta'minlaydi [8].

Mablag'larni tejash: Optimallashtirilgan muhitlar kamroq resurs sarflaydi, bu esa uskunalar, elektr energiyasi va texnik xizmat ko'rsatish xarajatlarini kamaytiradi.

Samarali optimallashtirish strategiyalari.

Server muhitlarida optimal unumdorlik va ishonchlilikka erishish tizimli yondashuv va eng yaxshi amaliyotlarni qo'llashni talab etadi. Quyida ko'rib chiqilishi lozim bo'lgan ba'zi strategiyalar keltirilgan.

Unumdorlikni kuzatish va tahlil qilish: Markaziy protsessor, xotira va tarmoq trafigidan foydalanish kabi serverning unumdorlik ko'rsatkichlarini muntazam ravishda kuzatib borish tizimning ishlashi haqida qimmatli ma'lumot beradi [6]. Ushbu ko'rsatkichlarni tahlil qilish unumdorlikdagi muammolarni va takomillashtirish lozim bo'lgan sohalarni aniqlashga yordam beradi.

Resurslarni taqsimlash va masshtablash: Markaziy protsessor, xotira va saqlash kabi resurslarni ish yuklamasi talablariga qarab taqsimlang. Masshtablash strategiyalarini amalga oshiring, masalan, vertikal masshtablash (mavjud serverlarga qo'shimcha resurslar qo'shish) yoki gorizontaal masshtablash (ish yuklamasini taqsimlash uchun ko'proq serverlar qo'shish) orqali o'zgaruvchan trafik va ish yuklamasi shablonlariga moslashing.

Yuklamani muvozanatlash: resurslardan samarali foydalanishni ta'minlash va alohida serverlarning ortiqcha yuklanishini oldini olish maqsadida kiruvchi trafikni bir nechta serverlar o'rtasida taqsimlang. Yuklamani muvozanatlash usullari, jumladan aylanma taqsimlash, eng kam ulanishlar soni yoki vaznga asoslangan taqsimlash, trafikni bir tekis taqsimlash va yuqori darajada foydalanish imkoniyatiga erishishga yordam beradi.

Kontent kesh va yetkazib berish tarmoqlari CDN (Content Delivery Network) - bu foydalanuvchilarga veb-kontentni tezkor yetkazib berishni ta'minlaydigan serverlar tarmog'idir: tez-tez ishlatiladigan ma'lumotlar yoki kontentni foydalanuvchilarga yaqinroq saqlash, kechikishni kamaytirish va javob berish tezligini oshirish uchun keshlash mexanizmlarini joriy eting. CDN dan foydalanish geografik jihatdan taqsimlangan chekkadagi serverlardan keshlangan kontentni yetkazib berish orqali uning tezligini yanada oshiradi [7].

Ma'lumotlar bazasining maqbul konfiguratsiyasi: ma'lumotlarni qidirish va qayta ishlash samaradorligini oshirish uchun ma'lumotlar bazasi parametrlari, indeksleri va so'rovlarini aniq sozlang. Ma'lumotlar bazasi unumdorligini oshirish uchun ma'lumotlar bazasini keshlash, ulanishlar to'plamini birlashtirish va so'rovlarni optimallashtirish usullaridan foydalaning.

Avtomatlashtirish va orkestratsiya (Orkestratsiya — bu bir nechta jarayonlar, xizmatlar yoki tizimlarni avtomatik boshqarish, muvofiqlashtirish va tartibga solish jarayoni). Joylashtirish, sozlash va boshqarish vazifalarini optimallashtirish uchun avtomatlashtirish vositalari va orkestratsiya platformalaridan foydalaning. Avtomatlashtirish qo'l bilan aralashuvni kamaytiradi, inson xatolarini minimumga tushiradi va server muhitlarida bir xillikni ta'minlaydi.

Muntazam texnik xizmat ko'rsatish va yangilashlar: dasturiy ta'minotni tuzatish, o'rnatilgan dasturiy ta'minotni yangilash va uskunalarga texnik xizmat ko'rsatish kabi kundalik texnik xizmat ko'rsatish vazifalarini faol ravishda bajarib. Server dasturiy ta'minoti va tizimlarining dolzarbligini saqlab turish xavfsizlik zaifliklarini bartaraf etishga va unumdorlikni optimallashtirishga yordam beradi. Eng avvalo, kompaniya infratuzilmasiga muvofiq server-domen muhitini yaratish muhimdir. Bu yerda ikki subyekt va obyekt nozik jihatni e'tiborga olish lozim.

Subyekt server domeni muhitlarini samarali boshqarish uchun zarur bilim va ko'nikmalarga ega bo'lgan tizim administratorlari, tarmoq muhandislari, DevOps muhandislari yoki bulutli arxitektorlar kabi AT mutaxassislari hisoblanadi [9].

Obyekt serverlar, tarmoq infratuzilmasi, operatsion tizimlar, oraliq dasturiy ta'minot, ma'lumotlar bazalari, ilovalar va xavfsizlik mexanizmlarini o'z ichiga olgan server domenining o'zi hisoblanadi.

Server uskunasi. Server muhitini sozlash va optimallashtirishda e'tiborga olinishi kerak bo'lgan birinchi jihat - server uskunalaridir. Serverning apparat ta'minoti protsessor, xotira, qattiq disklar va tarmoq interfeyslari kabi serverning fizik komponentlarini o'z ichiga oladi.

Server uskunasi optimallashtirish uchun server uskunasi dasturiy ta'minot ehtiyojlarini qondirish uchun yetarli ekanligiga ishonch hosil qilish muhimdir, bu dasturiy ta'minot serverda ishlaydi. Bunga yetarlicha tezkor protsessor, yuklamani qayta ishlash uchun yetarli xotira va ma'lumotlarni saqlash uchun yetarli disk hajmi mavjudligi kiradi.

Yana bir e'tiborga olinishi kerak bo'lgan jihat - an'anaviy qattiq disklar (HDD) o'rniga qattiq holatli to'plagichlardan (SSD) foydalanishdir, chunki ular o'qish va yozish vaqtini qisqartirish orqali server unumdorligini oshirishi va natijada ilovalar va xizmatlarning javob berish vaqtini yaxshilashi mumkin.

Uskunalarni yangilashdan tashqari, server uskunalarning to'g'ri sozlanganligiga ishonch hosil qilish ham muhimdir [3]. Bunga qattiq disk ishdan chiqishi holatida ma'lumotlarni himoya qilish uchun RAID massivlarini (RAID - Redundant Array of Independent Disks "mustaqil diskarning ortiqcha massivi" bu bir nechta jismoniy qattiq diskarni (HDD yoki SSD) bitta mantiqiy tizim sifatida birlashtirish texnologiyasidir) va elektr ta'minotidagi uzilishlar paytida uzluksiz ishlashni ta'minlash uchun quvvat manbalarini (UPS — Uninterruptible Power Supply "uzluksiz quvvat manbai") sozlash kiradi.



1-rasm. Server shkaflariga joylashtirilgan RAID massivlari

Tarmoq infratuzilmasi. Server-domen muhitini sozlash va optimallashtirishda e'tiborga olinishi kerak bo'lgan ikkinchi jihat tarmoq infratuzilmasidir. Tarmoq infratuzilmasiga kommutatorlar, routerlar, tarmoqlararo ekranlar va serverlarni tarmoqning qolgan qismi bilan bog'laydigan boshqa tarmoq uskunalari kiradi.

Tarmoq infratuzilmasini optimallashtirishda tarmoqning to'g'ri loyihalashtirilganligi va sozlanganligiga ishonch hosil qilish muhimdir [5]. Bu tarmoq trafigini uzluksiz uzatish uchun yetarli o'tkazuvchanlik qobiliyati va zaxira ta'minlaydigan tarmoq topologiyasini ishlab chiqishni o'z ichiga oladi.

Shuningdek, kommutatorlar va marshrutizatorlar kabi tarmoq uskunalarni to'g'ri optimallashtirishni ta'minlash uchun sozlash muhimdir. Bunga tarmoq trafigining ustuvorligini belgilash uchun xizmat ko'rsatish sifati (QoS) parametrlarini va tarmoqni ruxsatsiz kirishdan himoya qilish uchun xavfsizlik devorlarini sozlash kiradi.

Operatsion tizim. Server muhitini sozlash va optimallashtirishda e'tiborga olinishi kerak bo'lgan uchinchi jihat operatsion tizimdir. Operatsion tizim serverda ishlaydigan, tizim resurslarini boshqarish, ilovalarni ishga tushirish va xavfsizlik funksiyalarini ta'minlash uchun mas'ul bo'lgan dasturiy ta'minotdir.

Operatsion tizimni optimallashtirish uchun uning to'g'ri sozlanganligiga ishonch hosil qilish muhim. Bunga serverda operatsion tizimning eng so'nggi versiyasi ishlashini ta'minlash, xavfsizlik yangilanishlarini muntazam ravishda o'rnatish va xavfsizlik devori, antivirus dasturi hamda kirish-chiqishni nazorat qilish tizimlari kabi xavfsizlik funksiyalarini sozlash kiradi.

Unumdorlikni oshirish uchun operatsion tizimni moslash ham muhim. Bunga serverni yuqori samarali quvvat sozlamalarini yoqish va keraksiz xizmatlarni o'chirish kabi optimallashtirilgan parametrlardan foydalanishga sozlash kiradi.

Server-domen muhiti uchun operatsion tizimni tanlash tashkilotning o'ziga xos ehtiyojlari va talablari, serverlarda ishlaydigan dasturlar va xizmatlar, shuningdek, muhitni boshqaradigan AT jamoasining ko'nikmalari kabi bir qator omillarga bog'liq bo'ladi.

Ushbu ishda operatsion tizim sifatida Windows Server va Linux asosidagi Ubuntu Server qo'llaniladi.

Amaliy dastur. Server muhitini sozlash va optimallashtirishda e'tiborga olinishi lozim bo'lgan to'rtinchi jihat - bu dasturiy ta'minot. Amaliy dasturiy ta'minot serverda ishlab, foydalanuvchilarga

kerakli funksional imkoniyatlarni ta'minlaydigan dasturiy ta'minotdir. Amaliy dasturiy ta'minotni optimallashtirish uchun uning to'g'ri sozlanganligiga ishonch hosil qilish muhim. Bunga unumdorlikni oshirish maqsadida keshlashtirish va ma'lumotlarni siqishni yoqish kabi optimallashtirilgan sozlamalardan foydalanish, shuningdek ma'lumotlarni himoyalash va ruxsatsiz kirishning oldini olish uchun xavfsizlik sozlamalarini qo'llash kiradi.

Shuningdek, amaliy dasturiy ta'minotning ishlashini kuzatib borish va unumdorlikni optimallashtirish uchun zarur tuzatishlar kiritish muhim. Bu tizim jurnallarini tahlil qilish, markaziy protsessor va xotiradan foydalanish kabi tizim resurslarini nazorat qilish hamda yuzaga kelishi mumkin bo'lgan muammolarni bartaraf etishni o'z ichiga oladi.

Server domen muhitini sozlash va optimallashtirishda e'tiborga olinishi kerak bo'lgan bir qator tavsiyalar mavjud. Bu amaliyotlar quyidagilarni o'z ichiga oladi:

Dasturiy ta'minotni muntazam yangilab turing. Xavfsizlik bo'shliqlarini bartaraf etish va eng so'nggi funksiyalar hamda xato tuzatishlarini qo'llashni ta'minlash uchun server uskunalari, operatsion tizimlar va amaliy dasturiy ta'minotni muntazam ravishda yangilab turish muhim ahamiyatga ega.

Xavfsizlik choralari joriy eting. Xavfsizlik har qanday server muhitining muhim jihati hisoblanadi. Xavfsizlik devorlari, antivirus dasturlari va hujumlarni aniqlash tizimlari kabi xavfsizlik choralari joriy etish muhitingizni ruxsatsiz kirish va boshqa xavfsizlik tahdidlaridan himoya qilishga yordam beradi.

Server uskunalarini optimallashtiring. Oldin muhokama qilinganidek, server uskunalarini optimallashtirish unumdorlik va ishonchlilikni oshirishga yordam beradi. Qattiq disklarni yangilash hamda RAID massivlari va quvvat bloklarini sozlash ma'lumotlarni himoyalash va apparat nosozligi yuz berganda serverning ishlashini ta'minlashga yordam beradi.

Unumdorlikni nazorat qiling. Tizim jurnallari va resurslardan foydalanishni muntazam ravishda kuzatib borish unumdorlik muammolarini jiddiy tus olishidan oldin aniqlashga yordam beradi. Bu administratorlarga serverning ishlashiga ta'sir qilishi mumkin bo'lgan kamchiliklar va boshqa muammolarni aniqlash va bartaraf etish imkonini beradi.

Virtuallashtirishdan foydalaning. VMware va Hyper-V kabi virtuallashtirish texnologiyalari server uskunalarini optimallashtirish va ishonchlilikni oshirishga yordam beradi. Bitta jismoniy serverda bir nechta virtual serverlarni ishga tushirish orqali administratorlar uskunalaridan foydalanishni optimallashtirishlari va uskuna xarajatlarini kamaytirishlari mumkin.

Zaxiralash va tiklash strategiyalarini joriy eting. Ma'lumotlarni himoyalash va favqulodda vaziyatlarda tezkor tiklash imkoniyatini ta'minlash uchun zaxiralash va tiklash strategiyalarini joriy etish muhim ahamiyatga ega. Zaxiralash va tiklash jarayonlarini muntazam ravishda sinab borish ma'lumotlarni tez va minimal yo'qotishlar bilan qayta tiklashni kafolatlashga yordam beradi [10].

Konfiguratsiya va jarayonlarni hujjatlashtiring. Server konfiguratsiyalari va jarayonlarini hujjatlashtirish ma'murlarga serverlar qanday sozlanganligini va jarayonlar qanday bajarilishini tez hamda oson tushunish imkonini beradi. Bu ishdan to'xtash vaqtini qisqartirish va nosozliklarni bartaraf etishni yaxshilashga yordam beradi.

Yuklamani muvozanatlashni joriy eting. Yuklamani muvozanatlash texnologiyalari trafikni bir nechta serverlar o'rtasida taqsimlab, unumdorlik va ishonchlilikni oshirishi mumkin. Bundan tashqari, yuklamani muvozanatlash serverlardan samarali foydalanishni ta'minlagan holda uskunalar xarajatlarini kamaytirishi mumkin.

Muntazam texnik xizmat ko'rsating. Server uskunalarini tozalash va nosoz komponentlarni almashtirish kabi muntazam texnik xizmat ko'rsatish vazifalari serverlarning ishonchli va samarali ishlashini ta'minlashga yordam beradi.

Xulosa. Tobora raqamlashib borayotgan zamonaviy dunyoda, server va domenlarning samarali ishlashi har qanday hajmdagi korxona va tashkilotlar uchun hal qiluvchi ahamiyatga ega. Ushbu muhim tarkibiy qismlar o'rtasidagi uzluksiz o'zaro aloqa tarmoq infratuzilmasining poydevorini tashkil etib, muloqot, ma'lumotlarni saqlash va ilovalarni yetkazib berishni

osonlashtiradi. Biroq, bunday murakkab server domeni muhitini sozlash va optimallashtirish puxta rejalashtirish, texnik bilim va proaktiv yondashuvni talab qiladi. Ushbu maqolada biz yuqori samarali server muhitini yaratishning asosiy jihatlarini o'rgandik, apparat va dasturiy ta'minotni tanlash, tarmoq konfiguratsiyasi, xavfsizlik choralari hamda kengaytirish va favqulodda tiklash strategiyalarini ko'rib chiqdik. Maqola yakunida siz tashkilotingizning barqarorligi, xavfsizligi va moslashuvchanligini ta'minlash orqali server muhitingizning maksimal unumdorligini ta'minlash uchun zarur bo'lgan bilim va g'oyalarga ega bo'ldingiz.

Server muhitini samarali optimallashtirish ko'p qirrali vazifa bo'lib, puxta rejalashtirish, doimiy nazorat va uzluksiz takomillashtirishni talab qiladi. Ushbu maqolada keltirilgan strategiyalarni joriy etish orqali tashkilotlar va shaxslar zamonaviy o'zaro bog'liq dunyoda unumdorlik, ishonchlilik va xavfsizlikni maksimal darajada oshirgan holda o'z server infratuzilmasining to'liq salohiyatini ro'yobga chiqarishlari mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

[1] «Основы администрирования Windows Server 2019: развертывание, настройка и предоставление сетевых служб с помощью Windows Server при подготовке к экзамену МТА 98-365», Беким Даути.

[2] «Администрирование Linux: Руководство по операционной системе Linux и командной строке для администраторов Linux», Джейсон Кэннон.

[3] «Освоение VMware vSphere 6.7», Ник Маршалл, Майк Браун и Скотт Лоу.

[4] «Изучение контейнеров Windows Server», Шрикрант Мачираджу.

[5] «Создание перспективной облачной инфраструктуры: унифицированная архитектура для сетей, безопасности и служб хранения данных», Сильвано Гай и Томас Герберт.

[6] «Инженерия надежности сайта: как Google управляет производственными системами», Бетси Бейер, Крис Джонс, Дженнифер Петофф и Найл Ричард Мерфи.

[7] «Практика администрирования облачных систем: проектирование и эксплуатация больших распределенных систем, том 2», Томас А. Лимончелли, Страта Р. Чалуп и Кристина Дж. Хоган.

[8] «Проектирование надежности сайтов: как Google управляет производственными системами», Найл Ричард Мерфи, Бетси Бейер, Крис Джонс и Дженнифер Петофф.

[9] «Справочник DevOps: Как создать гибкость, надежность и безопасность мирового уровня в технологических организациях», Джин Ким, Патрик Дебуа, Джон Уиллис и Джек Хамбл.

[10] «Администрирование Windows Server 2019 изнутри», Уильям Р. Станек.

IMITATSION HAVO NISHONLARINING MO'ljALLANISHI, QO'LLANILISH SOHALARI, UMUMIY TUZILISHI VA ULARGA BO'LGAN TA'LABLAR

R.X. SATTAROV, D.A. SHERALIYEV

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

Annotatsiya. Ushbu maqola barcha toifadagi harbiy hizmatchilar uchun mo'ljallangan bo'lib, maqolada imitatsion havo nishonlarining turlari va ularning qo'llanilish sohalari, umumiy tuzilishi va ularga qo'yiladigan talablar bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Kalit so'zlar: imitatsion havo nishoni, samolet, vertolyot, UUA, havo hujumidan mudofaa, zenit raketa majmualari, zenit artilleriya majmualari, radiolokatsion stansiyalar, fyuzelyaj.

Аннотация. Статья предназначена для военнослужащих всех степеней. В статье рассматриваются виды имитационных воздушных целей, сфера их применения, общая структура строения а также предъявляемые к ним требования.

Ключевые слова: имитационная воздушная цель, самолёт, вертолёт, БнЛА, противовоздушная оборона, зенитные ракетные комплексы, зенитные артиллерийские комплексы, радиолокационные станции, фюзеляж.

Abstract. This article is intended for all categories of military personnel. It provides information about the types of aerial simulation targets, their fields of application, general structure, and the requirements imposed on them.

Keywords: Simulated aerial target, plane, helicopter, UAV, air defense, anti-aircraft missile systems, anti-aircraft artillery systems, radar stations, the fuselage.

Zamonaviy qurolli to'qnashuvlar tahlili shuni ko'rsatmoqdagi bugungi kunda jangovar harakatlarning aksariyat qismi havo hujumi vositalari zarbalari bilan hal etilmoqda. Bu esa havo hujumidan mudofaa qo'shinlari mutahassislaridan havo nishonlarini yakson etishning yangicha usul va uslublarni ishlab chiqish va amalda sinab ko'rishni ta'lab etadi. Havo hujumidan mudofaa bo'linmalarining amaliy o't ochishi va raketa uchirishining yangicha usul va uslublarni o'rganish, yangi zenit majmualarini sinovlarini o'tkazish talab etiladi. Buning uchun esa zamonaviy havo hujumi vositalarini taqid eta oluvchi imitatsion havo nishonlarini yaratish talab etiladi.



1-rasm. Imitatsion havo nishoni na'munalari

Imitatsion havo nishonlari (IHN) — bu harbiy hizmatchilar (asosan havo hujumidan mudofaa mutahassislari) bilan amaliy mashg'ulotlar, turli tajriba va sinovlarni o'tkazish uchun foydalaniladigan, haqiqiy havo nishonlarining taktik-texnik xususiyatlarini o'zida mujassam etgan maxsus tayyorlangan hamada havo xujumi vositalarini taqid qiluvchi modelidir(1-rasm).

Umuman olganda birinchi imitatsion havo nishoni 1945 yilning kuzida AQShda samolyot shaklidagi nishon ko'rinishida yaratilgan bo'lib u uchuvchilar tarkibini o'quv pavozlari davomida

jangovar qurollardan unga qarata o't ochishni mashq qildirish uchun qo'llanilgan. Ushbu samolet-nishoni uchuvchi tomonidan boshqariluvchi bo'lib Bell R-63 Kingcobra qiruvchi samoletining modifikatsiyasi asosida ixtro qilingan. Uchuvchining xavfsizligini ta'minlash uchun esa samolyot sirti mahsus termik-duralyuminiydan tayyorlangan zirx bilan qoplangan bo'lib, zirxning qalinligi oddiy samoletlarda qo'llaniluvchi zirx qalinligidan 5-10 barovar qalinroq bo'lgan.

Imitatsion havo nishonlari qo'shinlar tayyorgarligida muhim ahamiyatga ega bo'lib, havo hujumidan mudofaa vositalarini - asosan zenit-raketa majmualarini hamda radiolokatsiya stansiyalarni qo'llagan xolda amaliy mashg'ulotlar va jangovar otishlar (raketa uchirishla) o'tkazishda katta ahamiyatga ega. Samoletning oynalari ham zirhlangan bo'lib, otishni o'rganuvchi uchuvchilar samoletgan qo'rg'oshin-plastmassali o'qlar bilan o'q uzishni o'rganganlar. Bell R-63 Kingcobra samolyot-nishonining tezligi 480 km/soat bo'lib 7600 m balandlikgacha ko'tarila olgan.



2-rasm. “Adyutant” imitatsion havo nishoni

Bugungi kunga kelib imitatsion havo nishonlari nafaqat uchuvchilarning o't ochish ko'nikmasini oshirish, balki zenit bo'linmalari mutahasislarining havo nishonlarini qidirib topish, kuzatuvga olish va ularni raketa uchirish yoki ularga o't ochish bilan urib tushurish ko'nikmasini oshirish ham katta ahamiyatni kasb etmoqda. Bunga o'zida samolet, vertolet va raketa tipidagi nishonlarni mujassam etgan “ad'yutant” kabi IHN misol qilish mumkin (2-rasm). Bugungi kunda roy berayotgan qurolli to'qnashuvlar tajribasi shuni ko'rsatmoqdaki jangovar harakatlarning aksariyati aviatsiya va HHM qo'shinlarining ozaro to'qnashuvi bilan boshlanib, g'alabaga esa tomonlardan birining havoda hukumronlikni o'rnatish bilan erishilmoqda. Sababi qo'rolli to'qnashuvning dastlabki bosqichlarida birinchi bo'lib havoda hukumronlikni qo'lga kiritgan tomon absolyut ustunlikga ham erishadi va g'alaba ushbu tomon uchun ta'minlangandir.

Ushbu imitatsion havo nishonlaridan foydalanishning asosiy maqsadi — zenit-raketa va zenit artilleriya majmualari yoki boshqa havo hujumidan mudofaa tizimlarida real vaziyatga yaqinlashtirilgan sharoitda havo nishonlarini qidirib topish, kuzatuvga olish va ularga raketa uchirishni (o't ochishni) mashq qilish hamda radiolokatsion stansiyalarning (shuningdek boshqa zenit vositalarining) taktik texnik xususiyatlarini sinovdan o'tkazishdir.

Bugungi kunda MDX va NATO davlatlarida qo'llaniluvchi imitatsion havo nishonlarining aksariyat qismi o'zaro o'xshash (bir-birining prototipi) bo'lib har birining asosiy sakkiztaliklarining nomlarini keltiramiz

MDX dalatlari armiyalarida eng ko'p foydalaniladigan, asosan Rossiya va Belorusiyada ishlab chiqarilgan imitatsion havo nishonlari: “Мираж”, “Зонд-2”, “АДЬЮТАНТ”, Реис”, “Дань”, “Саман”, “Беркут”, “Фаланга”.

NATO dalatlari armiyalarida eng ko'p foydalaniladigan, asosan AQSh, Buyuk Britaniya va Germaniyada ishlab chiqarilgan imitatsion havo nishonlari: “Unmanned Aerial Vehicle”, “MALD”,

“SAMPSON”, MQM-107 “Strimer”, “Tactical Air Launched Decoy”, BQM-74 “Chikal”, “MICRO-AMES”, “Firberd”.

Ushbu havo nishonlarining ochiq manbalarda berilgan ma'lumotlarni o'rganib chiqib ularning narhi minimal hisobda 40 000\$ dan boshlanib 2 500 000\$ va undan yuqori bo'lishi mumkinligini aytish mumkin. Quruqlikdagi qo'shinlar havo hujumidan mudofaa qo'shinlariga tegishli zenit majmualari uchun bu turdagi imitatsion havo nishonlarini sotib olish va ulardan foydalanish esa o'z o'rnida davlat budjetidan katta sarf harajatlarni talab etadi. Umuman olganda aynan ularning tayyorlanishi texnologiyasi va imitatsion havo nishonlarining tayyor holatdagi maxsulot sifatida narhining qimmatligi ularning asosiy kamchiligi hisoblanadi. Bundan tashqari imitason havo nishonlarining taktik va texnik hususiyatlariga qarab asosiy kamchiliklarini ko'rsatish mumkin, bular:

ko'p marotabali samolet tipidagi imitatsion havo nishonlarini ularni uchirilishidan farqli ravishda o'z joyiga qaytarib yerga qondirish masalasining hal qilinishi doimiy ravishda muammo bo'lib kelganligi;

imitatsion havo nishonining kichik hajmli bo'lib, ammo uning foydali qaytarish yuzasini xosil qilish qurilmasini tayyorlashning murakkabligi;

samolet va raketa tipidagi imitatsion havo nishonlarini boshqaruvi murakkabligi va ularning operatorlarini tayyorlash va o'qitish uchun ko'p vaqt talab etilishi.

zenit raketasining taktik-texnik hususiyatiga mos keluvchi yuqori tezlikka ega nishonni tayyorlash va uning katta masofalarda boshqarilishi ta'minlashning murakkabligi.

Yuqorida keltirilgan imitatsion havo nishonlarini ularning tuzilishi, vazifalari, shakli, parvoz etish usuli, bajaruvchi vazifalari, bortida mavjud jihozlari va boshqa komponentalariga asoslanib, mo'ljallanishiga ko'ra to'rtta, hamda qo'llanilish sohaslarini beshta toifaga ajratish mumkin.

Qo'llanilish sohasidan kelib chiqib imitatsion havo nishonlarini mo'ljallanishiga ko'ra to'rtta turdagi imitatsion nishonlariga ajratish mumkin:

1. Zenit raketa majmualari bilan mashg'ulot o'tkazish (yoki ularni sinovdan o'tkazish) uchun mo'ljallangan imitatsion havo nishonlari;

2. Zenit artilleriya majmualari bilan mashg'ulot o'tkazish yoki ularni sinovdan o'tkazish) uchun mo'ljallangan imitatsion havo nishonlari;

3. Radiolokatsion stansiya hisoblari bilan mashg'ulot o'tkazish (yoki ularni sinovdan o'tkazish) uchun mo'ljallangan imitatsion havo nishonlari;

4. Harbiy uchuvchilarni parvozda o't ochish tayyorgarligini takomillashtirish uchun mo'ljallangan imitatsion havo nishonlari.

Ushbu nishonlar bir marotabali va ko'p marotabali bo'lishi mumkin.

Imitatsion havo nishonlari qo'llaniluvchi asosiy sohaslar:

1. Zenit raketa (artilleriya) majmualarida havo nishonlarini amalda qidirib topish, kuzatuvga olish va unga raketa uchirish (o't ochish) bilan ekipaj va hisoblarida amaliy tajriba hosil qilish va ko'nikmalarini oshirishda.

2. Radiolokatsion post hisoblarining havo nishonlarini qidirib topish, kimga tegishliyligini aniqlash, kuzatuvga olish va zenit raketa va zenit artilleriya bo'linmalarga nishon to'g'risidagi ma'lumotlarni uzatish bo'yicha jangovar ish olib borishni o'rgatishda.

3. Taktik o'quvlarni o'tkazishda o'quv ssenariylarini haqiqiy jang ssenariysiga yaqinlashtirish uchun havo dushmani hujumi va zarbalarini imitatsiyalashda;

4. Avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarining ishchi tizimosti tizimlarining va apparaturalarining halaqitlarga samaradorligini tekshirish, ularni baholash va takomillashtirish uchun tavsiyalar ishlab chiqishda;

5. Qurollanishga qabul qilinayotgan yangi zenit raketa yoki zenit artilleriya majmulari, radiolokatsion stansiyalar va boshqa tizimlarni sinovdan o'tkazishda.

Barcha imitatsion havo nishonlarini ularni qaysi HHVni imitatsiyalash vazifasidan kelib chiqib to'rtta turga umumlashtirish mumkin:

Samolet tipidagi IHN – asosan samolyot tipidagi uchuvchisiz uchish apparatlari ko‘rinishida tayyorlanadi va taktik aviatsiyaning xususiyatlarini taqlid qiladi;

Vertolyot tipidagi IHN - asosan vertolet tipidagi uchuvchisiz uchish apparatlari ko‘rinishida tayyorlanadi va armiya aviatsiyaning xususiyatlarini taqlid qiladi;

UUA va Dronlar tipidagi IHN – asosan kichik o‘lchamli dronlash ko‘rinishida tayyorlanadi va UUA hamda FPV-Dronlari xususiyatlarini taqlid qiladi;

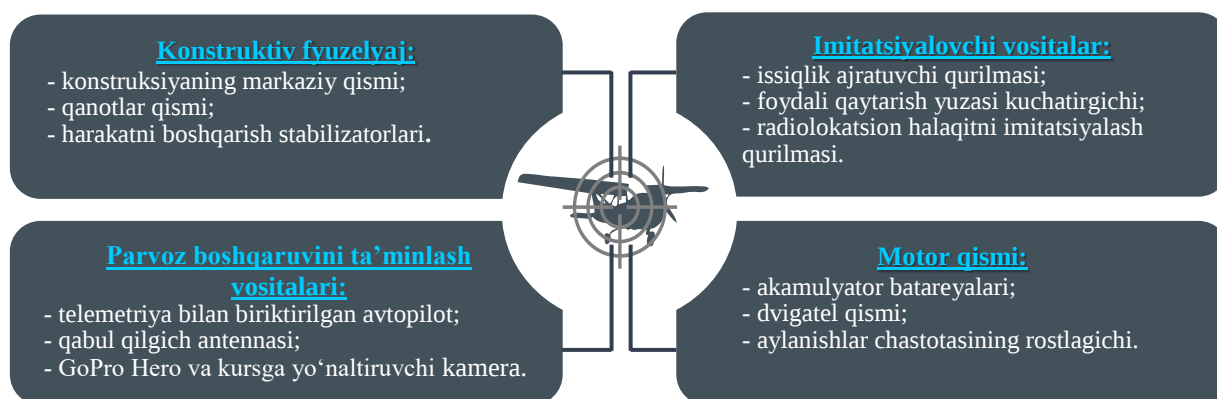
Raketa tipidagi IHN – asosan qanotli raketa ko‘rinishida tayyorlanadi va ballistik, qanotli hamda “havo-yer” tipidagi raketalar xususiyatlarini taqlid qiladi.

Samolet tipidagi IHN o‘zini ikki toifaga ajratish qulay bo‘ladi. Birinchi toifaga yengil samoletlar (qiruvchi, ishg‘ol etuvchi kabi) tipidagi IHN va ikkinchi toifaga katta hajmli (strategik-bomardimonchilari) samoletlarni kiritish mumkin. Qiruvchi, ishg‘ol etuvchi samoletlar tipidagi IHN katta tezlikda harakatlanuvchi, yuqori manevrchanlikka ega bo‘lib, bortida RLS va REK vositalarini imitatsiyalovchi uskunalar bilan jihozlanish imkoniyatiga ega bo‘ladi. Bunga misol Rossiya armiyasida foydalaniladigan, qurolli kuchlar ro‘yhatidan chiqarilgan MiG-23 samoleti bazasida yaratilgan “Zond-2” IHN olish mumkin. Strategik-bombardimonchi samoleti tipidagi IHNga huddu shundan ro‘yhatdan chiqarilgan Tu-16 samolyotidan yasalgan imitatsion nishonlarni misol qilishimiz mumkin. Bu nishonlarning o‘lchamlari bir muncha katta va manevrchanligi kichik bo‘ladi ammo IHNning samarali qaytarish yuzasi ancha katta bo‘ladi.

Vertolyot tipidagi IHN asosan konstruktiv jihatdan vertoletni esga soluvchi, o‘lchami jihatdan bir muncha kichik ammo haqiqiy vertolet tavsiflarini tanqid qila oluvchi Imitatsion havo nishonlari bo‘lib uning jumlasiga AQShning bitta rotorli “single-rotor” va Rossiyaning “Dinamika” ilmiy texnik-tadqiqod universitetida ishlab chiqarilgan BM-B vertolet nishonlarini kiritishimiz mumkin. Bu nishonlar 2,5 km balandliklarda, bir necha yuz kilometr masofaga, 2 soat davomiylikda parvoz qilish imkoniyatiga ega.

UUA va FPV-Dronlar tipidagi IHN aksariyati bir marotabali UUA va dronlar ko‘rinishidagi nishonlardir, ammo nishonni yerga qondirish tizimiga ega ko‘p marotabali IHN ham mavjud. Bir marotabali imitatsion havo nishonlari nisbatan arzonligi bilan ko‘p marotabaliylari esa ko‘p muddat xizmat qila olishi bilan qulaydir. Ushbu tipdagi IHN orasida buksirlanuvchi yani samolet yoki vertoletdan parashyutda tashlanuvchi (bazi xollarda uzun trossga osib havoda sudiraluvchilar ham uchraydi) nishonlar ham mavjud.

Raketa tipidagi IHN bir marotabali bo‘lib, ular tovush tezligidan past, tovush tezligidan yuqori va gippertovushli bo‘lishi mumkin. Uni uchirish joyidan kelib chiqib yerdan uchiriluvchi, havodan (samolet yoki vertoletdan) uchiriluvchi turlariga ajratiladi hamda ballistik, qanotli, “havo-yer” tipidagi va boshqa turdagi raketalarni imitatsiyalash mumkin.



3-расм. Имитационнo havo nishonining umumiy tuzilishi

Imitatsion havo nishonlarining umumiy tuzilishini eng ko‘p qo‘llaniluvchi samolet tipiga mansub imitatsion havo nishoni misolida ko‘rib chiqamiz (3-rasm). Barcha imitatsion havo

nishonlari asosiy tashkil to'rtta tashkil etuvchilarga ajratish mumkin bular: konstruktiv fyuzelyaji, parvoz boshqaruvini ta'minlash vositalari, motor qismi va imitatsiyalovchi vositalar bo'lim bularning ichida imitatsiyalovchi vositalar alohida o'rin egallaydi, sababi u imitatsialovchi havo nishonining asosini tashkil etib usiz nishonimiz oddiy uchuvchisiz uchuvchi apparatga aylanadi qoladi.

Imitatsion havo nishonlariga qo'yiladigan asosiy ta'lablar:

1. Radiolokatsion stansiyalar va zenit raketa majmualarining jangovar ish olib borish ko'rsatkichlari talablariga javob beruvchi IHNning uchish parametrlarining (uchish balandligi va uzoqligi) qanoatlanirilishi.

2. Imitatsion havo nishonining radiolokatsion stansiyalar va zenit raketa majmualarining taktik texnik hususiyatiga mos ravishda samarali qaytarish yuzasi «ЭПР» ning mavjudligi.

3. Issiqlikga yo'naltirishga mo'ljallangan zenit raketa majmualari uchun imitatsion havo nishonida mos xaroratni (issiqlikni) ajratish vositasining mavjudligi.

4. Radiolokatsion stansiya hisoblarini mashq qildirish uchun RLSning ishchi chastotalariga mos keluvchi turli intensivlikdagi halaqitlarni qo'llash vositalarining mavjudligi;

5. Imitatsion havo nishonining uchish tezligini va uning parvozi davomiyligi o'rganuvchilarning talablari va zenit majmualarining jangovar imkoniyatlariga mos kelishi.

6. Imitatsion havo nishonining narhi arzon bo'lishligi.

Xulosa o'rnida shuni aytish joyizki imitatsion havo nishonlari havo hujumidan mudofaa mutahasislarini dushmanning havo hujumi vositalarini qidirib topish, kuzatuvga olish va ularga o't ochish va raketa uchirishni amalda real sharoitlarga yaqinlashtirilgan tarzda o'rgatish, yangi qabul qilingan yoki tamirdan chiqarilgan zenit majmualarini real sharoitlarda sinovdan o'tkazishda muhim ahamiyatga ega. Imitatsion havo nishonlarini sotib olishdan ko'ra esa o'zimizda mavjud zenit raketa, zenit artilleriya majmualari va radiolokatsion stansiyalarning taktik-texnik hususiyatlariga mos keluvchi, va yuqorida keltirilgan ta'lablarni inobatga olib havo nishonlarini yaratish esa anchagina arzon tushadi va davlat iqtisodietiga birmuncha foyda keltiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

[1] M.I.Palushenko // "Имитаторы воздушных целей и воздушные мишени-скрытые крылатые ракеты" M.I. Palushenko. Moskva – 2021. 278 b.

[2] B.D.Orkin // "Имитационное моделирование воздушного боя истребителей" A.B.Shirokard. Moskva – 1999 йил.

[3] V.S.Moiseyev // "Комплексы бортового оборудования перспективных беспилотных вертолетов" V.S.Moiseyev. Moskva – 2024 йил.

[4] A.B.Shirokard / "Дроны. Оружие XXI века" A.B.Shirokard. Moskva – 2016 йил.

[5] Rossiya Federatsiyasining Rosstip.ru internet portali [Elektron manbaa]. – Rejim dostupa: <http://rosstip.ru/patents/425275-sposob> – murojat qilish sanasi 27.09.2025 yil.

К ВОПРОСУ ОБ ОСНОВАХ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ РАДИОЛОКАЦИОННОГО ОПОЗНАВАНИЯ

З.Ё. АХМЕДОВ

Институт информационно-коммуникационных технологий и военной связи УВБнО ВС РУ

Аннотация. В данной статье описаны общие сведения о системе опознавания воздушных целей в войсковой ПВО и принципы построения систем опознавания воздушных целей.

Ключевые слова: система радиолокационного опознавания (СРЛО), радиолокационное опознавание (РЛО), пароль, запросчик, свой, чужой, наземный радиолокационный.

Annotatsiya. Ushbu maqolada qo'shin havo mudofaasi tarkibidagi havo nishonlarini aniqlash tizimi haqida umumiy ma'lumotlar va havo nishonlarini aniqlash tizimlarini qurish prinsiplari bayon etilgan.

Kalit so'zlar: radiolokatsion tanituv tizimi, parol, so'rovchi, o'zimizniki, begona, yerdagi radiolokatsion so'rovchi.

Эффективность борьбы со средствами воздушного нападения противника и обеспечение безопасности полетов своей авиации в зоне действий огневых средств войск противовоздушной обороны Сухопутных войск в значительной мере зависят от достоверности опознавания, т.е. от правильности ответа на вопрос: «Принадлежит ли обнаруженный и опознаваемый воздушный объект к своим вооруженным силам («свой» или «чужой»)»?

В последнее время актуальность этой проблемы возросла по следующим причинам:

увеличилось количество огневых средств ПВО в Сухопутных войсках и повысилась эффективность их стрельбы;

усложнилось опознавание за счет большого количества СВН, своей истребительной авиации, одновременно действующих в зоне разведки;

значительно возросла сложность аппаратуры опознавания.

Под системой радиолокационное опознавание (СРЛО) понимается совокупность аппаратных средств, установленных на опознающих и опознаваемых объектах, а также комплекс организационных мероприятий, предназначенный для установления государственной принадлежности объектов по принципу «свой–чужой» и получения индивидуальной информации от своих объектов.

Системы РЛО могут быть построены по беззапросному или запросно-ответному принципам. Беззапросная система РЛО основана на синхронизированном излучении сигналов опознавания передатчиком, установленным на опознаваемом объекте без запросов и их приеме наземными приемниками с последующим сопоставлением с эхо-сигналами РЛС. Для синхронизации передачи сигналов опознавания и работы наземного приемника может быть использована система единого времени. Однако из-за сложности этой синхронизации беззапросная система РЛО в настоящее время практического применения не находит.

Запросно-ответная система РЛО реализует активный метод радиолокации с активным ответом и включает в свой состав запросные и ответные устройства [1]. Система РЛО основывается на использовании запросно-ответного (активного) принципа радиолокации с кодированием излучаемых сигналов.

Любой из объектов (рис. 1) может быть опознающим и опознаваемым. Для войсковой ПВО опознающими объектами являются наземные радиолокационные запросчики (НРЗ), входящие в состав РЛС и ЗРК, а опознаваемыми – самолетные (вертолетные) радиолокационные ответчики (СРО). Для береговой ПВО дополнительными объектами опознавания могут быть корабельные ответчики.



Рис. 1. Объекты системы радиолокационного опознавания

Процесс радиолокационного опознавания воздушных целей заключается в обмене информацией между НРЗ и СРО. Запросчики излучают запросные сигналы (ЗС), а ответчики принимают их и автоматически вырабатывают и излучают ответные сигналы (ОС). Для затруднения противнику возможности имитации запросные и ответные сигналы кодируются по различным параметрам. Ответные сигналы могут содержать как общую информацию (общее опознавание), так и индивидуальную информацию о самолете (индивидуальное опознавание). [2]

Система радиолокационного опознавания государственной принадлежности предназначена для решения следующих задач:

опознавание воздушных объектов (ВО), оборудованных ответчиками и обнаруженных РЛС;

индивидуальное опознавание ВО, оборудованных ответчиками, для наведения своих самолетов, находящихся вне зоны видимости РЛС, на самолеты противника, и контроль за воздушной обстановкой.

определение координат воздушных объектов, подающих сигналы «ТРЕВОГА» и «БЕДСТВИЕ».

По характеру взаимодействия с РЛС НРЗ могут быть: совмещенные, автономные, комбинированные.

Совмещенные используют частотный канал РЛС для выполнения функций обнаружения и опознавания, а в качестве сигналов запроса используются зондирующие импульсы РЛС. Достоинством совмещенной СРЛО является простота, поскольку не требуется иметь специальный запросчик. К основным недостаткам совмещенной СРЛО следует отнести:

необходимость иметь на борту своего летательного аппарата несколько ответчиков, частотные диапазоны работы которых соответствуют диапазонам работы РЛС;

ответчики будут отвечать в течение длительного времени, пока происходит облучение самолета РЛС. Это повышает вероятность разведки и имитации противником ответного кода;

невозможность опознавания самолета без наличия РЛС [3].

В связи с указанными недостатками совмещенные СРЛО в настоящее время не используются. Автономные используют специально выделенный им частотный канал. В этих НРЗ формирование запросного сигнала происходит без участия РЛС в специальном запросчике, который осуществляет также прием и расшифровку ответного сигнала СРО. Связь с РЛС в автономной СРЛО осуществляется путем синхронизации работы запросчика импульсами запуска РЛС, что позволяет жестко «привязать» ответные сигналы к отраженным и наблюдать их совместно на индикаторе. Недостатком автономной системы является низкая разрешающая способность по угловым координатам. Это связано с тем, что по соображениям электромагнитной совместимости система радиолокационного опознавания выполняется в дециметровом диапазоне волн и для получения высокой

разрешающей способности по угловым координатам требуются громоздкие антенны, что не всегда выполнимо по соображениям мобильности НРЗ системы РЛО.

Комбинированные (совмещенные двухканальные) используют для опознавания два частотных канала: канал РЛС и канал НРЗ. При этом запросный сигнал представляет собой комбинацию из высокочастотных сигналов РЛС и запросчика, излучаемых на различных частотах. Прием и расшифровка ответных сигналов осуществляется в запросчике. В комбинированной СРЛО ответчик имеет два приемника – один для сигналов запроса, а второй для зондирующих импульсов РЛС. Ответный сигнал в ответчике формируется только тогда, когда на его вход одновременно поступают оба сигнала – РЛС и запросчика. Поскольку ответ происходит только при одновременном облучении самолета сигналами запросчика и РЛС, в комбинированной СРЛО можно получить такую же разрешающую способность по угловым координатам, как и у РЛС.

Современные СРЛО строятся по принципу автономных или комбинированных систем. При этом комбинированные системы могут применяться только при сопряжении НРЗ с РЛС, работающими в определенном диапазоне частот. Из РЛС войсковой ПВО в таком диапазоне частот работает только дальномер 1РЛ128ДМ1, поэтому только для него возможно использование комбинированной системы, которая применяется наряду с автономной. В остальных РЛС войсковой ПВО может применяться только режим автономного запроса [4]. По конструктивному оформлению антенны НРЗ подразделяют совмещенные и разнесенные варианты построения антенн. При совмещенном варианте построения антенна НРЗ находится на одном вращающемся устройстве с антенной РЛС. При разнесенном варианте антенны находятся на разных вращающихся частях. Также расположение аппаратуры может быть встроенное (в составе аппаратуры РЛС) и отдельное (аппаратура НРЗ располагается в отдельной аппаратной машине).

В войсках ПВО СВ опознавание осуществляется с помощью систем запросно-ответного типа «Пароль» и «Кремний-2М». Система «Кремний-2М» получена путем доработки системы «Кремний -2» и начала функционировать с 1964 года. В 1977 году на вооружение принята новая система РЛО «Пароль», которая предназначена для замены «Кремния-2М», и с января 1978 года системы «Кремний-2М» и «Пароль» работали одновременно.

Поскольку процесс замены системы «Кремний-2М» был длительным, в системе «Пароль» была предусмотрена возможность опознавания 26 объектов, оборудованных как новыми ответчиками, так и ответчиками системы «Кремний-2М». С этой целью в системе «Пароль», по существу, были реализованы две подсистемы:

«Кремний-2М» – с сохранением рабочего диапазона частот (он условно назван III), структуры запросных и ответных сигналов, режимов работы;

«Пароль» – с введением нового диапазона частот (он условно назван VII), криптографического кодирования, имитостойких режимов работы.

Предполагалось, что по окончании переходного периода подсистема «Кремний-2М» будет изъята, и система «Пароль» будет работать только в VII диапазоне частот. Все РЛС нового парка в дальнейшем выпускались только с НРЗ «Пароль», на РЛС старого парка изъятие аппаратуры «Кремний-2М» и установка «Пароля» осуществлялось при проведении капитального ремонта на заводах, а также специальными бригадами представителей промышленности.

С 1995 года на территории стран СНГ имеющийся в средствах системы «ПАРОЛЬ» III диапазон волн системы «КРЕМНИЙ-2М» для опознавания обнаруживаемых объектов не используется и применяется только как дополнительный (вспомогательный) канал контроля воздушного пространства.

В этом же году был определен порядок опознавания воздушных объектов, согласно которому общее радиолокационное опознавание объектов производится самостоятельно операторами (вахтенными операторами) РЛС, экипажами самолетов (летчиками)

немедленно: при обнаружении нового объекта; после выхода объекта из помех; при пересечении трасс объектов с признаками «свой» и «чужой»; при разделении трассы (отметки обнаружения) объекта с признаком «свой»; при взятии цели на сопровождение и непосредственно перед пуском ракет (стрельбой); при поступлении сигнала «Тревога» или «Бедствие».

В остальных случаях общее опознавание объектов производится при необходимости уточнения государственной принадлежности целей [5].

Заключение о государственной принадлежности обнаруженного объекта делается оператором РЛС по индикатору кругового обзора (ИКО), а при работе в составе АСУ – устройством предварительной обработки радиолокационной информации (РЛИ).

Заключение.

Таким образом, система радиолокационного опознавания является необходимым элементом для обеспечения безопасности воздушных операций и эффективной работы средств ПВО. НРЗ, особенно в составе комбинированных и автономных систем, значительно повышают точность и надежность радиолокационного опознавания. Использование нескольких частотных каналов и возможность работы в различных диапазонах частот делают систему более защищенной от помех и попыток противника имитировать ответные сигналы. Это увеличивает стойкость системы к радиоэлектронным помехам и улучшает защиту от средств радиоэлектронной борьбы (РЭБ). Но одной из основных проблем является ограниченная мобильность автономных НРЗ из-за размеров антенн и необходимости работы в дециметровом диапазоне. Для достижения высокой угловой разрешающей способности необходимы громоздкие антенны, что ограничивает возможности в условиях боевых операций, где мобильность имеет критическое значение.

Современные НРЗ являются критически важными компонентами системы радиолокационного опознавания, обеспечивая высокую точность и безопасность в зонах с интенсивной воздушной активностью. В условиях постоянно меняющихся угроз и технологий, важно продолжать развивать и совершенствовать эти системы с учетом новых технологий и методов защиты, а также усиливать их интеграцию в общую структуру ПВО для повышения эффективности борьбы с воздушными угрозами. Одним из перспективных направлений развития НРЗ является внедрение технологий мультиспектрального опознавания, где в дополнение к радиолокационным системам будут использоваться инфракрасные и оптические сенсоры для получения более точной информации о воздушной цели. Это повысит надежность опознавания в сложных метеорологических условиях или при использовании средств маскировки. Важно учитывать глобальные тренды в разработке и стандартизации радиолокационных систем. Например, системы РЛС и НРЗ НАТО и другие международные стандарты в области опознавания воздушных объектов. Применение унифицированных протоколов и алгоритмов позволит значительно ускорить взаимодействие между союзниками и повысить эффективность многонациональных операций.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

- [1] Бескровный А.М., Матвеев А.М., Калюжный А.И. Устройство средств радиолокационной разведки. Устройство РЛС П-18.- Киев: КВЗРИУ, 1986. [1]
- [2] Буйских Н.В., Варич В.В. Устройство РЛС разведки. Общие сведения о РЛС 9С15М.- Смоленск: ВА ПВО СВ, 1990. [2]
- [3] Козлов Н.А. Техническое обеспечение боевых действий радиотехнических подразделений и частей войсковой ПВО. Смоленск: СВИУРЭ, 1991. [3]
- [4] Кузнецов М.Н. Устройство РЛС разведки. Радиолокационная станция разведки и целеуказания 1Л13 «Небо-СВ». - Смоленск: ВА ПВО СВ, 1992. [4]
- [5] Основы построения РЛС обнаружения войск ПВО СВ/Под редакцией С.Д. Колчерина – Киев: КВЗРИУ, 1974.

DAVLAT CHEGARASINI BUZUVCHILAR TOMONIDAN NAZORAT IZ-YO'LAKLARIGA QOLDIRILGAN IZLARINI TAHLIL QILISHDA ZAMONAVIY TEXNOLOGIYALARNING O'RNI VA IMKONIYATLARI

N.Q. NAJIMOV

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

Annotatsiya. Ushbu maqolada davlat chegarasibuzuvchilari tomonidan nazorat-iz yo'laklarida qoldirilgan izlarni tahlil qilish uchun zamonaviy texnologiyalardan foydalanishning dolzarbligi ko'rib chiqiladi. Masofaviy monitoring, biometrik usullar, ma'lumotlarni qayta ishlashning intellektual tizimlari, chegara qo'riqlash texnik vositalari bilan integratsiyalashuv samaradorligi tahlil qilinmoqda. Yangi texnologiyalarni joriy etish natijalari namuna sifatida tajriba loyihalari yordamida taqdim etilgan. Keyingi rivojlanish istiqbollari va zamonaviy texnologiyalarni qo'llash bilan bog'liq yuzaga kelishi mumkin bo'lgan muammolar muhokama qilinadi.

Kalit so'zlar: davlat chegarasi, nazorat iz-yo'lagii, iz tahlili, uchuvchisiz uchish apparatlari, biometrika, sun'iy intellekt, chegara nazorati.

Аннотация. В статье рассматривается актуальность использования современных технологий для анализа следов, оставленных нарушителями государственной границы на контрольно-следовой полосе. Анализируется эффективность применения дистанционного мониторинга, биометрических методов, интеллектуальных систем обработки данных и интеграции с информационными системами пограничного контроля. Рассматриваются перспективы дальнейшего развития и возможные вызовы, связанные с применением данных технологий.

Ключевые слова: государственная граница, контрольно-следовая полоса, анализ следов, беспилотные летательные аппараты, биометрия, искусственный интеллект, пограничный контроль.

Dunyoda sodir etilayotgan globallashtirish jarayonlari insoniyat hayotining barcha jabhalariga chuqur ta'sir ko'rsatmoqda. Xususan, milliy xavfsizlik, davlat sarhadlarini himoya qilish va chegara sohalarida raqamli texnologiyalarning joriy etilishi zamon talabiga aylanib bormoqda. Jahon miqyosida transchegaraviy tahdidlar, noqonuniy migrasiya, terrorizm, qochqinlar oqimi, narkotik va qurol-yarog' kontrabandasi kabi muammolarning ortishi har qanday davlatlarni chegara xavfsizligini yanada kuchaytirishga undamoqda.

Jahon miqyosidagi murakkab jarayonlarni va mamlakatimiz bosib o'tgan taraqqiyot natijalarini chuqur tahlil qilgan holda, O'zbekiston Respublikasi Prezidenti- Qurolli Kuchlar Bosh qo'mondoni tomonidan tasdiqlangan "O'zbekiston – 2030" strategiyasining "Xavfsiz va tinchliksevar davlat" tamoyiliga asoslangan siyosatni izchil davom ettirish hamda mudofaa va xavfsizlik sohasida innovatsiyalarni tadbiq etish bo'yicha 99-maqсадidagi vazifalarida:

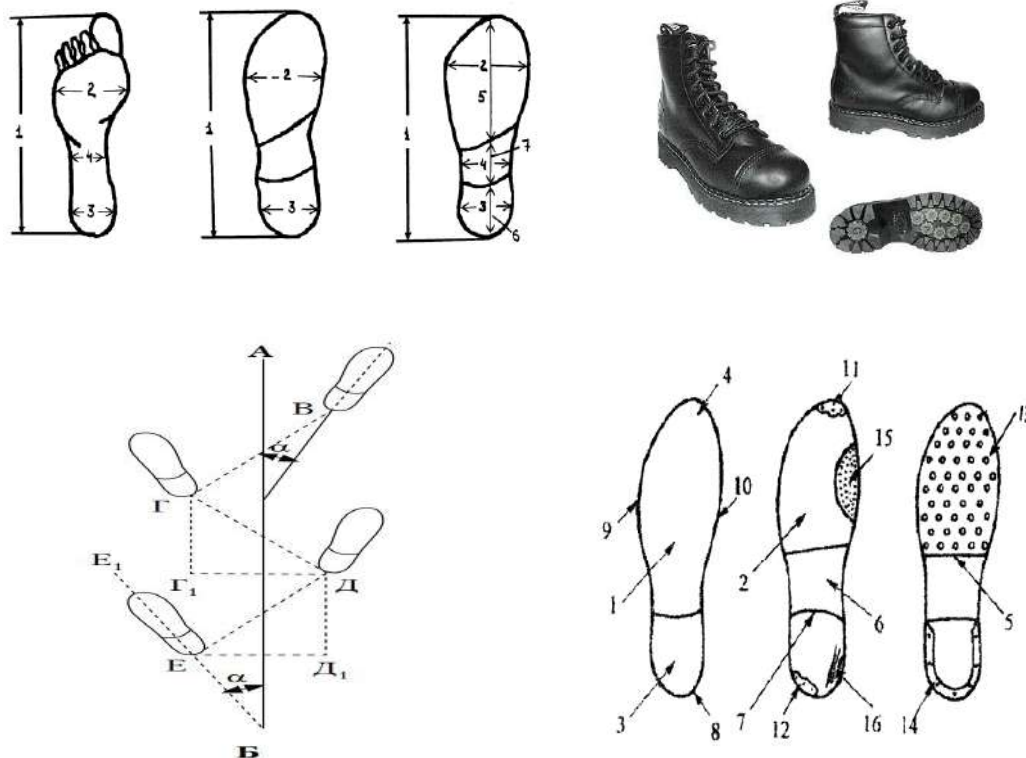
davlat chegarasini qo'riqlash va himoya qilishga raqamli videokuzatuv vositalari, uchuvchisiz uchish apparatlari va ularga qarshi kurashish tizimlarini keng joriy qilish, shuningdek, ulardan samarali foydalana oladigan malakali mutaxassislarni tayyorlash hamda qayta tayyorlash;

davlat chegarasi xavfsizligini ta'minlash jarayoniga sun'iy intellekt texnologiyalarini keng joriy qilish bo'yicha vazifalar belgilab berilgan [2].

Yuqoridagilardan ko'rinib turibdiki, axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan, sun'iy intellekt, biometrik identifikatsiya, intellektual videokuzatuv qo'riqlash tizimlari, dronlar, aqlli sensorlar kabi innovation yechimlardan foydalanish orqali chegara xavfsizligini ta'minlashni yangi bosqichga olib chiqish muhim vazifa hisoblanadi [1].

Davlat chegarasi buzuvchilarining izlarini qayd etishga mo'ljallangan nazorat iz-yo'laklaridan noqonuniy kesib utgan chegara buzuvchilar tomonidan qoldirilgan izlarini qisqa vaqt oralig'ida o'rganish va ularni tahlil qilish muhim ahamiyat kasb etadi.

Hammamizga ma'lum hozirgi kungda chegara buzuvchilari tomonidan nazorat iz-yo'laklarga qoldirilgan izlarni an'anaviy usullar orqali urganishda harakat yo'nalishlarini, ularning soni va izlarning muddatini aniqlash uchun bir nechta o'xshash alomatlarni qidirib topish lozim. Odam izlarini tavsiflashda quyidagi besh xususiyatdan foydalaniladi o'lcham, poyabzal turi, poyabzal rasmi, ishqalangan joyi; og'irlik tushgan joylari haqidagi xususiyatdan foydalaniladi [3-4].



1-rasm. Odam oyog'i izlarini tavsiflash

O'lcham. Odam oyog'ining izi o'lchanganda to'rtta o'lcham olinadi: izning umumiy uzunligini o'lchami (tovon oxiridan barmoq uchigacha); oyoq kaftining kengligi (tagcharmning eng keng joyi); tovonning kengligi (poshnaning eng keng joyi); oyoq yuzining eng tor joyi. Bu o'lchamlar izning (tamg'aning) umumiy konturi bo'yicha olinadi. O'lchamlar poyabzal o'lchamlarida emas, santimetrlarda beriladi [5].

Poyabzal turi. Dunyo aholisining poyabzallari o'zining alohida xususiyatlariga ega va tajribali izquvar shaharliklar qanday poyabzal turlarini-yu, qishloq aholisi, u yoki bu kasb egalari va millat vakillari esa - qandayini afzal ko'rishlarini biladi. Quyida poyabzal turi izlarining tavsifi keltiriladi:

poshnasiz - tagcharm va tovon o'rtasida ajratib turuvchi chegara bo'lmaydi. Poshnasiz poyabzallarga misollar: sportga oid krossovkalar, sandallar, uy poyabzali, shippaklar, ish botinkalari, turistik botinkalar;

poshnali - poshna va tagcharmning qolgan qismi o'rtasida aniq chegara bor. Poshnali poyabzalga misollar: ko'chada kiyadigan modeli etiklar, turistik botinkalar, harbiy botinkalar (etiklar), og'ir ishlar uchun botinkalar.

Tagcharm rasmi. Poyabzal, o'zining belgilanishiga qarab, tuproq bilan turli darajadagi birikishni ta'minlaydi va o'ziga xos amortizatsiya xususiyatiga ega. Izquvarlar poyabzal tagcharmining rasmini og'zaki ta'riflashni, uning alohida tuzilishini, shuningdek, poyabzal rasmi eskizi va tuzilishini og'zaki tavsifi bo'yicha bilishlari kerak [6].

Odam oyog'i izlarini o'lchash: a) oyoq yuzi izi; b) poyabzal izi:

1. Izning umumiy uzunligi
2. Oyoq kafti va poyabzal tagcharmi tamg'asining kengligi
3. Tovon va poshna tamg'asining kengligi
4. Oyoq yuzining qubbasi va tagcharm o'rta qismi tamg'asining kengligi
5. Tagcharm tamg'asining uzunligi
6. Poshna tamg'asining uzunligi
7. Tagcharm o'rta qismining uzunligi

Poyabzal rasmi va tuzilishining og'zaki tavsifi: poshnalar (oldingi qirrasini egilgan yoki to'g'ri, savdo markasi, mixlar uchun teshigi, nag'allari); uchlari (o'tkir, yumaloq, to'rtburchak, oraliq shaklida); rasmi - chiziqlari (to'g'ri, to'lqinli, uzlukli, uzluksiz, aniq, aniqmas, diagonal, mayda va yirik to'rli, «singan sarja», to'g'ri tilim, uzlukli tilimlar), - doiralari («tovus ko'zi», nuqtalar, surg'ichli, yarim doirali, yoyli, nurli, quyosh nuri bilan), - kvadratlar va to'g'ri to'rtburchaklar (to'g'ri burchakli tishlar, emblemalar savdo markasi bilan), - boshqa naqshlar (romblar, uchburchaklar, strelkalar, tangalar, donadorli, uyalar, vaflari gulidek, yulduzlar, «tagcharm taglikda», taqali, ikki chiziqli).

Yedirilish joylari. Ko'p yedirilgan joylar poyabzal egasining jismoniy xususiyatlarini ko'rsatishi mumkin: tashqi qirraning ko'p yedirilishi oyoqlari qiyshiq odamlar uchun xosdir; ichki qirraning ko'proq yedirilishi tizzalari ichkariga qayrilgan odam uchun xosdir; ichki tomonning ko'proq yedirilishi keng, prujinaga o'xshash yurishning; poshnaning ko'p yedirilishi esa og'ir yurishning alomatidir [6-7].

Ortiqcha og'irlik tushgan joylar. Ortiqcha og'irlik tushgan joylar izning eng chuqur joylari hisoblanadi. Ortiqcha og'irlik tushgan joyning holati bo'yicha quyidagilarni bilish mumkin:

harakat yo'nalishining keskin o'zgarganligini: chap oyoq chap tomonga ketib qolgan bo'lsa, ortiqcha og'irlik tushgan joy o'ng oyoq izining ichki tomonida, o'ng oyoq o'ng tomonga ketib qolgan bo'lsa - chap oyoq izining ichki tomonida; chapga ketganda, o'ng oyoq bilan chap oyoq ustidan hatlab o'tilganda, ortiqcha og'irlik tushgan joy chap oyoq izining tashqi tomonida; o'ngga ketganda, chap oyoq bilan o'ng oyoq ustidan hatlab o'tilganda, ortiqcha og'irlik tushgan joy o'ng oyoq izining tashqi tomonida bo'ladi;

yuklar olib o'tilganligini: ortiqcha og'irlik tushgan joylar tagcharmning oldingi qismi va uchi bo'ladi;

harakat tezligining o'zgarganligini (yugurish - oyoq uchlari chuqur ezilishlar qoldiradi); qadam uzunligining oshganligini.

Ketma-ket tamg'alangan izlarning majmuasi izlar yo'lkasi deb ataladi. Odamning oyoq izlari yo'lkasining elementlari bo'lib quyidagilar hisoblanadi:

harakat chizig'i - o'ng va chap oyoq izlari o'rtasidan o'tuvchi, hayoliy o'q chizig'i;

qadam uzunligi - o'ng va chap oyoq izlari ketma-ket qoldirgan ikki bir xil nuqta orasidagi masofa;

qo'yilgan oyoqlar kengligi - o'ng va chap oyoq izlari orasidagi ko'ndalang masofa;

yurish chizig'i - poshna (tovon) izlari o'rtasidagi nuqtalarni ketma-ket birlashtiruvchi chiziq

Izlar yo'lkasining elementlari.

Izlar yo'lkasi bo'yicha chegara buzuvchisi harakatinining yo'nalishi va tezligini, uning jinsi, jismoniy holati va qadam tashlashining o'ziga xos xususiyatlarini, shuningdek, chegara buzuvchilarining soni, ularning yuk bilan yoki yuksiz ekanligini aniqlash mumkin.

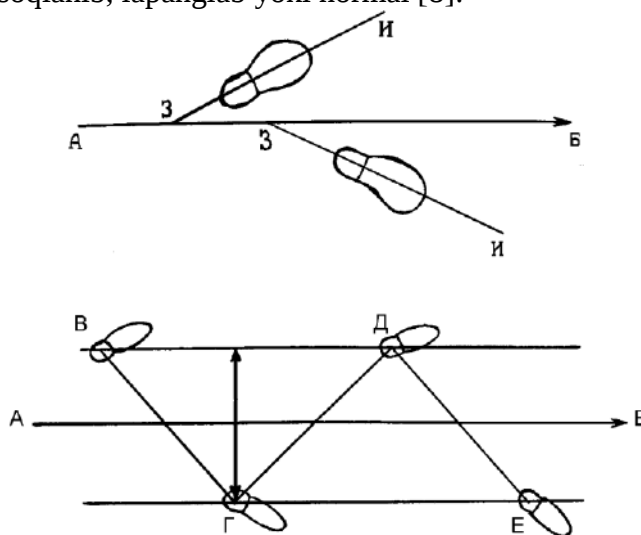
Odam qadam tashlashini o'ziga xos xususiyatlari haqida xulosaga kelish uchun: qadam uzunligi, oyoq yuzining ochilganligi, oyoq yuzining orientatsiyasi kabi xususiyatlarini tadqiqot qilish kerak. Mana shu uch xususiyat asosida izlar qoldirgan odamning ruhiy va jismoniy holati haqida bir fikrga kelish mumkin.

Qadam uzunligi deb ketma-ket joylashgan ikki oyoq tamg'asining orqa qirralari orasidagi masofaga aytiladi. Qadam uzunligi odam bo'yining va uning harakati tezligini ko'rsatkichi hisoblanadi. Bunda, erkaklarning qadami - sekin yurganda 70-80 sm, tez yurganda 90 sm,

yugurganda 100-110 sm bo'lishini bilish zarur. Keksa va kasal odamlarning qadami qisqaroq bo'ladi.

Oyoq yuzlarining ochilganligi deb o'ng va chap oyoq izlarining qanchalik keng ochilganligini ko'rsatuvchi masofaga aytiladi. Ochilish kattaligi sonlar kengligi yoki odamning to'laligiga (belning kengligiga) bog'liq. Bundan tashqari, oyoq yuzlarining ochilganligi bo'yicha olib o'tilgan yukning oldinda yoki orqada ekanligini aniqlash mumkin.

Oyoq yuzining orientatsiyasi odam qanday oyoq qo'yishini ko'rsatadi: uchlari bilan ichkariga, parallel yoki uchlari tashqariga. Oyoq yuzining orientatsiyasi bo'yicha odam qanday yurishi haqida fikr yuritish mumkin: oqsoqlanib, lapanglab yoki normal [8].



2-rasm. Iz yo'lkasining elementlari:

(AB - harakat chizig'i, BG - qadam uzunligi, BGDE - qadam chizig'i, GЖ - qo'yilgan oyoqlar kengligi, ИЗБ - oyoq yuzi burilishining burchagi, ЗИ - oyoq yuzining o'qi)

Izlarni o'qish uchun ularni tadqiqot qilish usullarini egallash va turli qadam tashlashlarning o'ziga xos xususiyatlarini bilish zarur [9-10].

Izlarni o'rganishda quyidagi omillarni hisobga olish zarur:

normal harakatlanish (tovon birinchi bo'lib yerga qo'yiladi, bosim oyoq yuzining tashqi tomoniga tushadi, oyoq uchi bilan itarilib, qadam uzunligi 60-75 sm ni tashkil etadi);

tez harakatlanish (oyoq uchi egatcha qoldiradi, qadam ikki martagacha uzayadi);

yashirin harakatlanish (qadam uzunligi normal harakatga nisbatan qisqaroq, oyoq uchi tuproqqa juda kuchsiz cho'kadi, oyoq to'liq tagcharmga qo'yiladi);

chekinish (harakat orqa bilan oldinga, oyoq uchi iz ichida chuqurcha qoldiradi);

izlarni chalkashtirish (yo'qotish - izlarni o'chirishga urinish; «izlarni yo'qotish» joylarini odatda, to'g'ri egatchalar ko'rsatadi, bir necha odam izma-iz bosadi: izlarning tashqi konturlari ikkilanadi);

yuk olib o'tish (qadam qisqaradi, oyoq yuzlari keng ochib tashlanadi, ortiqcha og'irlik tushgan joylar - oyoq yuzining oldingi qismi va uchiga bo'ladi);

charchashlik (tovonlar sudraladi, oyoq yuzasining hammasi sudraladi, qadam qisqaradi);

shoshib qolish (qadam qisqaradi, bir joyda turib qolinadi);

qiyalik bo'yicha harakatlanish (yuqoriga - oyoq uchining tamg'asi chuqurroq, pastga - butun tagcharmning tamg'asi chuqur emas);

qorong'ida harakatlanish (odam butoqlarga qoqiladi, odam narsalarni bosadi);

ehtiyotkorlik (odam har tomonga qarab buriladi, odam orqaga o'giriladi, tez-tez to'xtaydi);

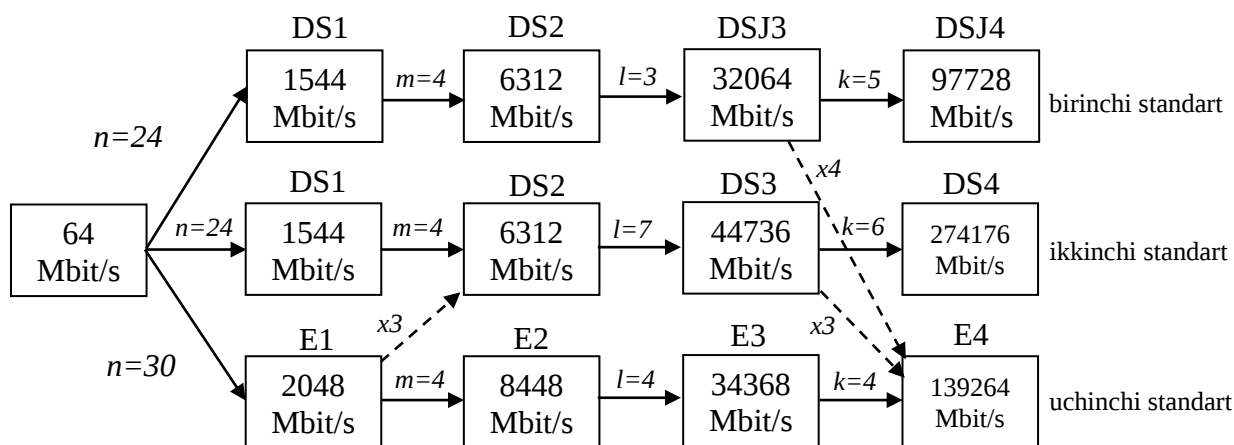
jangovar tartibda harakatlanish (izlar saflanish bo'lganligini ko'rsatadi, perimetr bo'yicha xavfsizlikni ta'minlovchi saflanishni qo'llash).

Yuqoridagi an'anaviy usullar orqali izlarni o'rganishni inobatga va tahlil qilgan holda, iz belgilarini tahlil qilishni Kriminalistika misollarida zamonaviy texnologiyalar yordamida kurib chiqamiz.

1. Masofaviy monitoring va sensor texnologiyalari yordamida: Issiqlik va infraqizil kameralari bilan jihozlangan uchuvchisiz uchish apparatlaridan (UAV) foydalangan holda masofaviy kuzatuv usullari orqali Davlat chegarasining chegara naryadlari tomonidan borishi qiyin bo'lgan sohalarini 24/7 kuzatish imkonini beradi [11]. Infraqizil va tebranish sensorlari harakatlarni qayd qiladi va ma'lumotlarning nazorat markazlariga tezkor uzatilishini ta'minlaydi, bu esa chegaraga bostirib kirishga urinishlarga tezkor javob berishga yordam beradi.

2. Biometrik va jismoniy izlarni tahlil qilish. Zamonaviy izlarni tahlil qilish usullari 3D skanerlash va fotogrammetriyani o'z ichiga oladi, ular oyoq izlari va boshqa jismoniy izlarning batafsil xaritasini ta'minlaydi. Tuproq namunalari, tolalar va biologik qoldiqlarning kimyoviy va biologik tahlili qonunbuzarlarning individual xususiyatlarini aniqlash imkonini beradi. Ushbu usullar identifikatsiyaning aniqligini oshiradi va noto'g'ri xulosalar chiqarish ehtimolini kamaytiradi [12].

3. Sun'iy intellekt va ma'lumotlarni aqlli qayta ishlash. Mashinani o'rganish va sun'iy intellekt algoritmlarini amalga oshirish sensorli tizimlar va kameralaridan katta hajmdagi ma'lumotlarni tahlil qilish, iz turlarini, harakat yo'nalishlarini va xatti-harakatlardagi anomalialarni aniqlash imkonini beradi. Naqshlarni tahlil qilish asosida qoidabuzarliklar yo'nalishini bashorat qilish modellari chegarachilar harakatlarini aniqroq rejalashtirishga yordam beradi.



3-rasm. Izlarni tahlil qilishda intellektual algoritmlarning multipleksirlash va kross-multipleksirlash sxemasi

4. Axborot tizimlari bilan integratsiya.

Axborot tizimlari, shu jumladan o'tmishdagi qoidabuzarliklarning ma'lumotlar bazalari, shuningdek, geografik axborot tizimlari (GIS) ma'lumotlarni har tomonlama tahlil qilishni ta'minlaydi va qaror qabul qilishni tezlashtiradi. Mobil qurilmalar chegarachilarga to'g'ridan-to'g'ri dalada ma'lumotlarni tezkor qabul qilish va uzatish imkonini beradi.

Xulosa o'rnida shuni alohida ta'kidlash joizki, zamonaviy texnologiyalardan foydalanish chegara nazoratining samaradorligi, aniqligi va xavfsizligini oshiradi. Jarayonlarni avtomatlashtirish inson omilining ta'sirini kamaytiradi va nazorat qilish imkonini beradi [13].

Nazorat iz yo'laklarida chegara buzuvchilar tomonidan qoldirilgan izlarini tahlil qilishda zamonaviy texnologiyalardan foydalanish davlat chegaralarini qo'riqlash samaradorligini oshirishga xizmat qiluvchi istiqbolli yo'nalish hisoblanadi. Masofaviy usullar, biometrik tahlil va ma'lumotlarni aqlli qayta ishlash huquqbuzarliklarga urinishlarni tezda aniqlash va oldini olish imkonini beradi. Keyingi rivojlanish axloqiy va huquqiy muammolarni hal qilishni, shuningdek, mavjud chegara nazorati tizimiga yangi texnik vositalarni integratsiyalashni talab qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

- [1] Ivanov, I.I., Petrov, P.P. "Chegara nazoratida uchuvchisiz havo vositalaridan foydalanish" // Xavfsizlik byulleteni. - 2022. - No 3. - 45-52-betlar.
- [2] Sidorov, A.A. "Biometrik izlarni tahlil qilishning zamonaviy usullari" // Sud ekspertizasi jurnali. – 2021. – jild. 18, № 2. - bet. 78-84.
- [3] Kozlova E.V., Nikolaev V.D. Milliy xavfsizlik tizimidagi sun'iy intellekt // Axborot texnologiyalari. – 2023. – No 1. – bet. 30-39.
- [4] Smirnov M.N. Chegara xizmatlarida avtomatlashtirish texnologiyalari // Texnik jurnal. – 2020. – No 4. – B. 65-71.
- [5] Иванов И.И., Петров П.П. Использование беспилотных летательных аппаратов в пограничном контроле // Вестник безопасности. – 2022. – №3. – С. 45-52.
- [6] Сидоров А.А. Современные методы биометрического анализа следов // Журнал криминалистики. – 2021. – Т. 18, №2. – С. 78-84.
- [7] Козлова Е.В., Николаев В.Д. Искусственный интеллект в системе государственной безопасности // Информационные технологии. – 2023. – №1. – С. 30-39.
- [8] Смирнов М.Н. Технологии автоматизации в пограничных службах // Технический журнал. – 2020. – №4. – С. 65-71.
- [9] Ignatev N.A., Usmanov R.N., Madraximov Sh.F. Berilganlarning intellektual tahlili. – T.: "MUMTOZ SO'Z", 2018. -136 b.
- [10] Nigmatov H. "Intellektual tizimlar" talabalar uchun o'quv qo'llanma/ Toshkent – 2019. 136 bet
- [11] Гафаров Ф.М. Искусственные нейронные сети и приложения: учеб. пособие / Ф.М. Гафаров, А.Ф. Галимянов. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2018. 121 с.
- [12] Jaksimov D.B., Raximov A.A. Sun'iy intellekt va neyroto'rli texnologiyalar // O'quv qo'llanma – Toshkent 2021 y. AKT va AHI bosmaxonasi - 120 b.
- [13] Круг П.Г. Нейронные сети и нейрокомпьютеры: Учебное пособие по курсу «Микропроцессоры». – М.: Издательство МЭИ, 2002. – 176 с.

HARBIY TA'LIM SOHASIGA DUAL TA'LIM TIZIMINI TATBIQ
ETISHNING AHAMIYATI VA ISTIQBOLLARI*t.f.n, dotsent Sh.K. QURBANOV,**dotsent Q.M. ABDUSATTAROV, dotsent D.O'. ALLAYAROV**O'R HX va MU Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari va harbiy aloqa instituti*

Annotatsiya. Maqolada dual ta'lim tizimining mazmuni, rivojlanish bosqichlari va amalga oshirilish mexanizmlari tahlil qilinagan. Xususan, mazkur ta'lim shaklining o'quvchilarni nazariy bilim bilan birga real ish muhitida amaliy ko'nikmalar bilan ta'minlash imkoniyatlari ko'rib chiqilgan. O'zbekistonda dual ta'limni joriy etish uchun davlat siyosati, qonunchilik bazasi va maktab–korxona hamkorlik modellari haqida ma'lumot berilgan. Shuningdek, tizimning iqtisodiyot va bandlik sohasida yaratishi kutilayotgan foydasi, o'ziga xos muammolari va keyingi rivojlanish istiqbollari muhokama qilingan.

Kalit so'zlar: dual ta'lim, mehnat bozori, o'quv muassasalar, harbiy ta'lim, ish beruvchi, korxona, tashkilot, nazariya va amaliyot, shartnoma.

Аннотация. В статье анализируются содержание, этапы развития и механизмы реализации дуальной системы образования. В частности, рассматриваются возможности этой формы обучения в предоставлении студентам практических навыков в условиях реальной производственной деятельности наряду с теоретическими знаниями. Приводится информация о государственной политике, законодательной базе и моделях взаимодействия школ и предприятий по внедрению дуального образования в Узбекистане. Также рассматриваются ожидаемые преимущества системы в экономике и сфере занятости, её специфические проблемы и перспективы дальнейшего развития.

Ключевые слова: дуальное образование, рынок труда, учебные заведения, военное образование, работодатель, предприятие, организация, теория и практика, контракт.

Abstract. This article analyzes the content, stages of development, and implementation mechanisms of the dual education system. Specifically, it examines the potential of this form of education to provide students with practical skills in real-world production settings alongside theoretical knowledge. It provides information on government policy, the legislative framework, and models of interaction between schools and enterprises to implement dual education in Uzbekistan. It also examines the system's expected economic and employment benefits, its specific challenges, and prospects for further development.

Keywords: dual education, labor market, educational institutions, military education, employer, enterprise, organization, theory and practice, contract.

Hozirgi zamon ta'lim tizimida nazariya bilan amaliyotni uyg'unlashtirish masalasi juda muhim ahamiyat kasb etadi. Shu nuqtai nazardan, dual ta'lim tizimi - ta'limning zamonaviy, mehnat bozori talablariga javob beradigan samarali shakli hisoblanadi. U kursantlar, ta'lim muassasasi va ish beruvchi o'rtasidagi hamkorlikni ta'minlab, yuqori malakali mutaxassislar tayyorlashga xizmat qiladi.

Bugungi kunda harbiy kadrlar tayyorlash tizimi oldida turgan asosiy vazifa - nazariy bilimga ega bo'lgan, bir vaqtning o'zida amaliyotda ham tayyor, zamonaviy texnologiyalarni qo'llay oladigan mutaxassislarni yetishtirishdan iborat. Shu nuqtai nazardan dual ta'lim tizimini harbiy ta'lim jarayoniga joriy etish harbiy soha uchun strategik ahamiyatga ega. Dual ta'lim nazariya va amaliyotni uyg'unlashtirgan holda kadrlar sifatini oshirishga xizmat qiladi.

“Dual” so'zi lotinchadagi dualis so'zidan olingan bo'lib, “ikki tomonlama”, “qo'shaloq” ma'nosini anglatadi. Dual ta'lim - bu nazariy bilim olish (o'quv muassasasida) bilan amaliy ko'nikmalarni shakllantirish (ish joyida)ni uyg'unlashtirgan tizimdir.

Dual ta'limning asosiy prinsiplari: nazariya va amaliyot uyg'unligi - ta'limning ikki asosiy tarkibiy qismi bir vaqtda amalga oshiriladi; ta'lim muassasasi, ish beruvchi va davlat hamkorligi - tizimning barqaror ishlashi uchun uch tomonlama sheriklik zarur; kasbiy standartlar asosida ta'lim berish - mehnat bozori talablariga mos mutaxassis tayyorlash; talabani mehnat faoliyatiga tayyorlash - o'qish jarayonida real ish muhitiga moslashtirish. nazariya va amaliyot uyg'unligi - ta'limning ikki asosiy tarkibiy qismi bir vaqtda amalga oshiriladi; ta'lim muassasasi, ish beruvchi va davlat hamkorligi - tizimning barqaror ishlashi uchun uch tomonlama sheriklik zarur; kasbiy standartlar asosida ta'lim berish - mehnat bozori talablariga mos mutaxassis tayyorlash; talabani mehnat faoliyatiga tayyorlash - o'qish jarayonida real ish muhitiga moslashtirish.

Dual ta'limning harbiy ta'limdagi afzalliklari: harbiy kadrlar amalda tayyor holda xizmatga yo'naltiradi; ta'lim muassasasi va harbiy qismlar o'rtasida uzviy hamkorlik vujudga keladi; kursantlarning jismoniy va psixologik tayyorgarligi kuchayadi; texnika va qurol-aslahalar bilan ishlashda ishonch va tezkorlik oshadi; harbiy intizom va mas'uliyat hissi amaliy muhitda shakllanadi.

Harbiy ta'limda dual tizimni joriy etishning asosiy yo'nalishlari quyidagilardan iborat:

Nazariy fanlar bilan amaliy mashg'ulotlarni integratsiyalash. Harbiy ta'lim muassasalarida o'qitilayotgan fanlarning amaliy qo'llanishini harbiy qismlardagi amaliyot bilan bog'lash. Masalan, taktik (texnik) tayyorgarlik, o'q-dori, qurol-aslaha va harbiy texnikalarni boshqarish, razvedka usullari va turli jangovar sharoitda sinovdan o'tkazish.

Harbiy qismlar bilan doimiy hamkorlik tizimini yo'lga qo'yish. Harbiy ta'lim muassasalari kursantlarini o'qishning ma'lum qismida to'g'ridan-to'g'ri harbiy qismlarda xizmat o'tab, haqiqiy boshqaruv va texnik jarayonlarda ishtirok etishi.

Harbiy qismlarda tajribali ofitserlar kursantlarning amaliy o'quv jarayonini boshqarib boradi. Bu esa kursantlarning kasbiy qobiliyati va intizomini rivojlantiradi.

Zamonaviy texnologiyalarni harbiy amaliyotga joriy etish. Dual tizim asosida o'qitilayotgan kadrlar dronlar, sun'iy intellekt tizimlari, raqamli xarita va navigatsiya vositalari bilan ishlashni amaliyotda o'rganadi.

Raqamli ta'lim va simulyatsiya tizimlaridan foydalanish. Harbiy mashg'ulotlarni virtual muhitda simulyatsiya qilish orqali real holatlarga yaqin sharoit yaratish imkoniyatini ortadi. Bu xavfsizlikni ta'minlab, o'quv samaradorligini oshiradi.

Harbiy ta'limga tatbiq qilishda e'tibor bo'lishi kerak bo'lgan jihatlar: korxona/ishlab chiqarish bazalari bilan hamkorlik, amaliyot-nazariy uyg'unlik, harbiy xizmat tadbirlari bilan kasbiy ta'limni integratsiyalash.

Dual ta'lim avvalo korxonalarga kadrlarni «buyurtma bo'yicha» tayyorlash, ularning o'z talablariga yuqori darajada mos kelishini ta'minlash imkonini yaratadi. Shunday qilib, korxonalar xodimlarni izlash va tanlash, qayta tayyorlash va moslashtirish borasida vaqtdan va naqddan yutadi. O'z navbatida, talabalar birinchi kursdanoq amaliyot o'tash uchun aniq joyga ega bo'lib, shuningdek ta'lim muassasasida nimani va nega o'rganayotganliklari haqida aniq tushuncha xosil qiladilar.

Xorijiy davlatlarda dual yoki dualga yaqin ta'lim tizimi asosan fuqarolik kasblari uchun joriy qilingan, ammo harbiy tayyorgarlik yoki harbiy xizmatdan keyingi kadrlar tayyorlash sohasida ham qo'llanish bosqichlari mavjud.

Yetakchi xorijiy davlatlar jumladan Germaniya, Koreya, Avstriya, Shveysariya va Turkiyada dual ta'lim tizimini (garchi harbiy sohada to'liq ma'lum bo'lmagan jihatlari bo'lsa-da) rivojlanishi, xorijiy davlatlar bo'yicha tizimning umumiy xususiyatlari, harbiy (yoki harbiyga yaqin) tarkibdagi qo'llanilishini ko'rib chiqamiz.

Germaniya. Germaniya dual ta'lim tizimining asoschisi hisoblanadi. Xozirda bu davlatning tajribasi nafaqat Yevropa Ittifoqi, balki boshqa davlatlar uchun ham namuna xisoblanadi. Germaniya kasb-hunar ta'limi rivojlangan murabbiylik instituti, amaliyotga yo'naltirilgan ta'lim va kadrlar tayyorlashda biznesning faol ishtiroki bilan tavsiflanadi.

Kasbiy ta'limning dual tizimi sifatida ma'lum bo'lgan Germaniya qo'sh ta'lim tizimi noyob bo'lib, boshqa mamlakatlar ta'lim tizimlaridan ustuvor jihatlari bilan farqlanadi. Mana bir necha asosiy farqlar: dual tizim Germaniya kasb-hunar ta'limining markaziy unsuri bo'lib, «dual» deb nomlanadi, chunki o'qitish ikki joyda – korxonada va kasb-hunar bilim yurtida olib boriladi.

O'qish muddati ikki yildan uch yarim yilgacha. Palatalar tomonidan o'tkaziladigan bitiruv imtihoni ta'limni yakunlaydi va o'quvchilarga o'qishni muvaffaqiyatli tamomlaganliklarini tasdiqlovchi sertifikat beriladi. Germaniyada kasb-hunar ta'limining dual tizimi asosini tashkil etuvchi amaliyot va nazariyaning uyg'unligi katta muvaffaqiyat qozongan va xalqaro miqyosda e'tirof etilgan.

Muvaffaqiyatning asosiy omillaridan biri ta'lim muassasalari va korxonalar o'rtasidagi hamkorlikdir: ikki tomonlama tizimda kasb-hunar maktablari va xususiy kompaniyalar o'rtasidagi yaqin hamkorlik muhim rol o'ynaydi.

Dual ta'lim tizimi ildizlari XVIII–XIX asrlarda Germaniyadagi kasb-hunar ta'lim maktablari faoliyatidan boshlanadi.

XIX asr oxiriga kelib sanoat inqilobi davrida ishchi kuchiga talab ortib, ishlab chiqarish bilan ta'limni bog'lash zarurati paydo bo'ldi. 1960–1970-yillarda Germaniyada dual ta'lim tizimi davlat siyosati darajasiga ko'tarildi. 1969 yilda qabul qilingan “Kasb ta'limi to'g'risidagi qonun (Berufsbildungsgesetz)” bu sohani huquqiy jihatdan mustahkamladi. Keyinchalik Avstriya, Shveysariya, Finlyandiya, Koreya va Turkiya kabi davlatlar ta'limiga Germaniya tajribasi - ilg'or namuna sifatida joriy qilinadi.

Germaniyada dual ta'limning asosiy xususiyati - talabalarning 60–70% vaqtni ish joyida, 30–40% vaqtni o'quv muassasasida o'tkazadilar. Korxonalar (tashkilotlar) ta'lim jarayonida, o'quv dasturini ishlab chiqishda faol ishtirok etadi hamda talabalarga ish haqi to'laydi va bitiruvchilarni ishga qabul qilishdi. Bu tizim Germaniyaning iqtisodiy barqarorligi va ishsizlik darajasining pastligida muhim o'rin egallagan.

Bundeswehr (Germaniya Qurolli Kuchlari) tomonidan xizmat vaqtida va xizmatdan keyin mutaxassisliklarni tayyorlash hamda ularni kasbiy malakasini oshirish bo'yicha mexanizmlari takomillashtirilgan. Masalan, “Berufsförderungsdienst Bundeswehr” (Qurolli Kuchlar kasbini rivojlantirish xizmati) harbiy xizmatchilarga harbiy xizmatdan oldin, haqiqiy harbiy xizmat davomida va xizmatdan keyingi tajribalar orqali tayyorgarlikdan o'tkaziladi (1-rasm).



1-rasm. Bundeswehr harbiy xizmatchilari harbiy xizmat davomida

Germaniyada ushbu tizimda korxonalar, ta'lim muassasalari va davlat hamkorligi juda yuqori - bu esa harbiy sohada kadr tayyorlashda muhim o'rin egallaydi. Bu borada, harbiy xizmatchilarning xizmatdagi va xizmatdan keyingi malaka oshirish uchun mexanizmlari ham mavjud, bu harbiy xizmatchilarning fuqarolik hayotiga o'tishini osonlashtiradi.

Janubiy Koreyada Germaniya modeli asosida ishlab chiqilgan dual ta'lim tizimi - Ausbildung - 36 oylik dastur ko'rinishida amalga oshiriladi. Bunda, 24 oy amaliyot (OJT) va 12 oy nazariy ta'lim ko'zda tutilgan. Ushbu dasturda ta'lim oluvchilar ish beruvchi bilan mehnat shartnomasi tuzadi va haq to'lanadigan stajirovkada jalb qilinadi. Dasturda erkaklar uchun harbiy xizmati bilan muvofiqlashuv mexanizmi mavjud. “male trainees” uchun texnikalarga xizmat ko'rsatish bo'yicha

dasturda ikkinchi yilda harbiy xizmatini mashg'ulot bilan bir vaqtda olib borish mumkin. Bundan tashqari, harbiy xizmatdan fuqarolikka ketish bo'yicha tayyorgarlik ko'rish, ijtimoiy malaka berish uchun kasbiy tayyorlash dasturlari ham amalga oshiriladi. Masalan, Kyungbok University xaqiqiy harbiy xizmatdagi yoki tez orada zahiraga bo'shatiladigan harbiy xizmatchilar uchun xususiy kasbiy ta'lim kurslarini tashkil etgan.

Koreyada harbiy xizmat bilan ish beruvchi tashkilot, korxonalar (frot orti ta'minoti, texnikalarga xizmat ko'rsatish va ta'mirlash, IT, aloqa sohalari va boshqalar) bilan uzviy aloqa yaratilgan (2-rasm), bu esa Qurolli kuchlar uchun zahira harbiy mutaxassislarni tayyorlash imkonini kengaytiradi.



2-rasm. Koreyada harbiy xizmat bilan ish beruvchi tashkilot bilan uzviy aloqa jarayoni

Avstriyada dual ta'lim (apprentisip) tizimi — kompaniyada amaliy o'qish + kasbiy maktabda nazariy ta'limni birlashtiradi. Ushbu tizimda kadrlarni tayyorlash odatda 2dan 4 yilgacha bo'lib, ko'p hollarda taxminan tizim 3 yillik mo'ljalangan. Maktabdagi kurslar “den-reliz”, “blok-reliz” yoki mavsumiy tarzda tashkil etiladi. Ta'lim bo'yicha kompaniya, ta'lim muassasasi va davlat (muqobil ravishda federal va yerlik tuzilmalar) hamkorlikda ishtirok etadi. Avstriyada dual tizimning asosan fuqarolik kasblari uchun shakllanganligi aniq, biroq harbiy sohaga yaqin aloqada bo'lgan mutaxassisliklarni yani texnik yo'nalishlarda (masalan, muhandislik, texnik o'quv-amaliyot) kadrlarni tayyorlashda ushbu modeldan foydalaniladi. Davlat, ta'lim muassasasi va ish beruvchi (korxona) o'rtasidagi yaqin hamkorlik dual tizim samaradorligini oshirishda muhim o'rin tutadi.

Shveysariyada kasb-hunarli ta'lim tizimi (VET) asosan dual modelga asoslanib, ish joyidagi mashg'ulotlar + kasbiy maktabda ta'limi orqali amalga oshiriladi. Ta'limning taqriban 60-80% qismi kompaniya (ish joyi)da, 20-40% qismi maktabda bo'ladi. Ta'limdan keyin oliy kasbiy ta'lim (tertiary B) yo'nalishlari orqali yuqori malakalarga o'tish imkonini beradi. Harbiy ta'limning dual shaklda texnik kasblarda (masalan, harbiy texnika, logistika-xizmatlar) dual yoki dualga yaqin yo'nalishlardan foydalaniladi - chunki ushbu davlatda kasb-hunar ta'limi juda kuchli rivojlangan. Shuningdek, harbiy xizmatdan keyingi kasbiy tayyorlash (kadrlarni texnik yo'nalishda malakasini oshirish va qayta tayyorlash) uchun dual komponentlarning integratsiyasi mavjud. Shveysariya tajribasi - dual modelning juda samarali va mehnat bozoriga tez kirish imkonini beradigan tizim ekanligi tasdiqlangan.

Turkiyada kasb-texnik ta'lim (VET) va apprenticesip tizimi dual xususiyatga ega bo'lib, maktabda nazariy ta'lim va ish joyida amaliy mashg'ulotlar birlashtirilgan. Mehnat vazirligi va ta'lim vazirligi tomonidan korxonalarda ishlab bo'lgan talabalar uchun apprenticesip kelishuvlari, sinov mashg'ulotlar tashkil etilgan. Turkiyada harbiy ta'lim muassasalari (masalan, Milli Savunma Universiteti) ham mavjud bo'lib, ularda maxsus harbiy texnikalar, uchuvchisiz uchush apparatlari, aloqa vositalari va boshqa sohalar bo'yicha harbiy ofitser kadrlar tayyorlanadi (3-rasm). Masalan, harbiy uchuvchi (texnik) mutaxassislari tayyorlashda dual yoki dualga yaqin modellardan sohaga yaqinlashtirilgan yaratilgan tizimdan foydalagan holda harbiy soha mutaxassislari tayyorlash yo'lga qo'yilgan.



3-rasm. Turkiyada harbiy ta'lim muassasasida ofitser kadrlar tayyorlash jarayoni

O'zbekistonda harbiy dual ta'limni yo'lga qo'yishda Turkiyaning texnik harbiy mutaxassisliklar uchun maxsus ta'lim muassasalari tajribasini o'rganish foydali bo'lishi mumkin. Bu sohada maxsus kadrlar tayyorlash, korxona/qism munosabatlari va nazariy + amaliy komponentlar uyg'unligini ta'minlash muhim. O'zbekistonga ushbu tajribalarni olib kirishda yetakchi xorijiy mamlakatlar misollari foydali bo'lishi mumkin - ammo ularni to'g'ridan-to'g'ri ko'chirib olmasdan, mahalliy sharoitlarga moslashtirgan holda yangilash zarur. Shu bilan birga, O'zbekiston sharoitidan farqli ravishda, Germaniyada harbiy-ta'lim va dual ta'lim orasida to'g'ridan-to'g'ri aloqa bo'lgan modellar darajasi yuqori emas.

O'zbekistonda harbiy ta'limda ushbu modelni joriy qilishda texnik yo'nalishlar (muhandislik, kommunikatsiya, logistika) bilan boshlab, keyinchalik harbiy sohada dual modelni tatbiq etishda kompaniya o'rnini harbiy qismlar (korxonalar o'rnida) egallasa, ushbu tajriba samarali bo'lishi mumkin. Texnik yo'nalishlar avvaldan rivojlangan mamlakatlarning tajribalarini o'zlashtirib, harbiy qismlarda shartlarni yaratish muhim.

O'zbekistonda Dual ta'lim tizimining rivojlanish bosqichlari. O'zbekistonda dual ta'lim g'oyasi 2017–2019 yillarda ta'lim tizimi islohotlari jarayonida ilk bor joriy etilgan. 2020 yilda Germaniyaning GIZ tashkiloti bilan hamkorlikda bir nechta kollej va texnikumlarda sinov loyihalari amalga oshirildi. 2022 yildan boshlab, Toshkent, Samarqand, Buxoro, Namangan viloyatlaridagi kasb-hunar maktablari va oliy ta'lim muassasalarida dual ta'lim elementlari joriy etildi. Hozirgi kunda "UzAuto Motors", "Artel", "Ucell", "Uztelecom" kabi yirik kompaniyalar dual ta'lim dasturlarida ishtirok etmoqda. Davlat tomonidan "Kasb ta'limi to'g'risida"gi qonun loyihasiga dual ta'lim bo'yicha alohida moddalar kiritildi. Dual ta'lim orqali bitiruvchilar ish joyidagi amaliyotni olgan bo'ladi, bu esa ularning ishga joylashish imkoniyatini 2–3 barobar oshiradi.

Korxonalar va ta'lim muassasalari o'rtasidagi uzviy hamkorlik ishlab chiqarishdagi innovatsiyalarni tezroq joriy etishga xizmat qiladi. Dual ta'lim orqali kadrlar tayyorlash standartlari aniq va zamonaviy talablarga moslashgan holda shakllanadi. Germaniya, Koreya, Avstriya va Shveysariya tajribalarini o'rganish asosida O'zbekistonda ilg'or dual modellar rivojlantirilmoqda. Kelgusida onlayn simulyatsiyalar, virtual amaliyotlar, raqamli platforma orqali ish va o'qish jarayonlarini birlashtirish rejalashtirilgan.

O'zbekiston Respublikasining harbiy ta'lim tizimi bosqichma-bosqich modernizatsiya qilinmoqda. Bu borada, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2025- yildagi "Mudofaa vazirligi harbiy kadrlarni tayyorlash tizimini transformatsiya qilishga oid qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida"gi tegishli qarori asosan, Qurolli Kuchlar akademiyasi isloh qilinib, uning negizida O'zbekiston Respublikasi harbiy xavfsizlik va mudofaa universiteti tashkil etildi, unga ko'ra Mudofaa vazirligining barcha harbiy ta'lim muassasalari – 5 ta institut, Serjantlar tayyorlash oliy maktabi hamda Aviatsiya va uchuvchisiz uchish apparatlari mutaxassislarini tayyorlash markazi institut maqomida mazkur universitet tarkibiga o'tkaziladi. Bu markazlashgan vertikal tizimni hosil qilib, qo'shinlarning jangovar salohiyatini oshirish, dual ta'limni kengaytirish, ilmiy tadqiqotlarni amaliyotga tatbiq etishga xizmat qiladi. Masalan, Serjantlar tayyorlash oliy maktabida armiyaning asosiy tayanchi bo'lgan serjantlarni o'qitish, ularda yetakchilik qobiliyatini shakllantirish,

zamonaviy qurollar va yangi taktik usullar bo'yicha ko'nikmalarini oshirishning yangi tizimi joriy etildi. Endilikda ushbu universitetda – tor doiradagi harbiy kadrlarni ixtisosliklar bo'yicha tayyorlash “2+2” tartibi yo'lga qo'yilish rejalashtirilgan. Bu esa Harbiy ta'lim muassasalarni tayyorlash tizimi amaliyot va nazariyani uyg'unlashtirish holda islohotlar amalga oshiriladi. Qolaversa, oliy harbiy ta'lim muassasalarining 36 ta ta'lim yo'nalishi bitiruvchilari biryo'la ikkita diplom – fuqarolik va harbiy kasbga mo'ljallangan mutaxassislik egasi bo'ladi. Bu ularning harbiy xizmatdan keyingi faoliyatida fuqarolik yo'nalishida ishlashlari uchun imkon beradi.

Dual ta'lim modelini ushbu muassasalarda to'liq tatbiq etish orqali kadrlar tayyorlash sifati yanada oshishi mumkin. Bu o'z navbatida milliy xavfsizlikni ta'minlashga xizmat qiladi.

Xulosa, qilib aytganda Germaniya, Avstriya, Shveysariya va Turkiya - dual yoki dualga yaqin ta'lim modellarini rivojlantirgan davlatlar sarasiga kirib, harbiy sohada ushbu modelning to'liq namunasi ochiq aks etmagan, ammo texnik va mutaxassislik yo'nalishlarida qo'llanilishi mumkinligi ko'rsatilmoqda. O'zbekistonda harbiy ta'limga dual modelni tatbiq etishda ushbu davlatlarning tajribalari asosiy manba bo'lib kelmoqda, davlat-korxona/qism-ta'lim muassasasi hamkorligi, amaliy va nazariy o'quvlarning uyg'unlashuvi, kadrlarni tayyorlash va kelgusi ishlab chiqish mexanizmiga alohida etibor qaratilmoqda. Bugungi kunda harbiy yo'nalishda (texnika, logistika, kommunikatsiya, IT, va boshqalar) dual ta'limni joriy etish - mamlakat mudofaa tizimining kadrlar tayyorlash qobiliyatini oshirishga xizmat qilishi mumkin. Dual ta'limni harbiy ta'lim tizimiga tatbiq etish - bu kadrlar tayyorlashning yangi bosqichiga olib chiqadigan ilg'or yo'nalishdir. U harbiy xizmatchilarning kasbiy tayyorgarligini oshiradi, ularni zamonaviy talablarga javob beradigan mutaxassislar sifatida shakllantiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

- [1] Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). Berufsbildungsgesetz (BBiG), Berlin, 1969.
- [2] OECD (2023). Vocational Education and Training Systems in Germany, Austria and Switzerland.
- [3] UNESCO (2021). The Future of Technical and Vocational Education and Training (TVET).
- [4] GIZ Uzbekistan (2022). Dual Education Pilot Project Report.
- [5] Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2021 йил 17 августдаги 517-сон қарори.
- [6] Президент Фармони ПФ–81, 2022 йил 10 март.
- [7] Р. Холиқов. “Дуал таълим тизими ва унинг афзалликлари.” Касб таълими журнали, №2, 2023.
- [8] М. Ахмедов. “Ўзбекистонда дуал таълимнинг ривожланиш истикболлари.” Таълим ва инновациялар, №4, 2024.

HARBIY TA'LIM YO'NALISHIDA MAXSUS FANLARNI O'QITISHNING XUSUSIY JIHATLARI

dotsent A.B. SOLIYEV

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

Annotatsiya. *Ushbu maqolada harbiy ta'lim muassasalarida harbiy fanlarni o'qitishning o'ziga xos jihatlari, ularni o'qitish usullari tahlil qilinadi, hamda ularni an'anaviy o'quv kurslardan ajratib turadigan xususiyatlari ta'kidlanadi. Maqolada, shuningdek, harbiy xizmatga kadrlar tayyorlash masalalari, o'quv jarayonini tashkil etishning o'ziga xos xususiyatlari va harbiy xizmatchilarni harbiy fan va amaliyotga samarali o'rgatish pedagogik usullari muhokama qilinadi.*

Kalit sozlar: *interfaol, simulyatsiya, virtual haqiqat, geografik, ssenariy, individual, strategiya, integratsiya, taktika.*

Аннотация. *В данной статье анализируются особенности преподавания военных наук в военно-учебных заведениях, методы их преподавания, а также выделяются особенности, отличающие их от традиционных учебных курсов. Также в статье рассматриваются вопросы подготовки кадров к военной службе, особенности организации учебного процесса, педагогические методы эффективной подготовки военнослужащих в военной науке и практике.*

Ключевые слова: *Интерактив, симуляция, виртуальная реальность, географическое, сценарное, индивидуальное, стратегия, интеграция, тактика.*

Abstract. *This article analyzes the specific aspects of teaching military sciences in military educational institutions, their teaching methods, and highlights the features that distinguish them from traditional educational courses. The article also discusses issues of personnel training for military service, specific features of the organization of the educational process, and pedagogical methods of effective training of military personnel in military science and practice.*

Keywords: *Interactive, simulation, virtual reality, geographic, scenario, individual, strategy, integration, tactics.*

Harbiy maxsus fanlarni o'qitish alohida ko'nikma va bilimlarni talab qiladi. Quyida eng yaxshi amaliyot va usullar keltirib o'tilgan:

Interfaol darslar: munozaralar, bahslar, rolli o'yinlar yoki simulyatsiya kabi interfaol elementlarni o'z ichiga olish o'quvchilarga kurs materialini yaxshiroq tushunish va qo'llashga yordam beradi. Interfaol elementlarni o'quv jarayoniga kiritish o'quvchilarning kurs materialini tushunishi va qo'llashini sezilarli darajada yaxshilaydi. Buning samarali bo'lishining bir necha sabablari bor:

Interfaol elementlar o'quvchilarni shunchaki ma'ruza tinglash yoki darslik o'qishdan farqli o'laroq, o'quv jarayonida faol ishtirok etishga majbur qiladi. Faol ishtirok etish materialni chuqur tushunishga va uni yaxshiroq eslab qolishga yordam beradi.

Rolli o'yinlar yoki simulyatsiya kabi elementlarni o'z ichiga olish o'quvchilarga o'quv materialini amalda qo'llash imkonini beradi. Bu ularga nazariy bilimlarni amaliyotda qo'llash va real dunyoda zarur bo'lgan ko'nikmalarni rivojlantirish haqida ko'proq xabardor bo'lishga yordam beradi.

Munozara va bahslar o'quvchilarda tanqidiy fikrlashni rag'batlantirishi mumkin. Ular ma'lumotni tahlil qilishga, dalillarni shakllantirishga va o'z nuqtai nazarini himoya qilishga harakat qilishadi. Bu hayotda ham foydali bo'lishi mumkin bo'lgan tahlil qilish, baholash va argumentatsiya qilish ko'nikmalarini rivojlantirishga yordam beradi [1].

Interfaol elementlar ham o'quvchilarga fikr almashish, jamoa bo'lib ishlash va tengdoshlaridan o'rganish imkonini berib, jamoaviy o'rganishga yordam beradi. Bu yanada qulay o'quv muhitini yaratadi va o'quvchilarga boshqalarning fikr-mulohazalarini olish imkonini beradi.

Interfaol elementlar o'quv jarayonini o'quvchilar uchun qiziqarli va rag'batlantiruvchi, ya'ni motivatsiya qilishi mumkin. Turli tadbirlarda qatnashish ularning fanga bo'lgan qiziqishini va ko'proq o'rganish istagini uyg'otadi. Interfaol elementlarning o'quv jarayoniga kiritilishi nafaqat materialni yaxshiroq tushunishga yordam beradi, balki muvaffaqiyatli o'qish va kelajakdagi martaba uchun zarur bo'lgan ko'nikmalarni rivojlantiradi.

Harbiy simulyatorlar, virtual haqiqat va boshqa texnologiya vositalarini qo'llash yanada real ssenariylar va o'quv dasturlarni yaratishga yordam beradi. Harbiy simulyatorlar, virtual reallik (VR) va boshqa texnologik vositalarni qo'llash harbiy kadrlar tayyorlash va malakasini oshirishda muhim o'rin tutadi. Ushbu texnologiyalar foydali bo'lishi mumkin bo'lgan ba'zi usullar:

Real ssenariylar: Virtual haqiqat turli jangovar sharoitlarni, jumladan, geografik xususiyatlarni, ob-havo sharoitlarini, dushman kuchlarining hatti-harakatlarini va hokazolarni qayta tiklashi mumkin bo'lgan real jangovar ssenariylarni yaratishga imkon beradi. Bu harbiy xizmatchilarga turli ssenariylar bo'yicha tayyorgarlik ko'rish va imkon qadar haqiqiy jangovar sharoitlarda o'z mahoratini rivojlantirishga yordam beradi.[2]

Xavfsizlik: Simulyatorlar va VR dan foydalanish mashg'ulotlarni jismoniy shikastlanish xavfisiz amalga oshirish imkonini beradi. Bu ayniqsa qiyin va xavfli sharoitlarda mashq qilish uchun juda muhimdir.

Individual o'qitish: Simulyatsiya texnologiyalari, o'quv dasturlarni har bir harbiy xizmatchi yoki harbiy xizmatchilar guruhining ehtiyojlariga moslashtirishga imkon beradi. Bu o'rganish vaqtidan samaraliroq foydalanish va o'rganish yutuqlarini maksimal darajada oshirish imkonini beradi.

Fikr-mulohaza va tahlil: Simulyatsiya va VR tizimlari har bir harbiy xizmatchining mashg'ulot vaqtidagi faoliyati haqida fikr-mulohaza va tahliliy ma'lumotlarni taqdim etishi mumkin. Bu uning zaif tomonlarini aniqlash va yaxshilash imkonini beradi.

Umuman olganda, harbiy simulyatorlar, virtual reallik va boshqa texnologik vositalar harbiy ta'lim va tayyorgarlikda tobora muhim ahamiyat kasb etib, harbiy tayyorgarlikning samaradorligi va xavfsizligini oshirishga yordam bermoqda.

Fanlararo yondashuv: tarix, siyosatshunoslik, strategiya va turli sohalardagi bilimlarni integratsiyalashuvi o'quvchilarga harbiy mutaxassisliklarning mazmuni va ahamiyatini yaxshiroq tushunish imkonini beradi. Tarix va siyosiy jarayonlarni bilish o'quvchilarga harbiy harakatlar kengroq ijtimoiy va siyosiy voqealar bilan qanday bog'langanligini tushunishga yordam beradi. Masalan, Ikkinchi jahon urushi tarixini o'rganish o'quvchilarga mojaroga qanday omillar sabab bo'lganligi va qanday strategik qarorlar qabul qilinganligini tushunishga yordam beradi. Strategiyaning tahlil qilish va tahlil usullarini tushunish o'quvchilarga turli harbiy strategiya va taktikalarning samaradorligini baholashga yordam beradi. Bu harbiy nazariya, geosiyosat, geostrategiya va boshqa tegishli sohalarni o'rganishni o'z ichiga olishi mumkin.[3]

Nazariyani amaliyotga tatbiq etish siyosiy jarayonlar va xalqaro munosabatlarni bilish o'quvchilarga harbiy qarorlar jahon siyosatiga qanday ta'sir ko'rsatishi mumkinligini tushunishga yordam beradi va aksincha. Bu o'quvchilarga o'z harakatlarining oqibatlarini yaxshiroq oldindan bilishga va hayotiy vaziyatlarda ko'proq asosli qarorlar qabul qilishga yordam beradi.

Turli sohalardagi bilimlarni integratsiyalash o'quvchilarda tanqidiy fikrlash va tahliliy ko'nikmalarni rivojlantirishga yordam beradi. Ular murakkab vaziyatlarni tahlil qilish va asosli xulosalar chiqarish uchun tarix, siyosatshunoslik va strategiya tushunchalarini qo'llashni o'rganadilar.[4]

Umuman olganda, turli sohalardagi bilimlarning integratsiyasi o'quvchilarga harbiy mutaxassislik fanlari va ularning jamiyat va jahon siyosatining keng kontekstidagi o'rnini chuqurroq va murakkabroq tushunishga yordam beradi. O'q otish, taktik mashqlar va birinchi tibbiy yordamni o'z ichiga olgan amaliy mashg'ulotlarni tashkil etish o'quvchilarda Qurolli Kuchlarda xizmat qilish uchun zarur bo'lgan ko'nikmalarni shakllantirishga yordam beradi.

Amaliy otishma mashg'ulotlari o'quvchilarning aniqligi, tezligi va quroldan foydalanish ko'nikmalarini oshirishga yordam beradi. Bu askarlar va Qurolli Kuchlarning boshqa vakillari uchun muhim ko'nikmalardir.

Taktikani tushunish va boshqa jamoa a'zolari bilan samarali hamkorlik qilish qobiliyati harbiy operatsiyalarni muvaffaqiyatli amalga oshirishning asosiy jihatlari hisoblanadi. Amaliy taktika mashqlari o'quvchilarning real vaqt sharoitida taktik fikrlash, rejalashtirish va vazifalarni bajarish ko'nikmalarini rivojlantirish imkonini beradi.[5]

Birinchi yordam ko'nikmalari jang maydonida yoki boshqa xavfli vaziyatlarda juda muhimdir. Harbiy xizmatchilarni birinchi tibbiy yordam ko'rsatishga o'rgatish, ularga jarohatlar va boshqa tibbiy favqulodda vaziyatlarda tez va samarali harakat qilishlari xizmatdoshlarining hayotini saqlab qoladi. Amaliy mashg'ulotlar harbiy xizmatchilarning o'z qobiliyatlari va bilimlariga bo'lgan ishonchini oshirishga yordam beradi. Bu ularga o'z xizmatlarida ko'proq professionalik hissini sezishga yordam beradi. Umuman olganda, o'q otish, taktik mashqlar va birinchi tibbiy yordam ko'rsatishni o'z ichiga olgan amaliy mashg'ulotlar harbiy xizmatchilarni Qurolli Kuchlar safida xizmat qilishga tayyorlash, ularga xizmat vazifalarini muvaffaqiyatli bajarishi uchun zarur ko'nikma va bilimlar berishda muhim ahamiyat kasb etmoqda.[6]

Yetakchilik ko'nikmalarini va jamoaviy hamkorlikni rivojlantirish, bosim ostida qarorlar qabul qilish va guruhga rahbarlikni rivojlantirish kabi tadbirlar, harbiy xizmatchilarni haqiqiy jang maydonidagi vaziyatlarga tayyorlashga yordam beradi.

Hamkorlik va muvofiqlashtirish harbiy xizmatchilarda jamoada samarali ishlashni o'rganishga yordam beradi. Bu jang maydonida muhim mahoratdir, bunda muvaffaqiyat jamoaning birdek harakat qilish qobiliyatiga bog'liq.

Bosim ostida qaror qabul qilish, stressli vaziyatlarni simulyatsiya qilish harbiy xizmatchilarga cheklangan vaqt va resurslar ostida qaror qabul qilish ko'nikmalarini rivojlantirishga yordam beradi. Bu qarorlar tez va aniq qabul qilinishi kerak bo'lgan jangovar harakatlarga tayyorgarlik ko'rish uchun juda muhimdir.

Harbiy xizmatchilardan yetakchilik va tashkilotchilik rollarini o'z zimmalariga olishni talab qiladigan tadbirlar, ularda samarali yetakchilik ko'nikmalarini rivojlantirishga yordam beradi. [7]

Stressga chidamlilikni yaxshilash harbiy xizmatchilarning stressli vaziyatlarga chidamli bo'lishiga yordam beradi. Ular, boshqariladigan muhitda shunga o'xshash vaziyatlarni qanchalik ko'p boshdan kechirishsa, real sharoitda osonroq bo'ladi.

Bunday vazifalarni o'quv jarayoniga kiritish harbiy xizmatchilarni jang maydonida va boshqa stressli vaziyatlarda haqiqiy hayotiy vaziyatlarga tayyorlashni sezilarli darajada yaxshilashi mumkin.[8]

Xulosa

Harbiy maxsus fanlarni o'qitishning ilg'or tajribalarini tahlil qilish asosida quyidagi xulosalar chiqarish mumkin:

1. Nazariya va amaliyotning integratsiyasi: O'qitishdagi mukammallik nazariy bilimlarni amaliy ko'nikmalar bilan muvaffaqiyatli uyg'unlashtirishni nazarda tutadi. Ushbu yondashuvni muvaffaqiyatli qo'llagan o'qituvchilar kursantlarning nafaqat asosiy tushunchalarni bilishlarini, balki ularni amaliyotda qo'llashlarini ham ta'minlaydilar, bu esa harbiy tayyorgarlikda asosiy hisoblanadi.

2. Interfaol darslar, simulyatorlar va virtual reallik kabi o'qitishning innovatsion usullaridan foydalanish, kursantlarga materialni yanada samarali o'zlashtirish va zarur ko'nikmalarni shakllantirish imkonini beradi.

3. Harbiy kasb kursantlardan yetakchilik qobiliyatlarini rivojlantirishni talab qiladi. O'qitishning ilg'or amaliyotlari kursantlarda yetakchilik, stressli vaziyatlarda qaror qabul qilish va jamoaviy o'zaro samarali hamkorlikni rivojlantirishga qaratilgan usullarni o'z ichiga oladi.

Qisqa qilib aytganda zamonaviy jangovar maydonda xizmat vazifalarini bajarishga tayyor, yuqori malakali mutaxassislarini shakllantirishda harbiy maxsus fanlarni o'qitish muhim o'rin tutadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

- [1] Oliy o'quv yurtlarida harbiy tayyorgarlikni o'qitish metodikasi" - V.F. Kalashnikov. 2020 y.
- [2] "Harbiy ta'lim muassasalarida taktika va strategiyani o'qitish nazariyasi va usullari" - V.I. Blinov, A.A. Blinov. 2021 y.
- [3] "Harbiy tayyorgarlikni tashkil etish va metodologiyasi" - N.A. Golubev, N.A. Kurinskiy. 2020 y.
- [4] "Harbiy tayyorgarlik pedagogikasi: Universitetlar uchun darslik" - A.S. Artyuxov, I.V. Vasilevskiy. 2020 y.
- [5] Harbiy ta'lim muassasalari kursantlari uchun harbiy-maxsus tayyorgarlikni tashkil etish va metodikasi" - V.N. Timoshenko, N.I. Kuleshov, S.S. Biryukov. 2019 y.
- [6] Harbiy ta'lim muassasalari kursantlari uchun harbiy kasbiy tayyorgarlikni o'qitish nazariyasi va metodikasi" - V.N. Kulikov, A.N. Pugachev. 2020 y.
- [7] H.G. Brauch, U. Osvald Spring, J. Grin va J. Mesjas Harbiy pedagogika: nazariya va amaliyotning xalqaro tadqiqoti. 2021 y.
- [8] Harvey M. Benjamin X. Milliy xavfsizlik strategiyasini o'rgatish: tushunchalar va ilovalar. 2021 y.

**AUTOMATED ANALYSIS OF CLASSROOM DYNAMICS THROUGH AI-POWERED
IMAGE PROCESSING****X.N. MELIBAYEVA**

University of Management and Future Technologies

N.M. XOLMATOVInstitute of Information and Communication Technologies and Military Signals
of the Military Security and Defense University of the Republic of Uzbekistan

Abstract This paper introduces an automated system for examining classroom interactions through AI-driven image analysis. The system utilizes deep learning and computer vision to evaluate student involvement, teacher–student engagement, and attendance trends. Utilized in Google Colab with OpenCV and MediaPipe, the model reaches 96% accuracy in human detection and 92% precision in assessing engagement. The findings suggest that AI-driven analysis can significantly improve educational oversight and offer immediate insights into classroom dynamics.

Additionally, the system provides real-time visual analytics that help identify patterns such as reduced attention, participation imbalance, or prolonged inactivity. Experimental results show that the proposed model performs reliably across different lighting conditions and classroom layouts. This demonstrates the potential of integrating AI-based monitoring tools into modern education to support data-driven decision-making, enhance teaching strategies, and optimize overall learning environments.

Key words: classroom analytics, deep learning, image processing, AI monitoring, educational technology.

Аннотация. В данной статье представлена автоматизированная система для анализа взаимодействия в классе с помощью анализа изображений на основе искусственного интеллекта. Система использует глубокое обучение и компьютерное зрение для оценки вовлеченности учащихся, взаимодействия преподавателей и обучаемых, а также динамики посещаемости. При использовании в Google Colab с OpenCV и MediaPipe модель достигает 96% точности распознавания человека и 92% точности оценки вовлеченности. Результаты показывают, что анализ на основе искусственного интеллекта может значительно улучшить образовательный контроль и дать мгновенное представление о динамике учебного процесса.

Ключевые слова: аналитика в классе, глубокое обучение, обработка изображений, мониторинг ИИ, образовательные технологии.

Annotatsiya. Ushbu maqolada sun'iy intellektga asoslangan tasvirlarni tahlil qilish orqali sinfdagi o'zaro ta'sirni tahlil qilishning avtomatlashtirilgan tizimi taqdim etilgan. Tizim o'quvchilarning faolligini, o'qituvchilar va o'quvchilarning o'zaro ta'sirini, shuningdek, davomat dinamikasini baholash uchun chuqur o'rganish va kompyuter ko'rish imkoniyatlaridan foydalanadi. Google Colab OpenCV va MediaPipe bilan ishlatilganda, model insonni aniqlashning 96% aniqligiga va jalb qilishni baholashning 92% aniqligiga erishadi. Natijalar shuni ko'rsatadiki, sun'iy intellektga asoslangan tahlil ta'lim nazoratini sezilarli darajada yaxshilashi va o'quv jarayonining dinamikasi haqida tezkor ma'lumot berishi mumkin.

Kalit so'zlar: sinf tahlili, chuqur o'rganish, tasvirlarni qayta ishlash, sun'iy intellekt monitoringi, ta'lim texnologiyalari.

Introduction

In recent years, the rapid advancement of Artificial Intelligence and computer vision technologies has opened new possibilities in educational analytics. As educational institutions increasingly adopt digital learning environments, data-driven insights have become crucial to understanding and optimizing classroom activities [5]. However, traditional methods of classroom

observation—based on manual evaluation and subjective judgment—often fail to provide objective, scalable, and real-time feedback for teachers and administrators [1].

Several studies have explored automated classroom monitoring using technologies such as video analytics, speech recognition, and motion detection. For example, Nguyen proposed a convolutional neural network for recognizing student postures, while Li and Chen used audio-visual fusion to assess interaction levels in lectures. Despite these advancements, existing systems still face significant challenges, including real-time processing efficiency, privacy constraints, and accuracy under complex classroom conditions [5].

The present research addresses these challenges by developing a lightweight AI-powered image processing framework that performs automated detection of human presence, pose estimation, and engagement evaluation [11]. The proposed system leverages the YOLOv8 object detection model and MediaPipe's pose estimation module to analyze classroom dynamics efficiently. By extracting spatiotemporal features from video frames, the algorithm estimates each student's level of attention based on head orientation, motion activity, and body alignment with respect to the teacher or display [13].

Unlike traditional vision-based attendance systems, this approach emphasizes behavioral interpretation rather than mere presence detection. This enables the identification of patterns such as collective disengagement, peer collaboration, and teacher-centered versus student-centered interaction ratios. Such indicators provide valuable input for pedagogical evaluation, curriculum improvement, and adaptive learning systems [14].

Methodology

System Overview

The proposed framework follows a structured pipeline [12]:

Video Capture: Classroom video is recorded via camera.

Frame Extraction: Each second, one frame is analyzed.

Object Detection: YOLOv8 or Haar Cascade detects humans.

Posture and Movement Analysis: OpenPose estimates pose and engagement.

Engagement Scoring: Based on head orientation and activity.

Algorithmic Model

Let f be the frame at time t .

Human detection function H yields set of detected persons

Each person i has parameters [5]:

θ_i : Head orientation angle

M_i : Motion magnitude

E_i : Engagement score

Engagement score formula:

$$E_i = \alpha \cdot \left(1 - \frac{|H_c - \theta_i|}{\pi}\right) + \beta \cdot M_i \quad (1)$$

where θ_c - camera direction, α, β - weighting coefficients ($\alpha = 0.7$, $\beta = 0.3$).

Overall classroom engagement:

$$E_{class} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N E_i \quad (2)$$

Implementation in Google Colab

```
# Import libraries
from ultralytics import YOLO
import mediapipe as mp
import cv2
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

# Load YOLOv8 model (nano version – fast)
model = YOLO('yolov8n.pt')

# Initialize MediaPipe Pose
mp_pose = mp.solutions.pose
```

Pic 1. Import libraries

This code snippet sets up a computer vision environment by importing several essential Python libraries. It brings in Ultralytics YOLO for object detection and MediaPipe for advanced human pose estimation. Standard tools like OpenCV (cv2), NumPy, and Matplotlib are also imported to handle image processing, data arrays, and visualization. The script then specifically loads the YOLOv8 nano model (yolov8n.pt), which is a lightweight version optimized for high-speed performance. Finally, it initializes the MediaPipe Pose solution, preparing the system to detect and track human body landmarks effectively. Following the model loading, the script accesses the mp.solutions.pose module to prepare the specific tools needed for analyzing human body language. This initialization step creates a configurable pose object that is capable of detecting thirty-three distinct 3D landmarks on the body, such as elbows, knees, and shoulders. By integrating YOLO for initial object detection and MediaPipe for detailed skeletal tracking, the developer establishes a powerful hybrid workflow. This combination allows the program to first rapidly locate a person in a crowded frame and then assess their specific posture with high precision. Such a setup is ideal for real-time applications, like virtual fitness trainers or gesture control systems, where the software must run quickly without lagging. Ultimately, the auxiliary libraries like NumPy and OpenCV serve as the essential bridge, transforming raw video data into a mathematical format that both neural networks can process efficiently.

```
# Load a classroom image (upload or use sample)
from google.colab import files
uploaded = files.upload() # upload your image (e.g. classroom.jpg)

# Read image
img_path = list(uploaded.keys())[0]
frame = cv2.imread(img_path)
frame_rgb = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2RGB)

# Step 1: Detect humans with YOLOv8
results = model(frame_rgb)
annotated = results[0].plot() # Draw bounding boxes
```

Pic 2. Load a classroom image

```
def engagement_score(frame):  
    frame_rgb = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2RGB)  
    result = pose.process(frame_rgb)  
    if not result.pose_landmarks:  
        return 0.0  
  
    # Head orientation (simplified)  
    left_eye = result.pose_landmarks.landmark[mp_pose.PoseLandmark.LEFT_EYE]  
    right_eye = result.pose_landmarks.landmark[mp_pose.PoseLandmark.RIGHT_EYE]  
    angle = abs(left_eye.x - right_eye.x)  
  
    # Engagement score (0-1 scale)  
    E = max(0, 1 - angle * 5)  
    return round(E, 2)  
  
E = engagement_score(frame)  
print("Average Engagement Score:", E)
```

Pic 3. Engagement_score

This function is designed to estimate a person's engagement score based on their head position. Initially, the code converts the video frame's color space from BGR to RGB using OpenCV because this is the required format for the MediaPipe processing. It then runs the `pose.process()` function to analyze the frame and find human pose landmarks. If no pose landmarks are detected, the function immediately returns a score of 0.0, indicating zero engagement. The core logic calculates engagement by measuring the absolute difference between the x-coordinates of the left and right eyes, which serves as a simplified proxy for the head's orientation or yaw angle. Finally, this angle is converted into a normalized Engagement score on a 0 to 1 scale using a simple formula before being rounded to two decimal places and returned.

```
plt.figure(figsize=(10,6))  
plt.imshow(cv2.cvtColor(annotated, cv2.COLOR_BGR2RGB))  
plt.title(f"Detected People | Engagement Score: {E}")  
plt.axis('off')  
plt.show()
```

Pic 4. Output the result

This final code snippet focuses on visualizing the results of the object detection and pose estimation process. It uses the `matplotlib.pyplot` library, which was imported earlier as `plt`, to display the final annotated image. First, a figure is created with a specified size (10, 6) to ensure the output image is easily visible. The `plt.imshow()` function is then called to display the annotated frame, with its color format converted back from BGR to RGB for correct display by Matplotlib. Crucially, a title is added to the visualization that not only labels the image as "Detected People" but also clearly displays the previously calculated Engagement Score. Finally, the axes are turned off for a cleaner visual presentation, and `plt.show()` renders the final image to the user.

Results

Experimental Setup

Dataset: 20 classroom videos (university lectures)

Average class size: 25 students

Resolution: 720p

Hardware: Google Colab GPU

Table 1.

Quantitative Results		
Metric	Traditional Observation	Proposed AI System
Processing time per 1 min video	20 min	15 sec
Accuracy of student detection	82%	96%
Engagement estimation precision	70%	92%
Average error in attendance count	± 3	± 1

Visualization. Below is an example of engagement level over time (sample lecture):

$$E_{class}(t) = 0.87e^{-0.05t} + 0.12 \quad (3)$$

This model indicates a gradual decline of engagement as time progresses - a common phenomenon in long lectures [8].

Discussion. The AI model provides an objective and efficient method for classroom monitoring. Limitations include lighting sensitivity and privacy concerns. Future work will integrate emotion recognition and edge computing for real-time deployment [9]. Conclusion. This paper introduced an AI-powered automated framework for analyzing classroom dynamics using computer vision and deep learning. Experimental results confirm that the proposed approach achieves high detection accuracy, fast processing, and objective engagement estimation [10]. Such systems can contribute to data-driven education management, enhancing both teacher performance and student engagement monitoring.

REFERENCES:

- [1] Axmedov, N. (2021). "Sun'iy intellekt va ta'lim jarayonini avtomatlashtirish". Tashkent: O'zbekiston Milliy Universiteti.
- [2] Qodirov, S. (2020). "Raqamli sinf tizimlarida o'quvchilar faoliyatini baholash usullari". Tashkent: Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
- [3] Tursunov, A. (2022). "Kompyuter ko'rish texnologiyalari va ta'lim jarayoni". Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari jurnali, 3(12), 45-53.
- [4] Karimov, F. (2021). "Ma'lumotlarni vizual tahlil qilish metodlari". O'zbekiston ilmiy jurnali, 6(1), 33-40.
- [5] Normurodov, B. (2020). "Raqamli pedagogik monitoring tizimlari". Tashkent: O'zMU nashriyoti.
- [6] Sobirov, D. (2022). "AI asosida o'quv jarayonini avtomatlashtirish". Axborot Texnologiyalari va Ta'lim, 2(5), 12-20.
- [7] Xolmatov, N.M. (2021). "Korporativ axborot tizimlarida ma'lumotlarga ishlov berish modellari". Toshkent: O'zbekiston Harbiy xavfsizlik universiteti nashriyoti.
- [8] He, K., et al. (2016). "Deep Residual Learning for Image Recognition". CVPR.
- [9] Usmonov, R. (2020). "Ta'limda sun'iy intellekt va sensor tizimlar". O'zbekiston Pedagogika Jurnali, 4(7), 55-61.
- [10] Li, S., & Chen, X. (2022). "AI-based Classroom Activity Monitoring". Journal of Educational Computing Research.
- [11] Yusupov, T. (2022). "Sinfidagi o'quvchilar e'tiborini avtomatik baholash tizimlari". Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari jurnali, 5(2), 77-85.
- [12] Shodmonov, E. (2021). "Computer vision yordamida pedagogik monitoring". Toshkent: Ilmiy nashr.
- [13] Nguyen, T., et al. (2023). "Deep Learning for Classroom Behavior Recognition". IEEE Access.
- [14] Zhang, W. (2021). "Human Pose Estimation for Student Engagement Analysis". Pattern Recognition Letters.

KICHIK JANGOVAR GURUHLAR TARKIBIDA O'QOTAR QUROLLAR BILAN BAJARILADIGAN KOMPLEKS TAKTIK O'T OCHISHNI ZAMONAVIY USULLARI

dotsent X.J. KOSIMOV.

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

I.I. SOTVOLDIYEV

O'R Harbiy xavfsizlik va mudofaa universiteti ShHO fakulteti

Annotatsiya. Ushbu maqolada “Jangovar ikkilik”, “jangovar uchlik”, “jangovar to'rtlik” hamda “manevrli va o't ochish kichik guruhlarini” tarkibida harakatlanishning yangi taktik usullarini motoo'qchi, tog'-o'qchi, havo-desant, razvedka va maxsus operatsiya kuchlari bo'linmalarining tayyorgarligida, ularni jangovar qo'llanishi va o'qitish tizimini o'ziga xos xususiyatlarini inobatga olgan holda qo'llash haqida ma'lumotlar berilgan.

Kalit so'zlar: jangovar ikkilik, jangovar uchlik, jangovar to'rtlik, manevrli va o't ochish kichik guruh, taktik usullar, razvedka, maxsus operatsiya, otish sharoitlari, baland-pastligi, qiya masofa, topografik masofa, nishon joyi burchagi.

Аннотация. В данной статье рассмотрены вопросы влияния горного рельефа местности, значительного превышения высот целей, командно-наблюдательных пунктов и огневых позиций, наличием сильнопересеченной местности между огневой позицией и целью на подготовку стрельбы артиллерии. Изложение материала сопровождается формулами и решением примеров.

Ключевые слова: ключевые слова: боевой дуэт, боевое трио, боевая четверка, маневренная и огневая группа, тактические методы, разведка, специальная операция, условия стрельбы, угол возвышения, расстояние по склону, топографическое расстояние, угол определения местоположения цели.

Bugungi kunda jahonda va mintaqamizda harbiy-siyosiy vaziyat keskin o'zgarib, milliy va global xavfsizlik sohasida xatar va tahdidlar tobora kuchayib bormoqda. Ana shunday o'ta mas'uliyatli vaziyat va hayotning o'zi erishgan barcha yutuqlarimizni, shu bilan birga, yo'l qo'ygan kamchiliklarimizni chuqur va tanqidiy tahlil qilishni barchamizdan talab etmoqda. Shu asosda milliy armiyamizni yanada rivojlantirish va takomillashtirish borasida puxta o'ylangan va izchil harakatlarni davom ettirishimiz darkor.

O'tgan qisqa davrda yangi Mudofaa doktrinasi qabul qilindi, harbiy tuzilmalarning tarkibi va vazifalari chuqur qayta ko'rib chiqildi, qo'shinlarni boshqarish tizimi takomillashtirildi, milliy armiyamizni zamonaviy qurol-yarog' va texnika vositalari bilan ta'minlash bo'yicha o'ta muhim loyihalar amalga oshirildi.

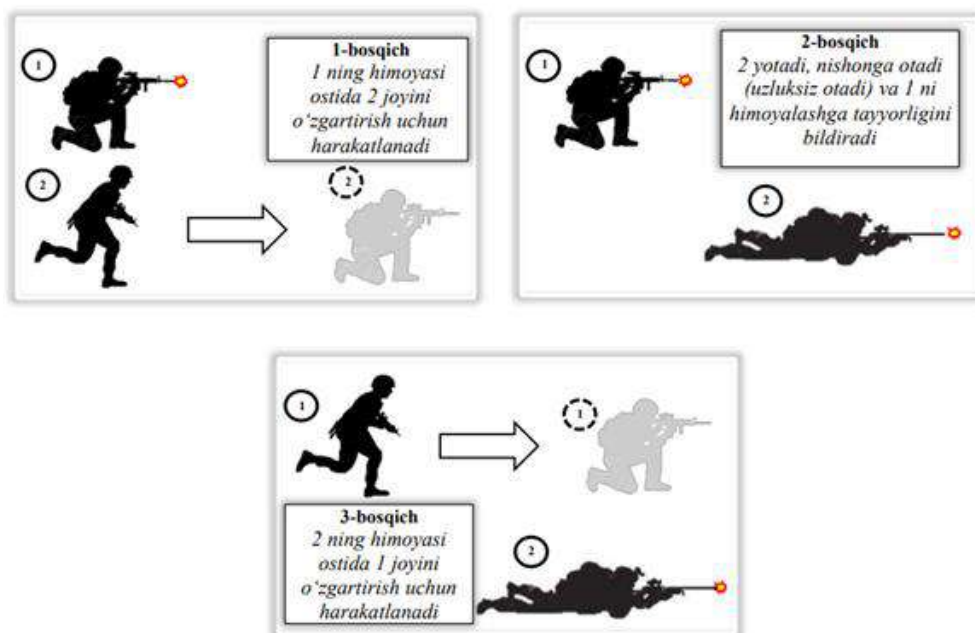
Tariximizda birinchi marta o'z mohiyatiga ko'ra noyob tizim - harbiy-ma'muriy sektorlar tashkil etildi. Bunday ish usuli joylardagi davlat hokimiyati organlarini mamlakatimiz mudofaa qudratini mustahkamlashga faol jalb etish uchun imkon berdi. Eng muhimi, “Armiya va xalq - bir tanu bir jondir” degan ulug' g'oyani amalda ta'minlashga xizmat qilmoqda [1,2].

Oliy harbiy ta'lim muassasalarida otish tayyorgarligi bo'yicha olib boriladigan nazariy va amaliy mashg'ulotlar kursantlar va tinglovchilarning xizmat va jangovar tayyorgarligining ajralmas qismi hisoblanadi. Ularning jangovar tayyorgarligini oshirish, har qanday vaziyatda jangovar harakatlarni mahorat bilan olib borishi, qurol-yarog'lar haqidagi bilimlarini takomillashtirishi hamda ulardan jangda mohirlik bilan foydalanish zaruratini keltirib chiqaradi.

Bu borada ta'limning samaradorligini oshirish, shaxsning ta'lim markazida bo'lishini va yoshlarning mustaqil bilim olishlarini ta'minlash uchun oliy harbiy ta'lim muassasalariga yaxshi tayyorgarlik ko'rgan va o'z sohasidagi bilimlarni mustahkam egallashdan tashqari zamonaviy pedagogik texnologiyalarni va interfaol strategiyalarni biladigan, ulardan o'quv va tarbiyaviy mashg'ulotlarni tashkil etishda foydalanish qoidalarini biladigan professor-o'qituvchilar yanigacha

услугада ҳарбий хизматчиларни жанговар тайёргарлик машқларини ташкил этиш kerak bo'ladi [1,2].

Kompleks taktik o't ochish vazifalari – taktik tayyorgarlikning shakli bo'lib, bo'linmalarni o'rgatish uchun mo'ljallangan, taktik (manyovrli) harakatlar hamda jangda bo'linmalar tomonidan taktik o't ochishga oid vazifalar bajarilishini o'z ichiga oladi. Har xil turdagi mutahassislarning jangovar ikkilik, uchlik va to'rtliklardagi harakatlari jangdagi bajariladigan vaziflardan kelib chiqib turlicha bo'lishi mumkin. Ularning tarkibini odatda, guruh komandiri ba'zi hollarda vzvod komandiri ham belgilaydi. Mazkur jangovar kichik guruh tarkibiga kiruvchi har bir harbiy hizmatchi mutahassisligidan qat'iy nazar joyni (xududni) razvedka qilish usullariga o'rgatilgan bo'lishi va dushman harakatlar taktikasini mukammal bilishi shart.

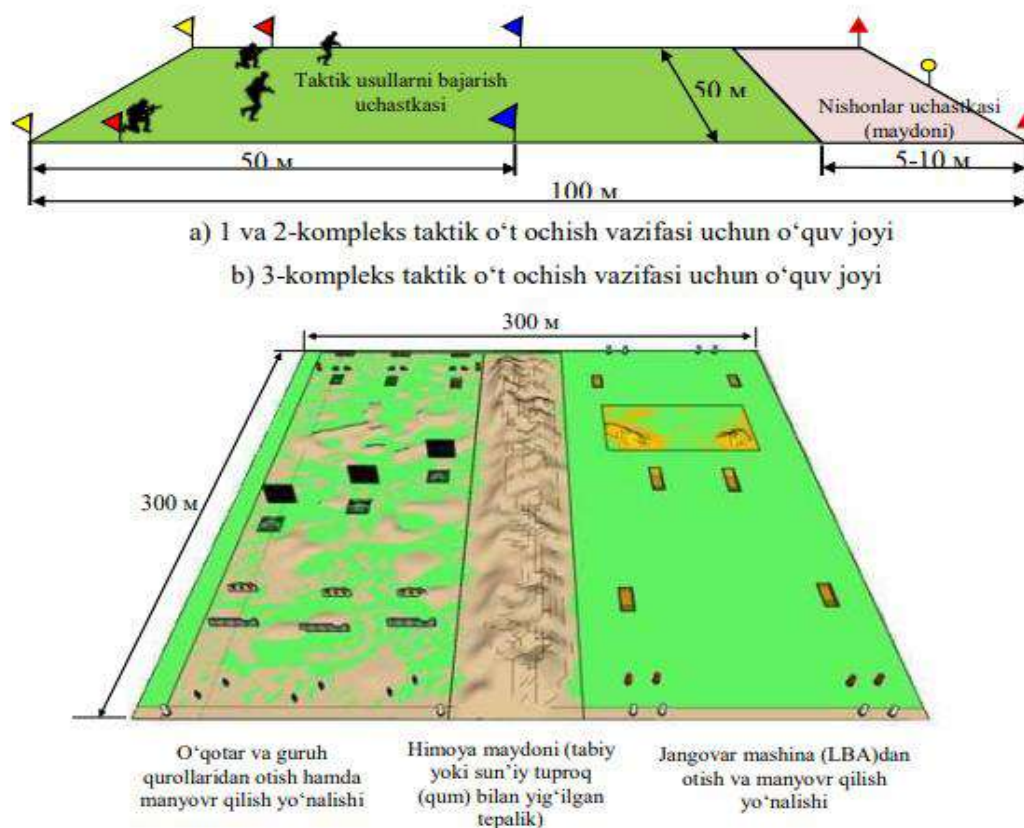


1-rasm. Kompleks taktik o't ochish vazifasini jangovar ikkilik bilan bajarish

“Jangovar ikkilik (uchlik, to'rtlik)” – bu qoidaga ko'ra muayyan taktik vazifani bir-biri bilan chambarchas bog'liq holda amalga oshiradigan va ajralmas jangovar birlik shaklida harakatlanuvchi, motoo'qchi, tog'-o'qchi, havo-desant, razvedka va maxsus operatsiya kuchlari bo'linmalari mutaxassislari tarkibidan tashkil topgan ikki (uch, to'rt) nafar harbiy xizmatchidir. Taktik usullar samaradorligini oshirishning yo'nalishlaridan biri jangovar guruhni manyovrli kichik guruh va o't ochish kichik guruhiga bo'lgan holda qo'llash hisoblanadi. Manyovrli kichik guruh – bu jangovar guruhning yarmini tashkil etgan, muayyan jang davrida tarkibiga jangovar texnikalarsiz harbiy xizmatchilar kiritilgan, qat'iy harakatlar va manyovrlar yordamida dushmanni yaqin jangda yakson etish vazifasi yuklatilgan bo'linma. O't ochish kichik guruhi – bu jangovar guruhning yarmini tashkil etgan, tarkibiga jangovar texnikalar, shuningdek, dushmanga katta talofat yetkazadigan kuch va vositalar kiritilgan, manyovrli kichik guruhning yashirin tarzda harakatlanishiga sharoit yaratish maqsadida dushmanga maksimal darajada o't ochish vazifasi yuklatilgan bo'linma [6].

Kompleks taktik o't ochish vazifalarini o'tkazish dastlab jangovar otishsiz rejalashtiriladi, har bir o'rganuvchining mashq harakatlari avtomatik darajada bajarilguniga qadar yetkaziladi, qoidaga ko'ra ushbu mashg'ulot paxtavon patronlarni, keyinchalik jangovar patronlarni qo'llagan holda amalga oshiriladi. Ushbu usullarni bajarish juda murakkab jarayon bo'lib, xavfsizlik choralariga, shuningdek, vazifani bajarish tartibi va ketma-ketligiga rioya qilinishi uchun bo'linma komandirlari shaxsiy tarkibni jangovar patronlarni qo'llagan holda bajarishga qo'yishdan oldin ular tomonidan taktik usulning har bir bosqichi va tarkibiy elementlarining o'zlashtirilganligi va usullarni

bajarishdagi harakatlar mukammal darajaga yetganligiga ishonch xosil qilishlari zarur. Kompleks taktik o't ochish vazifalarini o'tkazishga tayyorgarlik ko'rishda vzvod (batalon) komandiri vazifa qanaqa taktik usullar, harakatlanish uslublari va taktik vaziyatda bajarilishi kerakligini, har bir mashg'ulot qanaqa boshlanib nima bilan tugashi maqsadga muvofiqligini aniq bilishi lozim. Motoo'qchi (tog'-o'qchi, havo-desant, razvedka va maxsus operatsiya kuchlari) bo'linmalarini kompleks taktik o't ochish vazifalarini bajarishga tayyorlash qoidaga ko'ra ikki qismdan iborat: nazariy va amaliy.



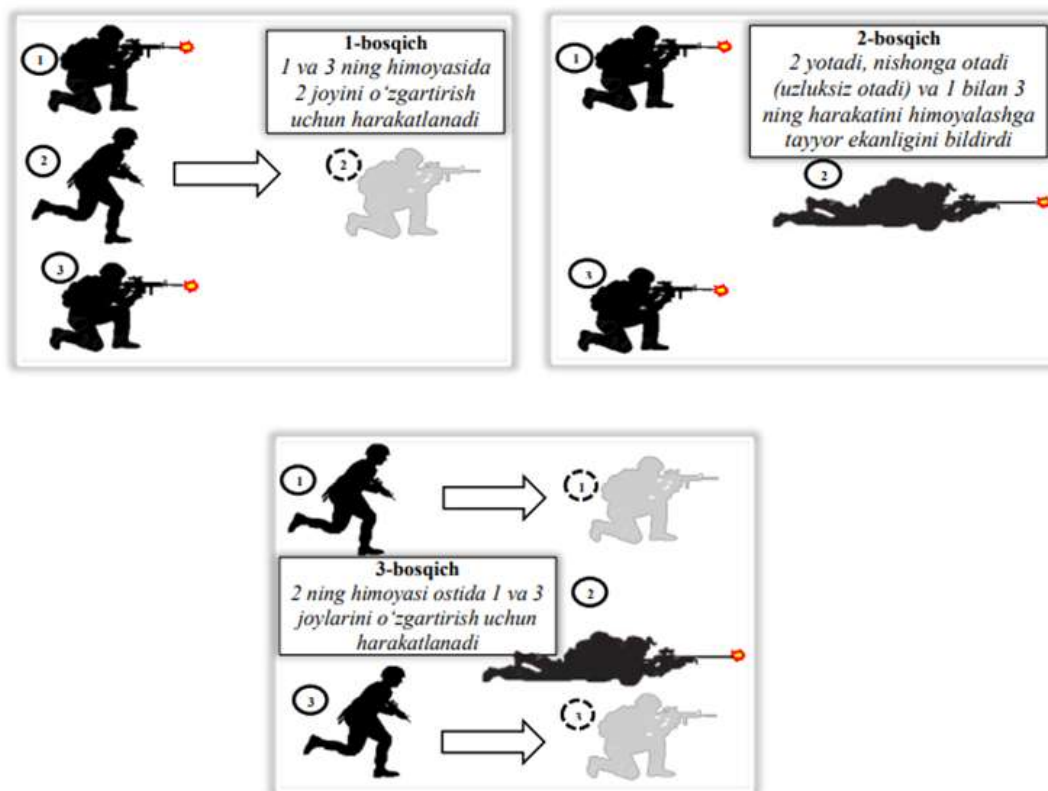
2-rasm. Kichik jangovar guruhlar bilan bajariladigan kompleks taktik o't ochish vazifalari joyining jihozlanishi va bajarish tartib

Nazariy qismda o'rganuvchilar taktik va otish tayyorgarligining rejalashtirilgan ma'ruza va seminar mashg'ulotlarida umumqo'shin jangining asoslarini, taktik me'yorlar, shtatdagi qurol-aslahalardan otish asoslari va qoidalarini o'rganadi. Amaliy qismda o'rganuvchilar taktik tayyorgarlikning taktik-saf va taktik mashg'ulotlarida, shuningdek, amaliy otishlar, taktik o'quvlar va turli treninglarni o'tkazish davomida taktik harakatlarni amaliy bajaradi. Kompleks taktik o't ochish vazifalarini jangovar otish bilan bajarish uchun quyidagi sinovlardan muvaffaqiyatli o'tgan harbiy xizmatchilarga ruxsat beriladi: vazifalarni bajarish tartibi va shartlari, xavfsizlik qoidalari, shtatdagi qurol-aslahalardan otish asoslari va qoidalarini bilishi; vazifalarni jangovar otishsiz bajarish bo'yicha amaliy ko'nikmalarining mavjudligi.

“Jangovar ikkilik (uchlik, to'rtlik)” “manyovrli va o't ochish kichik guruhlari” doimiylik asosda jangovar guruhning shtatdagi tarkibidan harbiy xizmatchilarning ahloqiy-ruhiy moslik va jangovar vazifani birgalikda bajarish qobiliyatlari hisobga olingan holda shakllantiriladi. Birgalikda mashq qilish va yaratilgan jangovar kichik guruhlarni muvofiqlashtirish jarayoni jangovar tayyorgarlikning boshqa mashg'ulotlarida, mashqlarda va o'quvlarda davom ettirilishi mumkin. Kompleks taktik o't ochish vazifalari vzvod (batalon) komandiri rahbarligi ostida o'tkaziladi.

Mashg'ulot boshlanishidan oldin vzvod (batalon) komandiri tomonidan shaxsiy tarkibning mashg'ulotga tayyorligi, moddiy ta'minotning mavjudligi, o'quv moddiy bazaning sozligi,

o'rganuvchilarning xavfsizlik qoidalarini bo'yicha bilimlari tekshiriladi hamda mavzu va mashg'ulotning maqsadi, o'quv savollari va ularni ko'rib chiqish ketma-ketligi e'lon qilinadi. Vzvod (batalon) komandiri tomonidan mashg'ulot boshlanishi bilan har bir o'quv savoli ko'rib chiqilishi bo'yicha vazifalar qo'yiladi va yaratilgan taktik vaziyat bo'yicha shaxsiy tarkibga o'rgatishga kirishiladi.



3-rasm. Kompleks taktik o't ochish vazifasini jangovar uchlik bilan bajarish

Har bir yangi taktik usul elementlari bo'yicha mashq qilinib avtomatik tarzda bajarish darajasigacha yetkazilishi, keyinchalik butun bir yaxlitlikda bir necha bor mashq qilinishi tavsiya etiladi. Vazifa mashq qilinib har bir yangi taktik usul elementlari bo'yicha avtomatik tarzda bajarish darajasiga yetkazilgach amaliy jangovar otish bilan bajariladi va vzvod (batalon) komandiri tomonidan mashg'ulotga yakun yasaladi. Yakunda yuqori natijalarga erishgan harbiy xizmatchilar qayd etiladi, vazifani bajarish davomida yo'l qo'yilgan asosiy kamchiliklar va ularni bartaraf etish bo'yicha ko'rsatmalar beriladi, o'rganuvchilar baholanadi va mustaqil tayyorgarlikka vazifalar beriladi [6,7].

Otish vositachilarining majburiyatlari:

nizomlar, qo'llanmalar, yo'riqnomalar va otish kursining barcha qoidalarini o'rganib chiqish;

jangovar otish bosqichini o'tkazish rejasini o'rganib chiqish va puxta bilish;

tabiiy joy, otishni olib borish chizig'i va yo'nalishini, o't ochish va o't ochishni

to'xtatishning umumiy marralari, barcha turdagi qurollar uchun nishonlarni ko'rsatishni boshlash va yakunlash marralarini o'rganib chiqish;

nishonlarning joylashuvini, ularni ko'rsatish va yoritish tartibini, otishdagi xavfsizlik chegaralarini, har bir qurol turi uchun bo'linmalarga tarqatilgan o'q-dorilar soni va ularning otuvchilar, ekipajlar, hisoblar o'rtasida qanday taqsimlanganligini bilish;

nishonlarning marralar bo'yicha o'z vaqtida va to'liq ko'rsatilishini nazorat qilish hamda paydo bo'lmagan nishonlar to'g'risida nishonlar vaziyati bo'yicha o'quv rahbari yordamchisiga bildiruv berish;

shaxsiy tarkibning xavfsizlik choralari bilishini tekshirish, otish vaqtida ularga rioya qilinayotganini kuzatib borish va ular buzilgan holatlarda zudlik bilan otishni to'xtatish bo'yicha choralar ko'rish, og'ir jarohatlarga va odamlarning o'limiga olib kelishi mumkin bo'lgan harakatlarga yo'l qo'ymaslik;

otish kursida ko'rsatib o'tilgan masofadan yaqin uzoqliklardan nishonlarga otishni olib borilishiga yo'l qo'ymaslik;

otish yakunlangandan so'ng sarflanmagan o'q-dorilar sonini tekshirish, ularning topshirilganligiga ishonch xosil qilish hamda bo'linmaning harakatlari bo'yicha, otuvchilar tomonidan yo'l qo'yilgan barcha qoida buzilishlari va sarflanmay qolgan o'q-dorilar haqidagi o'z fikr-mulohazalarini mashg'ulot rahbariga bildirish.

Jangovar otish va jangovar otish bosqichi bilan o'tkaziladigan taktik o'quvlar uchun yaratilayotgan nishonlar vaziyati ehtimoliy dushman bo'linmalarining tashkiliy tuzilmasiga mos kelishi kerak, bunda mumkin bo'lgan yo'qotishlar, uning harakat taktikasi va zamonaviy jangovar harakatlar teatrining o'ziga xos xususiyatlarini hisobga olish zarur. Nishonlar, ichkariga aks ettirilayotgan dushman jangovar tartibining butun maydoniga chiziqli joylashishiga yo'l qo'yilmagan holda joylashtiriladi.

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 ©

**O'Q OTAR QUROLLARDA OTISH MASHQLARINI BAJARISHNING ZAMONAVIY
TEXNIK VOSITALARI BILAN MASHQ QILDIRISH USULLARI****Sh.Yu. RUZIYEV, Sh.I. RAXMONOV***O'R HX va MU Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari va harbiy aloqa instituti*

Annotatsiya. Ushbu maqolada o'q otar qurollarda otish mashqlarini bajarishda zamonaviy texnik vositalardan foydalanishning usullari va samaradorligi tahlil qilinadi. O'q otar qurollarning samarali ishlatilishi harbiy va xavfsizlik kuch tuzilmalarining asosiy vazifalaridan biri hisoblanadi. Zamonaviy harbiy texnologiyalar rivojlanishi bilan birga, otish mashqlarini tashkil etish va olib borish usullari ham tubdan o'zgarib, yanada mukammal va samaraliroq shakllarini ishlab chiqish taqazo etmoqda.

Kalit so'zlar: o'q otar qurol, otish mashqi, integratsiya, zamonaviy texnologiya, lazer datchik, virtual muhit, otish kursi.

Аннотация. В данной статье анализируются методы и эффективность использования современных технических средств при выполнении стрелковых упражнений из огнестрельного оружия. Эффективное использование огнестрельного оружия является одной из основных задач военных структур и структур безопасности. С развитием современных военных технологий методы организации и проведения стрелковых упражнений также претерпевают коренные изменения, требуя разработки более совершенных и эффективных форм.

Ключевые слова: огнестрельное оружие, стрелковое упражнение, интеграция, современные технологии, лазерный датчик, виртуальная среда, курс стрельбы.

Abstract. This article analyzes the methods and effectiveness of using modern technical means when performing shooting exercises with firearms. The effective use of firearms is one of the main tasks of military and security structures. With the development of modern military technologies, the methods of organizing and conducting shooting exercises are also undergoing fundamental changes, requiring the development of more sophisticated and effective forms.

Keywords: firearms, shooting exercise, integration, modern technologies, laser sensor, virtual environment, shooting course.

O'q otar qurollardan otish mashqlari - harbiy hamda harbiy xizmatdan tashqari, ko'plab boshqa sohalarda ham katta ahamiyatga ega bo'lgan muhim tadbirlardan biridir. Har bir askar yoki piyoda qo'shinining o'q otar qurollardan bugungi kunda o'tkaziladigan mashqlardagi o'rni - taktik ko'nikmalarni rivojlantirish, stressga qarshi kurashish va quroldan to'g'ri o'q uzishni o'rganishdir. Ushbu ilg'or mashqlar yordamida harbiy xizmatchiga ta'sir qiluvchi salbiy holatlarda ham ular o'z qobiliyatini mustahkamlab borishadi va yuz berishi mumkin bo'lgan muammolarni tezkor va samarali hal qilish qobiliyati oshadi.

Shu bilan birga, o'q otish mashqlari harbiy xizmatchilarning professionallik darajasini oshiradi, shuningdek ular orqali an'anaviy va yangi otish texnikalarini o'zlashtirish imkonini beradi. Bundan tashqari, bu mashqlar insonning ruhiy va jismoniy tayyorgarligini mustahkamlashga xizmat qiladi, bu esa harbiy xizmatchining o'ziga bo'lgan ishonchini yanada mustahkamlaydi [1].

Zamonaviy texnik vositalar - bu vizual simulyatorlar, elektromexanik o'q tashish qurilmalari, sensorli tizimlar, virtual va kengaytirilgan reallik platformalari bo'lib, ular harbiy xizmatchilarning jangovar vazifalarni yuqori sifatda va xavfsiz muhitda bajarishiga yordam beradi.

O'q otishni mashq qildirish usullariga quyidagilarni misol qilishimiz mumkin [3]:

- virtual va kengaytirilgan reallik simulyatorlari;
- sensorli va optik monitoring tizimli trenajyorlar;
- interaktiv o'q otish poligonlari.

Virtual reallik (VR) va kengaytirilgan reallik (AR) texnologiyalari orqali harbiy xizmatchilar real sharoitkarga yaqinlashtirilgan holda o'q uzish simulyatsiyasini boshdan kechirish imkoniyatiga ega bo'ladilar. Ushbu texnologiyalar yordamida o'q otish mahoratlarini takomillashtirish, har xil vaziyatlarda reaksiyani rivojlantirish va stress ostida qaror qabul qilish ko'nikmalarini shakllantirish mumkin. Otish mashqini bajarish uchun virtual simulyatorlarga misol 1- rasmda keltirilgan.

Zamonaviy sensorlar va optik kameralar otish mashqlarining har bir bosqichini aniq qayd qilib, o'qning aniqligi, tezligi va boshqa parametrlarini tahlil qiladi. Bu ma'lumotlar asosida o'q uzish usullarini optimallashtirish va professional ko'nikmalarni oshirish imkoniyati yaratiladi.

Zamonaviy poligonlarda harbiy xizmatchilar real va virtual sharoitlarni birlashtirib, har xil maqsadlarda o'q otishni mashq qilishlari mumkin. Bu usul jangovar sharoitga yaqin holatda mashg'ulot olib borishga imkon beradi [4].

Zamonamizda texnologiyaning beqiyos rivojlanishi natijasida insonlar haqiqiylik qiyofasini butunlay yangi darajada his qilish imkoniga ega bo'la boshladilar. Virtual reallik (VR) va kengaytirilgan reallik (AR) – bu insonning atrof-muhitni qabul qilishini o'zgartiruvchi ilg'or texnologiyalardir. Ular ko'pincha simulyator shaklida qo'llanilib, foydalanuvchiga haqiqatga yaqin yoki yanada boyitilgan muhitni taqdim etadi.



a) real muhit



b) virtual muhit

1- rasm. Otish mashqini bajarish uchun virtual simulyator

Virtual reallik simulyatorlari - bu bir yoki bir nechta ko'zoynak, quloqchin va sensorli modullar yordamida yaratilib, foydalanuvchini to'liq raqamli dunyoga joylashtiruvchi tizimlardir. Bu simulyatorlar insonning sezgi organlarini sun'iy ravishda boshqarib, butunlay yangi makonda harakatlanish, o'yinni boshdan kechirish yoki o'rganish jarayonlarini taklif qiladi. Masalan, aviatsiya sohasida uchish simulyatorlari bo'lib, ularning yordamida pilotlar xavfsiz muhitda murakkab vaziyatlarni mashq qilishlari mumkin.

Kengaytirilgan reallik simulyatorlari esa haqiqiy olamga raqamli elementlarni qo'shib, foydalanuvchining atrof-muhit bilan aloqasini yanada boyitadi. Bu texnologiya, mobil qurilmalar va maxsus ko'zoynaklar orqali ko'riladigan haqiqiy ob'ektlar ustiga grafik va ma'lumotlarni joylashtiradi. Hozirgi kunda virtual va kengaytirilgan reallik simulyatorlari nafaqat o'yin-kulgi, balki ta'lim, tibbiyot, sanoat va harbiy sohalarida ham keng qo'llanilmoqda [5]. Ularning asosiy maqsadi – inson tajribasini kengaytirish, murakkab jarayonlarni osonlashtirish va yangi bilimlar olish uchun imkoniyat yaratishdir. Shu tariqa, bu texnologiyalar zamonaviy dunyoning ajralmas qismiga aylanib bormoqda. Kengaytirilgan reallik simulyatorlari 2- rasmda ko'rsatilgan.



2- rasm. Kengaytirilgan reallik simulyatori

Zamonaviy otish mashqlarining samaradorligini oshirish va otuvchilarning texnik ko'nikmalarini mukammallashtirish maqsadida turli xil monitoring tizimlari yaratilgan. Ularning orasida sensorli va optik monitoring tizimlari alohida o'rin tutadi. Ushbu tizimlar otish jarayonining har bir detalini aniq o'lchab, tahlil qilish imkonini beradi hamda harbiy xizmatchi va merganlar uchun muhim axborot manbai bo'lib xizmat qiladi.

Sensorli monitoring tizimlari - bu turdagi tizimlar otuvchining harakatlarini, qurolni ushlash uslubini, otish vaqtini va otilish kuchini aniqlash uchun maxsus sensorlardan foydalanadi. Sensorlar ko'pincha qurolga yoki harbiy xizmatchining tanasiga joylashtiriladi va harakatlar ma'lumotlarini real vaqt rejimida qayd etadi. Masalan, qurolning bosh harakatidagi tebranishlarni, tutqichga qo'llanilgan bosimni va otilish vaqtini aniqlash mumkin. Ushbu ma'lumotlar otuvchining texnikasini yaxshilash, kamchiliklarni aniqlash hamda mashg'ulotlarni individual tarzda rejalashtirishda yordam beradi. 3-rasmda sensorli otish trenajyoriga misol keltirilgan.



3- rasm. Sensorli otish trenajyori

Optik monitoring tizimlari esa kameralar va yorug'lik sensorlari yordamida o'q otish jarayonini kuzatadi. Ushbu tizimlarning asosiy vazifasi - otish paytida yuzaga keladigan harakatlarni yuksak aniqlikda qayd etish va tahlil qilishdir [6]. Masalan, otuvchining tana holati, boshning harakati va niqtalagan nuqtaga ko'zi qarash yo'nalishi optik tizim yordamida aniqlanishi mumkin. Bundan tashqari, optik monitoring tizimlari o'qning yo'nalishini, ta'sir nuqtasini aniq

ko'rsatib, otish natijalarini vizual tarzda baholash imkonini beradi. Otishni optik monitoring tizimi va trenajyori 4- rasmda ko'rsatilgan.

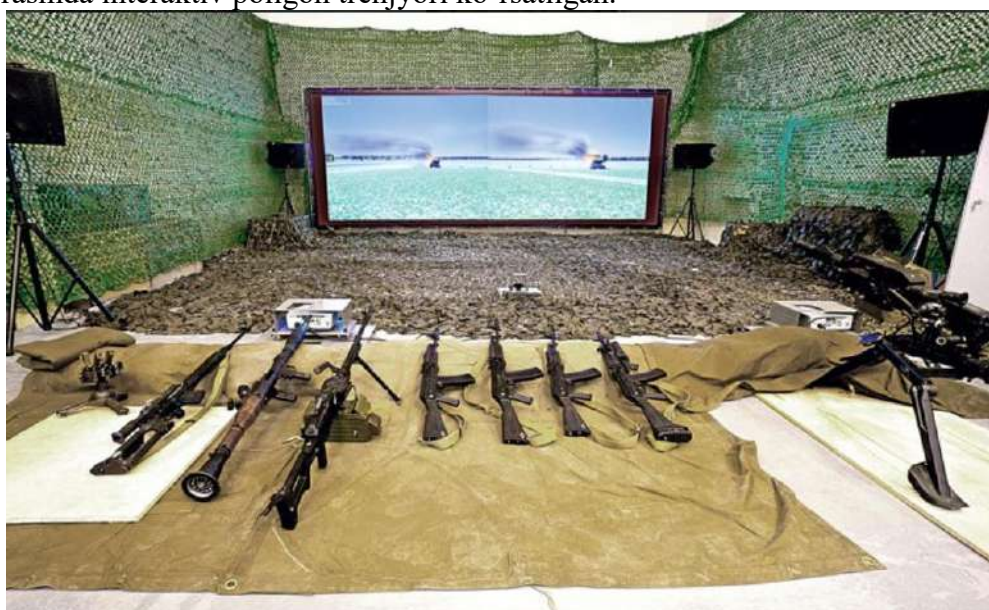


4- rasm. Otishni optik monitoring tizimi

Ushbu ikki turdagi monitoring tizimlari birgalikda qo'llangana, o'q otish mashg'ulotlarini sezilarli darajada optimallashtirishga xizmat qiladi. Sensorli tizimlar aniq va chuqur texnik ma'lumotlarni taqdim etar ekan, optik tizimlar esa harakatlarni vizual tarzda kuzatib, natijalarni osongina baholash imkonini beradi. Natijada, sportchilar va harbiy xizmatchilar o'z mahoratini oshirishda, to'g'ri texnikani shakllantirishda va samaradorlikni yuqori darajaga olib chiqishda katta yordamga ega bo'ladilar. Shu bilan birga, zamonaviy sensorli va optik monitoring tizimlari o'q otish mashqlarini avtomatlashtirish va raqamlashtirish jarayonlarida ham keng qo'llanilmoqda. Bu esa, o'z navbatida, trening sifatini yaxshilash, vaqtni tejash va inson omilini kamaytirishga xizmat qiladi.

Zamonaviy harbiy tayyorgarlik jarayonlarida o'q otish mahoratini muntazam rivojlantirish muhim o'rin tutadi. Ushbu maqsadda an'anaviy o'q otish maydonchalaridan farqli ravishda interaktiv o'q otish poligonlari tobora keng qo'llanilmoqda. Ular ilg'or texnologiyalar asosida yaratilgan bo'lib, foydalanuvchilarga yanada realistik va samarali mashg'ulotlar o'tkazish imkoniyatini taqdim etadi.

Interaktiv o'q otish poligonlari - bu maxsus jihozlangan va raqamli monitoring tizimlari bilan integratsiyalashgan o'q otish maydonchalari bo'lib, ular o'q otish jarayonini nafaqat nazorat qiladi, balki baholaydi, boshqaradi va o'rgatuvchi elementlar yordamida mashg'ulotlarni yanada qiziqarli va samarali qiladi [7]. Bunday poligonlarda harbiy xizmatchilar o'z otish texnikasini real vaqt rejimida ko'rib, xatolarini tushunishlari va tuzatishlari mumkin. Bundan tashqari, interaktiv poligonlarda odatda yuqori aniqlikdagi sensorlar va kameralar o'rnatilgan bo'lib, ular otuvchining harakatlari, o'q yo'nalishi, aniqlik darajasi va boshqa ko'rsatkichlarni qayd etadi. Sun'iy intellekt va maxsus dasturiy ta'minot yordamida esa bu ma'lumotlar tahlil qilinib, foydalanuvchiga individual tavsiyalar beriladi. Shu tariqa, mashg'ulot jarayoni shaxsga moslashgan holda yanada samaraliroq bo'ladi. 5- rasmda interaktiv poligon trenjyori ko'rsatilgan.



5- rasm. Interaktiv poligon trenjyori

Интерактив o'q otish poligonlarining yana bir muhim afzalligi - ularning xavfsizligi va ko'p funktsiyaliligi. Virtual va kengaytirilgan reallik texnologiyalari yordamida turli jangovar vaziyatlarni yaratish, shuningdek, o'q otish sharoitini har xil darajada murakkablashtirish mumkin. Bu esa harbiy xizmatchilarni haqiqiy jang sharoitlariga yaxshiroq tayyorlash imkonini beradi. Shuningdek, interaktiv o'q otish poligonlari ta'lim jarayonini avtomatlashtirishga ham yordam beradi. Mashg'ulotlar natijalari tezkor ravishda qayta ishlanadi, yetishmovchiliklar aniq ko'rsatiladi va bu borada tezkor chora-tadbirlar belgilanishi mumkin.

Xulosa qilib aytganda, interaktiv o'q otish poligonlari bugungi kunda harbiy tayyorgarlik sohasidagi eng ilg'or va samarali yutuqlardan biri sifatida e'tirof etiladi. Ushbu poligonlar nafaqat o'quv jarayonlarining samaradorligini maksimal darajada oshirishga xizmat qilishi, balki inson omili sababli yuzaga keladigan xatoliklarni kamaytirish, shuningdek, mashg'ulotlarni yanada qiziqarli va interfaol shaklda tashkil etish orqali o'qitish jarayonini sifat jihatdan yangi, yuqori bosqichga olib chiqishga imkon yaratadi.

Shuningdek, o'q otar qurollarda otish mashqlarini yakuniy tarzda amalga oshirish jarayonini zamonaviy texnologik vositalar bilan ta'minlash harbiy xizmatchilarning jangovar tayyorgarlik sifatini sezilarli darajada oshiradi, xavfsizlikni ta'minlash darajasini mustahkamlaydi hamda ularning ko'nikma va malakalarini samarali va tizimli shaklda rivojlantirishga xizmat qiladi. Innovatsion texnologiyalar joriy etilishi harbiy tayyorgarlik tizimini tubdan takomillashtiradi va zamonaviy jangovar sharoitlarga harbiy xizmatchilarni munosib tayyorlashda muhim omil hisoblanadi.

Yuqorida aytilganlardan kelib chiqib, harbiy va xavfsizlik sohalarida yangi texnologik va interaktiv o'quv usullarini keng ko'lamda joriy etish hamda ularni takomillashtirish bo'yicha izchil ishlarni amalga oshirish muhim ahamiyat kasb etadi. Bu nafaqat jangovar salohiyatni oshirish, balki mamlakat mudofaasining mustahkamligini ta'minlashga ham xizmat qiladigan samarali vosita sifatida qaralishi lozim.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

[1] T.Sh. Nurmatov, X.S. Pardaev, T.X. Madraximov, "Zamonaviy o'quv-mashq simulyatsion majmualarining harbiy sohadagi o'rni", "Intellectual texnologiyalar – smart armiyani shakllantirishning asosiy mezon", mavzusidagi Respublika ilmiy-texnik konferensiyasi maqolalar to'plami, 2024- yil, b. 154-160.

[2] "Инновационные подходы в обучении курсантов стрельбе с использованием боевого лазерного интерактивного высокоточного комплекса «БЛИК-ВТ»", "Вестник военного образования" 3(36), 2022 у.

[3] Васильев, Ю.Стрелковые тренажёры // Пятьохот, 2003, №10.

[4] Т.Д.Полякова, Тренажерные устройства, применяемые в комплексном обследовании технической подготовленности стрелков, Мир спорта. – 2005. – № 2. – С. 32–36.

[5] С.Ф. Егоров, Семейство электронных стрелковых тренажеров «СТРИЖ»: уровни реализации и структура свободного программного обеспечения. Приборы и методы измерений, 2023. Т. 14. № 4. С. 251–267.

[6] Веркиенко Ю.В., Казаков В.С., Коробейников В.В., Егоров С.Ф., Казаков С.В. Тренажер оптико-электронный для стрелкового оружия, Вестник академии военных наук. 2008. № 4. С. 84–89.

[7] Казаков В.С., Коробейников В.В., Егоров С.Ф., Корнилов И.Г., "Перспективы развития электронных стрелковых тренажеров", "Интеллектуальные системы в производстве", 2010. № 2(16). С. 138–142.

**SUN'IY INTELLEKT TEXNOLOGIYALARIDAN FOYDALANGAN HOLDA HARBIY
RADIOMUTAXASSISLARNI TAYYORLASHNI TAKOMILLASHTIRISH****I.M. XALMATOV, D.R. ABZALOV***O'R HX va MU Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari va harbiy aloqa instituti*

Annotatsiya. Ushbu maqolada harbiy radiotelegrafchilarni tayyorlashda sun'iy intellekt texnologiyalaridan foydalanish istiqbollari ko'rib chiqiladi. Unda o'qitishning zamonaviy yondashuvlari tahlil qilinadi, an'anaviy usullar bilan bog'liq mavjud muammolar aniqlanadi va intellektual tizimlarni o'quv jarayoniga integratsiya qilish sohalari tavsiflanadi. Shuningdek, mutaxassislarni tayyorlash sifati va tezligini oshirish uchun moslashuvchan algoritmlar, simulyatorlar va avtomatik xatolarni tahlil qilish tizimlaridan foydalanish samaradorligiga asoslanadi.

Kalit so'zlar: radiotelegrafchilar, sun'iy intellekt, morze kodi, harbiy tayyorgarlik, intellektual trenajyorlar.

Аннотация. В статье рассматриваются перспективы применения технологий искусственного интеллекта в подготовке военных радиотелеграфистов. Проанализированы современные подходы к обучению, выявлены существующие проблемы, связанные с традиционными методами, и описаны направления интеграции интеллектуальных систем в образовательный процесс. Обсуждается эффективность использования адаптивных алгоритмов, тренажёров и систем автоматического анализа ошибок для повышения качества и скорости подготовки специалистов.

Ключевые слова: радиотелеграфисты, искусственный интеллект, азбука Морзе, военная подготовка, интеллектуальные тренажёры.

Harbiy sohada, radiouzatuvchi texnika va qo'llanilayotgan aloqa vositalarining tezkor rivojlanishi, harbiy radiomutaxassislarni faoliyatining murakkablashuvi hamda o'quv vaqtining o'zgarmasligi fonida texnik axborot hajmining ortib borishi oliy harbiy ta'lim muassasalarini bir qator dolzarb masalalarini hal etishga majbur qilmoqda.

Raqamli va sun'iy yo'ldosh aloqa texnologiyalaridagi sezilarli yutuqlarga qaramay, telegraf radio aloqasi va Morze kodi signallari harbiy amaliyotda muhim ahamiyat kasb etmoqda. Ularning dolzarbligi shovqinlarga yuqori darajada chidamliligi, amalga oshirish qulayligi va zamonaviy aloqa samarasiz bo'lgan muhitlarda foydalanishga yaroqliligi bilan belgilanadi. Malakali radiotelegrafchilarni tayyorlash qurolli kuchlar uchun dolzarb vazifa bo'lib qolmoqda, ammo an'anaviy o'qitish usullari ko'p vaqt va resurslarni talab qiladi.

Sun'iy intellekt texnologiyalaridan foydalanish o'quv jarayonini optimallashtirish, dasturlarni individuallashtirish va haqiqiy jangovar vaziyatlarga iloji boricha yaqin sharoitlarda barqaror ko'nikmalarni rivojlantirish uchun yangi imkoniyatlar ochadi.

An'anaviy tayyorlashning muammolari:

Radiomutaxassislarni tayyorlashning mavjud tizimi bir qator cheklovlar bilan tavsiflanadi:

- asosiy ko'nikmalarni rivojlantirishga katta vaqt sarflash;
- o'qituvchining o'qitishni individuallashtirish qobiliyatining cheklanganligi;
- stressli va jangovar sharoitlarni yetarli darajada simulyatsiya qilish;
- ta'lim darajasini ob'ektiv va tizimli baholashda qiyinchilik.

Ushbu omillar o'qitish samaradorligi oshirishi mumkin bo'lgan yangi texnologik yechimlarni joriy etish zarurligini belgilaydi [1].

Shu munosabat bilan o'quv-tarbiyaviy jarayonni va talabalarning kognitiv faolligini dinamik ravishda rivojlantirishga imkon beradigan vositalar, usullar va shakllarni faol izlash amalga oshirilmoqda.

Tezkor texnologik yutuqlar harbiy ta'lim kabi turli sohalarda inqilob qildi. An'anaviy o'qitish usullari virtual reallik (VR), sun'iy intellekt (SI) va boshqa yangi vositalar kabi innovatsion texnologiyalar bilan to'ldirilmoqda yoki almashtirilmoqda [2].

1. Harbiy tayyorgarlikda virtual reallik (VR)ning o'rni

VR texnologiyasi harbiy ta'limda keng qo'llanmoqda. Virtual muhit askarlarga taktik harakatlar, jangovar senariylar va qaror qabul qilish ko'nikmalarini xavfsiz va boshqariladigan mashg'ulotlarda bajarish imkonini beradi. Bu esa ularning vaziyatni baholash ko'nikmasini va javob qaytarish tezligini oshiradi.

2. Harbiy ta'limda sun'iy intellekt (SI)ning roli

Sun'iy intellekt (SI) harbiy ta'limni sezilarli darajada transformatsiya qilmoqda. U katta hajmdagi ma'lumotlarni tahlil qilib, qonuniyatlarni aniqlaydi, senariy rejalashtirish, strategik qarorlarni qo'llab-quvvatlash va shaxsiy o'quv tavsiyalari berishda yordam beradi.

3. Harbiy tayyorgarlikdagi boshqa texnologiyalar

Virtual reallik va sun'iy intellektdan tashqari, boshqa texnologiyalar ham harbiy ta'limni o'zgartirmoqda. Bularga real dunyoda raqamli ma'lumotlarni qoplash uchun kengaytirilgan reallik (AR), biometrik monitoring qiluvchi "aqlli" qurilmalar, taktik razvedka uchun dronlar va aloqa uskunalari va tizimlarini realistik o'qitish uchun simulyatorlar kiradi. Ushbu vositalar kengaytirilgan o'qitish imkoniyatlari, samaradorlik va iqtisodiy samaradorlikni taklif etadi.

4. Masofaviy va jamoaviy o'qitish

Yangi texnologiyalar masofaviy ta'lim imkoniyatlarini yaratish orqali harbiy ta'limni o'zgartirdi. Onlayn platformalar orqali turli joylardan stajyorlar qo'shma o'quv mashg'ulotlarida ishtirok etishlari, madaniyatlararo tushunish va hamkorlikni rivojlantirishlari mumkin. Bundan tashqari, masofaviy ta'lim imkoniyatlari geografik cheklovlardan qat'iy nazar, ta'lim resurslari va tajribasidan foydalanish imkonini beradi. Bu moslashuvchanlik harbiy ta'limning mavjudligi va inklyuzivligini oshiradi, xilma-xil va global miqyosda xabardor harbiy kuchni ta'minlaydi [3].

Texnologiyalarni harbiy tayyorgarlikka integratsiya qilishning afzalliklari:

1. Realistik va xavfsiz mashg'ulotlar: Virtual haqiqat va simulyatsiyalar hayot va resurslarni xavf ostiga qo'ymasdan realistik mashg'ulot muhitini yaratadi, bu esa kursantlarga murakkab stsensariylarni qayta-qayta mashq qilish imkonini beradi.

2. Vaziyatni anglashning yaxshilanishi: Virtual haqiqat va SI texnologiyalari askarlarga real dunyo sharoitlarini takrorlash va ularni dinamik va oldindan aytib bo'lmaydigan vaziyatlarga tayyorlash orqali vaziyatni anglashda yordam beradi.

3. Individuallashtirilgan o'qitish: SI bilan ishlaydigan tizimlar individual ishlash ma'lumotlarini tahlil qilishi, takomillashtirish sohasini aniqlashi va kursantlarning ko'nikmalari va qobiliyatlarini oshirish uchun moslashtirilgan o'quv modullarini taqdim etishi mumkin.

4. Xarajat samaradorligi: Texnologiya integratsiyasi qimmatbaho jismoniy resurslar va uskunalariga bo'lgan ehtiyojni kamaytiradi, bu esa o'quv dasturlarini uzoq muddatda yanada tejamkor qiladi.

Sun'iy intellekt va mashinali o'rganish algoritmlari harbiy operatsiyalarda muhim rol o'ynaydi. Qurolli kuchlar ushbu texnologiyadan fuqarolik hayotida keng tarqalganidan oldin ham foydalanishni boshlagan. Shu vaqt ichida muhandislar ko'plab algoritmlarni faol ravishda sinab ko'rishdi, ularni ishlab chiqishdi, takomillashtirishdi va tobora murakkablashib borayotgan vazifalarni bajarishga o'rgatishdi[4].

Bugungi kunda harbiylar sun'iy intellektdan quyidagilar uchun foydalanishlari mumkin:

- harbiy mutaxassislarni tayyorlash;
- strategik qarorlar qabul qilish;
- ma'lumotlar va tadqiqotlarni qayta ishlash;
- kelajakni bashorat qilish;
- obyektlarni aniqlash va tanib olish;
- nishonlarni yo'q qilish;

- tahdidlarni kuzatish;
- odamlar va obyektlarni tashish;
- tibbiyot xodimlariga yordam berish;
- kiberxavfsizlik.

Zamonaviy elektron urush harbiy aloqa tizimlarida yuqori chidamlilikni talab qiladi. Morze kodiga asoslangan radiotelegrafiya cheklangan tarmoqli kengligi va shovqin sharoitida ma'lumot uzatishning ishonchli usuli sifatida foydalanishda davom etmoqda [5]. Radiotelegrafchi operatorlarini o'qitishning an'anaviy usullari ko'p vaqt talab etadi va moslashuvchanligi cheklangan. Sun'iy intellekt (SI) texnologiyalaridan foydalanish o'qitish vaqtini qisqartirishi, baholashni avtomatlashtirishi va real radiomuhitini simulyatsiya qilishi mumkin [6].

Morze kodi signallarining matematik modeli

Morze kodida elementlar (nuqta, tire) va bo'shliqlar aniq nisbatlarda belgilanadi:

nuqta (.) davomiyligi - T (vaqt birligi)

tire (–) davomiyligi - 3T

elementlar orasidagi bog'lash bo'shligi (nuqta/tire ichida) - T

harflar orasidagi bo'shliq - 3T

guruhlar orasidagi bo'shliq - 7T

Bu T sizning tizimingizdagi asosiy vaqt birligi (masalan, 100 ms). Morze kodi signalining uzatilishi elementlarning davomiyligining mutanosiblik qonuniga asoslangan:

$$T_{nuqta} = T, \quad T_{tire} = 3T, \quad T_{intra} = T, \quad T_{belgi} = 3T, \quad T_{guruh} = 7T, \quad (1)$$

T - asosiy elementning (nuqta) davomiyligi.

Generator chiqishidagi signalni quyidagicha ifodalanishi mumkin:

$$s(t) = A \cdot \sin(2\pi f_0 t) \cdot g(t), \quad (2)$$

A- amplituda, f_0 -ovoz chastotasi (odatda 600-1000 GHz), $g(t)$ signal ketma-ketligi (nuqta yoki tire) bilan aniqlanadigan qobiqdir.

Signalni aniqlash

Xususiyatlarni ajratib olish uchun diskret Furye o'zgarishi (DFO') ishlatiladi:

$$(k) = \sum_{n=0}^{N-1} s(n) e^{-j\frac{2\pi}{N}kn}, \quad k = 0, 1, \dots, N-1, \quad (3)$$

bu yerda N - hisoblashlar soni, $s(n)$ - vaqt domenidagi signal.

Aniqlashning asosiy vazifasi - f_0 chastotada signal mavjudligini aniqlash va faol intervallarning davomiyligini o'lchashdir. Shovqinli sharoitlarda aniqlikni oshirish uchun telegraf signallari namunalarida o'qitilgan takrorlanuvchi neyron tarmoqlari (RNN, LSTM) va konvolyutsion neyron tarmoqlari (CNN) qo'llaniladi.

Moslashuvchan o'rganish modeli.

Signal-shovqin nisbatiga (SNR) bog'liq bo'lgan Pc belgisini to'g'ri tanib olish ehtimolini ko'rib chiqamiz:

$$P_c = 1 - Q\left(\sqrt{2 \cdot \frac{E_s}{N_0}}\right) \quad (4)$$

$Q(X)$ xato funksiyasi, E_s esa belgi energiyasi va N_0 shovqin spektral zichligi.

Trenajyordagi qiyinchilik darajasini quyidagi formula yordamida sozlash mumkin:

$$D_{t+1} = D_t + \alpha \cdot (E_t - E_{xatolar}), \quad (5)$$

D_t - t bosqichidagi qiyinchilik, E_t - o'rganuvchining haqiqiy xatolar darajasi, E_{target} - maqsadli xatolar darajasi va α - moslashish koeffitsienti.

Shunday qilib, tizim uzatish tezligi va modellashtirish shartlarini o'rganuvchining individual xususiyatlariga moslashtiradi.

Xulosa qilib aytganda, virtual reallik (VR), sun'iy intellekt (SI) va boshqa yangi texnologiyalarning harbiy tayyorgarlik dasturlariga integratsiyalashuvi zamonaviy harbiy ta'limda inqilob qildi. Ushbu texnologiyalar realistik, xavfsiz va immersiv o'quv muhitini yaratadi, vaziyatni anglashni yaxshilaydi va shaxsiylashtirilgan o'quv tajribasini taklif qiladi. Mavjud qiyinchiliklarga

qaramay, harbiy ta'limda texnologiyalardan foydalanishning afzalliklari juda katta bo'lib, kursantlarni bugungi murakkab va doimiy ravishda rivojlanib borayotgan jang maydonlari uchun zarur bo'lgan ko'nikma va bilimlar bilan ta'minlaydi. Harbiy radiotelegrafchilarni o'qitishda sun'iy intellekt texnologiyalaridan foydalanish mashg'ulotlar samaradorligini sezilarli darajada oshiradi, o'quv jarayonini jangovar sharoitlarga yaqinlashtiradi va instruktorlar uchun ish yukini kamaytiradi. Neyron tarmoq signallarni aniqlash tizimlarini ishlab chiqish, moslashuvchan algoritmlarni murakkab trenajyorlarga integratsiya qilish va mashinali o'rganish uchun telegraf signallari ma'lumotlar bazasini kengaytirish istiqbolli sohalar qatoriga kiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

[1] I.M. Xalmatov, V.R. Uzakov. «Radiotelegrafchilarni tayyorlash milliy tizimini yaratishning ayrim muammolari va yechish usullari» «Profesional armiyaning rivojlanishida raqamli iqtisodiet va intellektual tizimlarning o'rni» mavzusida respublika ilmiy-uslubiy konferensiyasi maqolalar to'plami. AKT va AHI, -Toshkent., 2020 – S 107-112.

[2] Власов А.В. Использование искусственного интеллекта в подготовке специалистов связи // Вестник связи. – 2021. – №4. – С. 45–52.

[3] L.I. Chjuan, T.K. Truong «Применение нейронной сети для распознавания Азбуки Морзе для пользователей с физическими недостатками» pubmed.ncbi.nlm.nih.gov. 2001

[4] Хусаинов Р.М. Автоматизация обучения радиотелеграфистов на основе адаптивных тренажёров // Вопросы радиоэлектроники. – 2020. – №8. – С. 61–68.

[5] Алханов, А. А. Машинное обучение и его применение в современном мире /А. А. Алханов // Вопросы устойчивого развития общества. – 2021. – № 7. – С. 471–475.

[6] Гаврилов А.Д., Лабунский А.Д. Искусственный интеллект для ПВО // Арсенал Отечества. 2018. № 3(35).

HARBIY OLIY O'QUV YURTLARI KURSANTLARNI HARBIY-VATANPARVARLIK RUHIDA TARBİYALASH MAQSADI, VAZIFALARI VA USULLARI

Z.S. OLLABERGANOVA

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

Annotatsiya. Maqolada muhim ilmiy-pedagogik muammo bo'lgan bo'lajak ofitserlarda ma'naviy-axloqiy fazilatlarining namoyon bo'lishi batafsil yoritilgan bo'lib, ushbu muammoni hal qilishda ta'lim jarayoniga axloqiy va ma'naviy jihatlarining integratsiyasi ko'rib chiqiladi.

Kalit so'zlar: ma'naviy-axloqiy fazilatlar, ma'naviy-axloqiy xislatlar, axloqiy masalalar, o'quv jarayoni, ma'naviy kamolot, yuksak ma'naviyat, oliy harbiy ta'lim muassasalari, harbiy xizmatchilar, milliy meros, ezgulik, rahmdillik va an'analar.

Аннотация. В статье подробно описана проявление духовно-нравственных качеств у будущих офицеров которая является важной научно-педагогической проблемой, при решении этой проблемы рассмотрены интеграции морально-духовных аспектов в образовательном процессе.

Ключевые слова: духовно-нравственные качества, духовно-нравственные качества, вопросы нравственности, образовательный процесс, духовная зрелость, высокая духовность, высшие военные учебные заведения, военнослужащие, национальное наследие, добро, сострадание и традиции.

Abstract. The article describes in detail the manifestation of spiritual and moral qualities in future officers, which is an important scientific and pedagogical problem; in solving this problem, the integration of moral and spiritual aspects in the educational process is considered.

Key words: spiritual and moral qualities, spiritual and moral qualities, moral issues, educational process, spiritual maturity, high spirituality, higher military educational institutions, military personnel, national heritage, goodness, compassion and traditions.

Kursantlarni harbiy-vatanparvarlik ruhida tarbiyalashdan maqsad ularda Vatan qadriyatlarini, uning tarixi, madaniyati va mudofaa qudratini chuqur anglash va sadoqatni shakllantirish, shuningdek, asrab-avaylash uchun mas'uliyat hissini shakllantirishdan iborat. davlat mustaqilligi va hududiy yaxlitligini himoya qilish. Kursantlarni harbiy-vatanparvarlik ruhida tarbiyalashning asosiy vazifalari quyidagilardan iborat:

Fuqarolik va milliy o'zlikni shakllantirish: kursantlarning muayyan millat va davlatga mansubligini tushunishga yordam berish, shuningdek, o'z mamlakati va xalqi bilan faxrlanish tuyg'usini rivojlantirish.

Harbiy-vatanparvarlik an'analarini qo'llab-quvvatlash va rivojlantirish: harbiy an'analar va mamlakat yutuqlarini saqlash va etkazishda yordam berish, shuningdek, harbiy qahramonlar va vatan himoyachilariga hurmat.

Vatanni himoya qilishga tayyorlikni shakllantirish: kursantlarning vatan xavfsizligiga tahdid tug'ilganda uni himoya qilish zarurati va tayyorligini tushunishlarini ta'minlash.

Ta'lim tizimida raqamli texnologiyalarni joriy etishning ilmiyuslubiy asoslari va innovatsion yondashuvlar.

Do'stlik va kollektivizm ruhini rivojlantirish: kursantlarda bir-biriga hurmat va do'stona munosabatni shakllantirish, shuningdek, jamoada xizmat qilish va umumiy vazifalarni bajarishga tayyorlik.

Ta'lim jarayoni orqali vatanparvarlik tarbiyasini targ'ib qilish: o'quv jarayoniga kursantlarda harbiy-vatanparvarlik ruhini rivojlantirishga qaratilgan tegishli dasturlar, tadbirlar, kurslar va materiallarni kiritish.

Ushbu maqsad va vazifalarga erishish uchun ota-onalarning turli usullaridan foydalanish mumkin, jumladan:

Ma'ruza va seminarlar: Mamlakat tarixi, mudofaa tayyorgarligi, harbiy strategiya va taktika bo'yicha ma'ruza kurslari va seminarlar tashkil etish.

Amaliy mashg'ulotlar: Harbiy-texnik ko'nikmalarni va mudofaa sharoitida harakat qilishga tayyorlikni rivojlantirishga qaratilgan o'quv va o'quv mashg'ulotlarini o'tkazish.

Vatanparvarlik tadbirlari: muzeylarga, tarixiy va madaniy yodgorliklarga tashrif buyurish, shuningdek, maxsus tadbirlar va bayramlarda ishtirok etish.

Harbiy sport tadbirlari: jismoniy chidamlilik va jamoaviy ruhni rivojlantirishga yordam beradigan harbiy sport musobaqalari va o'yinlarini o'tkazish.

Vatanparvarlik targ'iboti: vatanparvarlik g'oyalari va qadriyatlarini tarqatish uchun ommaviy axborot vositalari, kino va adabiyotlardan foydalanish.

Kursantlarni harbiy-vatanparvarlik ruhida samarali tarbiyalash ishning turli uslub va shakllarini o'zida mujassam etgan kompleks yondashuvni, shuningdek, tinglovchilarning individual ehtiyojlari va xususiyatlariga doimiy e'tibor qaratishni talab qiladi.

Harbiy-vatanparvarlik tarbiyasi davlat organlari, jamoat birlashmalari va tashkilotlarining yoshlarda yuksak vatanparvarlik tuyg'usini, fuqarolik burchini bajarishga tayyorligini shakllantirishga qaratilgan ko'p rejali, tizimli, maqsadli harakatidir [1-3].

Harbiy-vatanparvarlik tarbiyasining maqsadi yoshlarda fuqarolik vatanparvarlik tuyg'usini rivojlantirishdan iborat. Ularda hayotning barcha sohalarida zarur faol ifodani yaratish. Ushbu maqsadlarga erishish uchun quyidagi asosiy vazifalar talab qilinadi:

yoshlar ongi va tuyg'ularida vatanparvarlik qadriyatlari, qarashlari va e'tiqodlarini mustahkamlash, O'zbekistonning madaniy-tarixiy o'tmishiga, davlat darajasiga, ayniqsa, harbiy xizmatga e'tibor berish;

samarali, shaxsiy armiya – vatanparvarlar tizimini yaratish, yoshlarda Vatanga chinakam sadoqatni shakllantirish;

Ta'lim tizimida raqamli texnologiyalarni joriy etishning ilmiyuslubiy asoslari va innovatsion yondashuvlar. Harbiy-xizmat ta'limi tizimining, shu jumladan O'zbekiston Respublikasi Qurolli Kuchlarida xizmat qilayotganlarning umumiy samarasini ta'minlaydigan mexanizmni yaratish.

Harbiy-vatanparvarlik tarbiyasining asosiy maqsadi yoshlarni o'z Vataniga sodiq vatanparvar qilib tarbiyalashdan iborat. Bugungi yoshlar – mamlakatimiz kelajagi, shuning uchun biz ularga tayanishimiz, fikr-mulohazalarini tinglashimiz, jamiyat hayotida faol ishtirok etishiga ko'maklashishimiz zarur.

Harbiy vatanparvarlikning jamiyatdagi o'rni alohida ahamiyatga ega. Shu boisdan ham yoshlarni vatanga muhabbat ruhida tarbiyalash vatanparvarlik bo'lishi mumkin.

Vatanparvarlik tarbiyasining asosiy maqsad va vazifalari yoshlarning jamiyatimizdagi barcha o'zgarishlarda ishtirok etishiga ko'maklashishdan iborat bo'lib, shu asosda maktab yoshidan boshlab ularning vatanga muhabbatini oshirish zarur, ya'ni vatanparvarlik asoslarini tushuntirishdir. Vatanparvar so'zining ma'nosini yoshlarga aniq tushuntirish uchun faxriylar bilan muntazam uchrashuvlar o'tkazish, turli vatanparvarlik ruhidagi musobaqalar o'tkazish, ularni jamiyat bilan bevosita bog'lab borish maqsadimiz bo'lishi kerak.

Harbiy-vatanparvarlik tarbiyasi vazifalari jamiyatdagi kundalik o'zgarishlar bilan belgilanishi kerak bo'lgan yoshlarning qarashlariga moslashtirilishi kerak. Oliy harbiy maktab kursantlarida vatanparvarlik tarbiyasining tarbiyaviy ahamiyati uning xalqining vatanparvarligi bilan belgilanishi kerak. Umuman yoshlar tarbiyasini oiladan boshlash kerak. Yoshlarning jamiyatga integratsiyalashuviga oiladagi tarbiya katta ta'sir ko'rsatadi.

Harbiy vatanparvarlik tarbiyasining asosiy samarasi yoshlarda vatanparvarlik, o'z Vataniga sadoqat tuyg'ularini uyg'otish, jamiyat hayotiga o'z ta'sirini o'tkazishdan zavqlanishdan iborat bo'lishi kerak. Jamiyatdagi o'zgarishlar yoshlarga ta'sir qiladi, chunki yoshlar hozir jamiyatning ko'zga ko'ringan a'zosi hisoblanadi. Yoshlarda zamonaviy vatanparvarlik tarbiyasining maqsad va

vazifalariga ongli munosabatda bo'lish, ya'ni ularda Vatanga muhabbat tuyg'usining ravshanligini anglatadi.

Yoshlarning ona-Vatanga muhabbat uyg'otishi yuksak hurmat-ehtirom belgisi bo'lishi kerak. Harbiy vatanparvarlik tarbiyasining asosiy o'rni jamiyatimizni modernizatsiya qilishga hissa qo'shishdan iborat. Demak, jamiyatdagi har qanday o'zgarishlar yoshlarning ta'siridan kelib chiqadi. Yoshlarning harbiy-vatanparvarlik o'yinlari, harbiy o'yinlar, Ulug' Vatan urushi faxriylari bilan uchrashuvlari buning yorqin dalilidir [3-6].

Yoshlarning o'z xalqiga mehr-muhabbatini oshirishda vatanparvarlik tarbiyasi doimo katta ta'sir ko'rsatishi kerak. Bunday sharoitda o'qituvchining vazifasi yosh o'quvchilarda yuksak tuyg'u, tez idrok etish, ularga Respublikamiz

Ta'lim tizimida raqamli texnologiyalarni joriy etishning ilmiyuslubiy asoslari va innovatsion yondashuvlar.

Qurolli Kuchlarining qahramonlik hikoyalarini faxr bilan aytib berish asosida kelajakda ulardan biri bo'lishga intilish tuyg'usini shakllantirishdan iborat.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 24 yanvarda qabul qilingan "O'zbekiston Respublikasining Qurolli Kuchlarini yanada isloh qilish va rivojlantirish vazifalarini amalga oshirish bo'yicha chora-tadbirlar dasturi to'g'risida"gi Qarorida hamda ushbu hujjat bilan tasdiqlangan tegishli Dasturda harbiy kadrlarni tayyorlash tizimini va tegishli normativ-huquqiy hujjatlarni yanada takomillashtirish vazifasi qo'yildi. Ushbu hujjatlarda oliy harbiy bilim yurtlariga kirish uchun nomzodlarni tanlash talablarini oshirish, kollej va litseylar faoliyatini samarali tashkil etishga doir zarur tashkiliy-texnik va boshqa chora-tadbirlar majmuini belgilash hamda ro'yobga chiqarish nazarda tutilgan. Kollej va litseylar zimmasiga oliy harbiy bilim yurtlariga kirish uchun nomzodlarni tayyorlash bo'yicha qo'shimcha vazifalar yuklangan.

Qurolli Kuchlar, xalqning jangovar mehnat tamoyillari, o'tmishi va buguni, uning qahramonlik tarixi, Vatanni bilish va ijtimoiy-siyosiy qarashlarini kengaytirishga oid bilimlarni chuqurlashtirishga hissa qo'shadi. Oliy harbiy maktab kursantlarida harbiy-vatanparvarlik tadbirlarini jamoaviy tashkil etishda o'quvchilarda jamoa oldidagi mas'uliyatni, o'ziga va o'rtoqlariga talab qo'ya bilish, bir-biriga yordam berishning ahamiyatini, erishganlik tuyg'usini tarbiyalash muhim ahamiyatga ega.

Mamlakatimiz mudofaa qudratini kuchaytirish zarurati O'zbekiston Respublikasining har bir fuqarosining faoliyati va sharoitiga bog'liq, degan g'oya o'smirlar ongiga ijtimoiy ish va ta'lim-tarbiya mohiyati orqali kirib kela boshlaydi.

Oliy harbiy maktab kursantlarida vatanparvarlik tuyg'ulari, jasoratga intilish, g'alaba qozonishga intilish, o'zini-o'zi isbotlash, jamoada tengdoshlari orasida o'z o'rnini topish, ularning ishonchini qozonish, o'z oldiga yuksak talablar qo'yish, talablarga javob bera boshlaydi. Kursantlar har xil musobaqalarda, harbiy-sport o'yinlarida qatnashadi, katta bahs-munozara bilan harbiy-texnikaviy modellashtirish bilan shug'ullanadi, harbiy texnika, harbiy nishonlarni farqlash, turli harbiy guruhlar kiyimlarining turlari va tarixi bilan tanishadi. Kursantlarning talab va orzuistaklarini ro'yobga chiqarishda mansabdor shaxslar ularning maktab o'qituvchisi, ota-onalari bilan hamkorlikda ish olib borishda yanada faol bo'lish muhim ahamiyatga ega.

Oliy harbiy maktab kursantlarida harbiy-vatanparvarlik tarbiyasini yuksaltirishda yanada quyidagi tamoyillar ham ustuvor ahamiyat kasb etadi:

- ong va maqsadga muvofiqlik;
- oliy harbiy ta'lim huquqiy davlat qurish tajribasi bilan, mehnat va hayot bilan bog'liq bo'lishi kerak;
- shaxsiy, idividual va jamoa orqali ta'lim;
- oqilona talablar va shaxsga hurmat;
- foydalilik va hayrihohlik tamoyillari;
- ta'lim jarayonining yoshi va shaxsiy hisobi;

- oliy harbiy maktab kursantlarida tarbiyaviy ta'sirning uzluksizlik va qat'iyat birligini ta'minlash tamoyili.

- Vatanni himoya qilishning tarixiy tajribasini qo'llash tamoyili.

- Oliy harbiy maktab kursantlarining harbiy xizmatni o'tash talablariga muvofiqligi tamoyili.

Ushbu sohadagi amaliy faoliyatni amalga oshirishda boshqaruv holati bo'lgan harbiy-vatanparvarlik tarbiyasining asosini tashkil etuvchi tamoyillar qatorida: ilmiylik; yuksak axloqlilik, rahmdillik, mehribonlik; demokratiya; tarixiy-madaniy merosning, uning ma'naviy qadriyatlari va an'alarining ustuvorligi; izchillik; yoshlarni rivojlantirishda ularning turli toifalarining o'ziga xos xususiyatlarini hisobga olgan holda davomiylik va uzluksizlik; ta'lim samaradorligini ta'minlash uchun foydalaniladigan vositalar, usullar va modellarning xilma-xilligi; uning individual yondashuv asosida har bir shaxsning sifat va qobiliyatlarini, imkoniyatlarini rivojlantirishga qaratilganligi; ta'limning boshqa shakllari bilan chambarchas va ajralmas bog'liqlik. Yoshlarni harbiy-vatanparvarlik ruhida tarbiyalash jarayonida ushbu tamoyillarni hayotga tatbiq etish harbiy va davlat xizmatiga yangi, chinakam manfaatdor munosabat, Vatan oldidagi burchlarini sodiqlik bilan bajarishga shaylikni shakllantirishni ta'minlaydi.

Ma'naviy-axloqiy - shaxsning ijtimoiy muhim jarayonlar va real hayot hodisalarini, yo'nalish va ideallarni, yuksak qadriyatlarni tushunish qobiliyati, ularni amaliy faoliyat va intizom tamoyillari, tamoyillari sifatida boshqarish qobiliyatidir. U quyidagilarni o'z ichiga oladi: yuksak madaniyat va ma'lumotni namoyish etish, Vatanga xizmat qilishga tayyorlik g'oyalarini tushunish, jamoaviy va mas'uliyat, harbiy sharaf, yuksak axloqiy, kasbiy xulq etikasi fazilatlarini shakllantirish muhim ahamiyatga ega [7-8].



1-rasm. Harbiy vatanparvarlik tarbiyasi tamoyillari

Tarixiy - kelib chiqishini e'tirof etish, Vatanning o'ziga xosligi, uning taqdiri bilan faxrlanish, ajdodlar va zamondoshlar ishlarida ishtirok etish, O'zbekiston Qurolli Kuchlari, boshqa qo'shinlari, harbiy tuzilmalari va organlarining siyosiy tizimidagi roli va o'rnini to'g'ri baholash dolzarb muammolardan hisoblanadi. Bu jarayon har bir kursantni davlat qonunlari, ayniqsa O'zbekiston fuqarosining huquq va majburiyatlari, jamiyatning harbiy tashkilotining huquqiy asoslari va funksiyalari bilan tanishishni, qo'mondonlar, rahbarlar, yuqori lavozimli mansabdor shaxslarning talablarini, harbiy nizomlarni, harbiy nizomlarni tushunishni o'z ichiga oladi.

Kasbiy-ishbilarmonlik - Vatanga xizmat qilish bilan bog'liq holda mehnatga halol va mas'uliyatli munosabatni shakllantirish, maqsad va vazifalarni muvaffaqiyatli amalga oshirishda kasbiy va mehnat qobiliyatlarini faol namoyon etish istagi. U quyidagilarni o'z ichiga oladi: o'zini namoyon qilishning kasbiy va ish bilarmonlik qadriyatlari, maqsad va vazifalar, dalillar, maqsad va yuqori samaradorlikka erishish uchun kasbiy talablar, xizmat vazifalarini yuqori samaradorlik va samaradorlik bilan bajarish va aniq maqsadlarga erishish, ularni prognozlash va amalga oshirish qobiliyati.

Psixologik - yoshlarning yuksak psixologik barqarorligi, har qanday vaziyatda murakkab va mas'uliyatli vazifalarni bajarishga tayyorligi, harbiy va boshqa faoliyatning og'irligi va qiyinchiliklarini engish qobiliyati, bo'limda biznes va muvaffaqiyatli hayot uchun zarur bo'lgan muhim psixologik ko'nikmalar. Bunga quyidagilar kiradi:

kursantlarning o'ziga xos xususiyatlarini hisobga olgan holda har bir shaxsning psixologik qobiliyatini shakllantirish; kasbiy tanlash jarayonida va uning natijalari asosida shaxsiy tarbiyaviy ishlar. axloqiy tamoyillar va urf-odatlar, ma'naviy qadriyatlar, xulq-atvor qoidalari va normalari, harbiy va boshqa davlat xizmatlarini tashkil etish, o'quv va harbiy vazifalarni bajarish bilan bog'liq fanlar sifatida jamiyatning harbiy tashkilotidagi munosabatlarning maxsus namunalari avloddan-avlodga o'tadi.

Yoshlar uchun tarbiyaviy ahamiyatga ega bo'lgan eng muhim harbiy an'analar:

asirlar va musofirlarga, mag'lub bo'lgan dushmanga insoniy munosabatda bo'lish tuyg'usini tarbiyalash va boshqalar shular jumlasidandir. Bu sohalarning barchasi uzviy bog'liq bo'lib, amaliy faoliyat jarayonida harbiy-vatanparvarlik tarbiyasining metod va modellari, tamoyillari, ma'naviy-axloqiy va mafkuraviy asoslari, maqsad va vazifalari bilan uzviy bog'liqdir.

Ta'lim usullari deganda kursantlarning aqliy, ijodiy hamda kasbiy mehnat faoliyatini shakllantirishga qaratilgan pedagogik yondashuvlar va usullar majmuasini tushunish mumkin.

Harbiy-vatanparvarlik tarbiyasi umumiy ta'lim bilan bir xil. Usullardan foydalanish oson emas.

Asosiysi, harbiy tashkilotchi tarbiyaning faol usullari zarurligini chuqur anglashi kerak. U ta'lim va tarbiya usullarini ishlab chiqishdan tashqari, yuksak axloqli pedagog sifatida ham amalga oshiriladi.

Harbiy rahbar fan dasturi doirasida dars mazmunini belgilaydi. Ta'lim va tarbiya muammolarini hal qilishni ta'minlovchi asosiy va qo'shimcha faktlarni biladi: o'qitish tartibi, turi va uslubini belgilaydi.

a) O'qitish usuli - o'quvchining sezgi, his-tuyg'ulari va motivatsiyasiga bevosita ta'sir ko'rsatadigan harbiy rahbarning mashg'ulot, mehnat va kerak bo'lganda jangovar harakatlarini yaratishning asosiy usuli.

Ma'lumotlar qat'iy ilmiy va yaxshi isbotlangan bo'lishi kerak. Aniq va aniq faktlar bilan kursantlarning fikrlash qobiliyatini faollashtirishga harakat qilish muhim.

b) Misol usuli. Bu usulning zahirida, eng avvalo, odamlarning o'sha xarakterga (tasvirga) bo'lgan istagi yotadi. Vatan himoyasida yaqqol namoyon bo'ladigan baynalmilal burch va mardlik namunalari bilan o'quvchiga ta'sir o'tkazish, uni hayotda ham ana shu o'rnaklarga amal qilishga undaydi. Namunadan foydalanish qahramonlik uchun yagona turtki bo'lmasligi kerak. Agar qahramonlik va ma'naviy jasorat ko'rsatgan kursantlardan biri hammaga yaqin va tanish bo'lsa, bu juda ta'sirli chiqadi. Ayniqsa, qahramonliklarning ijobiy sabab va oqibatlarini ko'rsatish muhim. Misollar kursantlarni chuqur o'ylashga, tez qaror qabul qilishga va ularga ichki tayyorlanishga o'rgatishi kerak.

v) O'qitish usuli - bu kursantlarning ma'lum operatsion tizimni takrorlash va tegishli ko'nikmalarni shakllantirish, fikrlash odatini rivojlantirish natijasidir. Kursantlar uchun oddiy, keyin esa murakkab vazifalarni ko'p marta takrorlash foydalidir: qisqacha hisobotlar yozish; harbiy mavzular bo'yicha chiqishlar, guruhdan tashqari ishlarni tashkil etish va o'tkazish (darslar, musobaqalar, chiqishlar, mashqlar).

d) Motivatsiya usuli kursantda ijobiy motivni saqlash va uyg'otish, ularning kursant harakatlarida namoyon bo'lishini faollashtirish, o'z kuchiga ishonchni shakllantirish uchun qo'llaniladi. Motivatsiya oddiy ishlarni bajarishda emas, balki nisbatan qiyin ishlarni bajarishda qo'llanilishi kerak.

e) Ogohlantirish usuli kursatning xulq-atvorini axloq va intizom qoidalariga zid ravishda tekshirish zarur bo'lganda tarbiyaviy maqsadlarda qo'llaniladi. Har qanday mulohazalar va ogohlantirishlar o'z vaqtida va ishontirishga asoslangan bo'lishi kerak. Boshqa usullar ishlamasagina ogohlantirish. Ba'zan bir eslatma kifoya qiladi. Ogohlantirish vaqti ommaviy ravishda e'lon qilinishi kerak [2,5,7-8].

Harbiy-vatanparvarlik tarbiyasi etakchilari. Murakkab tizim sifatida boshqaruvni talab qiladi. Boshqaruv xizmatlari noaniq. Lekin asosiysi boshqaruv tizimining holati va uni rivojlantirish bo'yicha qabul qilingan qarorlarni o'rganishdir.

Harbiy-vatanparvarlik tarbiyasiga rahbarlik, eng avvalo, oliy harbiy maktab ma'muriyatidir. Ular ma'muriy boshqaruv bilan bir qatorda keng ko'lamli ko'rsatmalardan, ya'ni professor-o'qituvchilarning pedagogik mahoratidan foydalanishlari kerak.

Xulosalar:

1. Harbiy oliy o'quv yurtlari kursantlarining ma'naviy-axloqiy tarbiyasini samaradorligini baholash mezonlari va ko'rsatkichlari: tashkiliy-tuzulmaviy, ishlab chiqarish-ratsional faoliyat, individual-shaxsiy va jamoaviy tarbiya tizimiga mos keladigan hamda eksperimental sinovdan o'tkazilgan "O'zbekiston Respublikasi Qurolli kuchlar akademiyasi bo'lajak ofiserlarining ma'naviy-axloqiy tarbiyasini yuksaltirish bo'yicha maqsadli dastur"ni ishlab chiqish dolzarb hisoblanadi.

2. O'zbekiston Respublikasi Qurolli kuchlar akademiyasi bo'lajak ofiserlari ma'naviy-axloqiy tarbiyasini yuksaltirish tizimining ilmiy asoslangan va eksperimental sinovdan o'tgan yo'llari, jumladan: bo'lajak ofiserlar tayyorlashning ma'naviy-axloqiy tarbiya tuzilmasini optimallashtirish; bo'lajak ofiserlar ma'naviyaxloqiy tarbiyasini yuksaltirishda zamonaviy pedagogik texnologiyalardan foydalanishni tashkil etishni takomillashtirish; bo'lajak ofiserlar ma'naviy-axloqiy tarbiyasini yuksaltirishda loyihalash va innovatsion texnologiyalarni joriy etish muhim hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

[1] 2017 yil 10.05dagi Mudofaa hamda Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi hamkorligida "Oliy harbiy ta'lim" Nizomiyu; 2017 yil 09.06dagi № 16/32 "Harbiy ta'lim yo'nalishida Davlat ta'lim standarti"; 08.05.2017 yildagi "O'zbekiston Respublikasi Qurolli kuchlari Akademiyasi" Nizomi.; 30.05.2017 yildagi № 526 sonli buyrug'i "Ofiser pedagog-o'qituvchilar tarkibini lavozimlarga tayinlash tizimi Nizomi.; 12.09.2017 yildagi № 932 sonli "Harbiy pedagog kadrlarni harbiy qismlarda amaliyot o'tash to'g'risidagi" Nizomi.

[2] "Oliy harbiy ta'lim muassasalarining tayanch Nizomi". 2018 yil 07.02., 10-12 betlar.

[3] O'zbekiston Respublikasi Prezidentining O'zbekiston Respublikasi Innovatsion rivojlanish vazirligini tashkil etish to'g'risidagi PF-5264-sonli Farmoni. 2017 yil 29 noyabr. Qonun hujjatlari ma'lumotlari milliy bazasi, 01.12.2017 y., 06/17/5264/0339-son).

[4] Mirziyoyev Sh. Ilm-fan yutuqlari - taraqqiyotning muhim omili. 2016 yil 30 dekabr kuni mamlakatimizning etakchi ilm-fan namoyondalari bilan uchrashuvdagi ma'ruzasi. // "Ma'rifat" gazetasi. 2016 yil 31 dekabr. № 104-son.

[5] O'zbekiston Respublikasining 2019 yil 2 fevraldagi "O'zbekiston Respublikasi Qurolli Kuchlari axloqiy-ruhiy ta'minoti konsepsiyasi".

TALABALARDA AKMEOLOGIK KOMPETENTLIKNI SHAKLLANTIRISHNING
ILMIY-NAZARIY VA KONSEPTUAL ASOSLARI

U.N. URAZALIYEV

Osiyo Xalqaro universiteti

Annotatsiya. Ushbu maqolada talabalarda akmeologik kompetentlikni shakllantirishning nazariy-metodologik asoslari, akmeologiya fanining tarixiy shakllanishi, pedagogik jarayonlarda talaba shaxsining kasbiy va shaxsiy rivojlanish omillari hamda akmeologik kompetentlikning mazmuni yoritiladi. Tadqiqotda Urazaliyev Ulug'bek Nuriddinovichning "Talabalarda akmeologik kompetentligini shakllantirish va rivojlantirishning ilmiy-pedagogik asoslari" nomli magistrlik dissertatsiyasining birinchi bobidan foydalanildi. Natijalarga ko'ra, akmeologik kompetentlik talabaning o'z imkoniyatlarini anglash, kasbiy mahoratni rivojlantirish, refleksiya va innovatsion fikrlash orqali yuksak professional cho'qqiga erishish jarayonidir.

Kalit so'zlar: akmeologiya, akmeologik kompetentlik, shaxsiy rivojlanish, refleksiya, innovatsion yondashuv.

Аннотация. В статье раскрыты теоретико-методологические основы формирования акмеологической компетентности у студентов, исторические этапы становления акмеологии и педагогические условия профессионального роста личности обучающегося. Исследование основано на первом разделе магистерской диссертации У. Н. Уразалиева. Показано, что акмеологическая компетентность представляет собой интеграцию профессионального мастерства, саморефлексии и творческого развития личности.

Ключевые слова: акмеология, акмеологическая компетентность, профессиональное развитие, рефлексия, инновации.

Abstract. This article examines the theoretical and methodological foundations of developing akmeological competence among university students. It discusses the historical evolution of akmeology, its integration into pedagogy, and the psychological-pedagogical factors that support students' personal and professional growth. The analysis is based on the first chapter of Ulugbek Urazaliyev's master dissertation on akmeological competence development. Findings indicate that akmeological competence reflects a learner's capacity for professional excellence through self-reflection, innovation, and the realization of personal abilities.

Keywords: akmeology, akmeological competence, professional maturity, self-development, reflective learning.

Zamonaviy ta'lim tizimi shaxsning faqat bilim egallashiga emas, balki uning intellektual, ma'naviy va kasbiy jihatdan yuksalishiga qaratilgan bo'lib, talabalarda akmeologik kompetentlikni shakllantirish ushbu jarayonning muhim tarkibiy qismi hisoblanadi. Akmeologik kompetentlik shaxsning o'z imkoniyatlarini anglash, kasbiy faoliyatda yuqori darajadagi yutuqlarga erishish va ijodiy taraqqiyotini ta'minlovchi sifatlar majmuasidir. A. Ochilov ta'kidlashicha, akmeologik kompetentlik bo'lajak pedagoglarda innovatsion faoliyatga tayyorgarlikni oshiruvchi omil hisoblanadi. Akmeologiya fani XX asrning 20-yillarida J. Safari tomonidan ilmiy muomalaga kiritilgan bo'lib, inson rivojlanishining eng yuqori bosqichini o'rganishga qaratilgan. Akmeologik kompetentlik zamonaviy ta'lim paradigmasida shaxsning kasbiy yetuklikka intilishi, o'z salohiyatini real faoliyatda namoyish etishi va professional rivojlanishning yuqori bosqichlariga erishishini belgilovchi integrativ sifatlar tizimi sifatida talqin qilinadi. Bu tushuncha faqat bilim va malaka bilan cheklanmay, balki insonning ijodiy fikrlashi, o'zini anglash darajasi, refleksiv tahlili va ijtimoiy moslashuvchanligi bilan bog'liq bo'lgan murakkab psixologik-pedagogik jarayonni qamrab oladi.

XX asrda shakllangan akmeologik yondashuv shaxsning voyaga yetganlik davridagi taraqqiyot dinamikasini ilmiy izohlash zaruratidan kelib chiqqan bo'lib, ilk tadqiqotlarda shaxs

rivojlanishining cho'qqi bosqichlarini o'rganish markazga qo'yilgan. Keyingi bosqichlarda akmeologiya fani psixologiya va pedagogika bilan integratsiyada rivojlandi. S. Jafari shaxsning kasbiy voyaga yetish jarayonini biologik, ijtimoiy va psixik omillarning o'zaro uyg'unlashuvi orqali tahlil qilgan holda, akmeologiyani insonning imkoniyatlarini to'laqonli ro'yobga chiqarishga xizmat qiluvchi fan sifatida ta'riflaydi [6]. Derkach esa mazkur yo'nalishni kasbiy mahoratning sifat ko'rsatkichlarini oshirishga qaratilgan ilmiy konsepsiya sifatida talqin qiladi; uning yondashuvida refleksiya, motivatsiya va kommunikativ madaniyat kasbiy yuksalishning ajralmas tarkiblarini tashkil etadi [2]. Pedagogik kontekstdagi talqinlarda esa R. Garcia kasbiy kompetentlikning shakllanish mexanizmlarini izohlab, yuqori malakali pedagog shaxsining rivojlanishi bilimlar majmui, ijodiy yondashuv va mustaqil rivojlanish layoqati bilan belgilanadi, deb qayd etadi [3]. Shaxsiy o'sishning gumanistik talqinini ilgari surgan Rogers insonning o'z-o'zini aktualizatsiya qilish ehtiyoji, ichki motivatsiya va refleksiv tajribaning o'quv jarayonidagi ahamiyatini asoslab bergan [1].

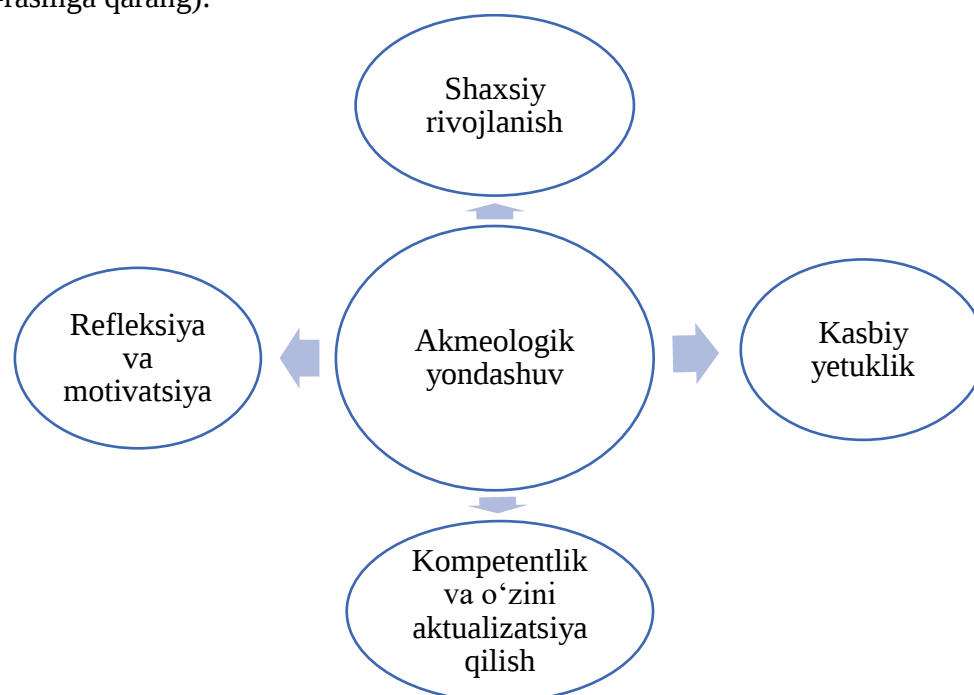
1-jadval

Akmeologik yondashuvning shakllanishi va talqinlari

Muallif / yo'nalish	Akmeologik yondashuv mazmuni	Asosiy tushunchalar va komponentlar	Manba
Akmeologiyaning shakllanish bosqichi (XX asr)	Shaxsning voyaga yetganlik davridagi rivojlanish dinamikasini va taraqqiyotning cho'qqi (akme) bosqichlarini o'rganishga qaratilgan ilmiy yo'nalish	Shaxs taraqqiyoti, akme bosqichi, rivojlanish dinamikasi	Nazariy manbalar
Fanlararo integratsiya	Akmeologiyaning psixologiya va pedagogika bilan uzviy bog'liq holda rivojlanishi	Psixik, ijtimoiy va pedagogik omillar uyg'unligi	—
Jafari S.	Akmeologiya – shaxsning kasbiy voyaga yetish jarayonida biologik, ijtimoiy va psixik omillar uyg'unligini ta'minlovchi fan	Kasbiy yetuklik, shaxs imkoniyatlarini ro'yobga chiqarish	Jafari S., 2020, 62-74-b.
Derkach	Akmeologiya kasbiy mahoratning sifat ko'rsatkichlarini oshirishga yo'naltirilgan ilmiy konsepsiya sifatida talqin qilinadi	Refleksiya, motivatsiya, kommunikativ madaniyat	Derkach, 2004, 21-22-b.
Garcia R. (pedagogik kontekst)	Yuqori malakali pedagog shaxsining rivojlanishi kasbiy kompetentlik mexanizmlari orqali amalga oshadi	Bilimlar majmui, ijodiy yondashuv, mustaqil rivojlanish	Garcia R., 2016, 28-b.
Rogers (gumanistik yondashuv)	Shaxsiy o'sish va rivojlanish o'z-o'zini aktualizatsiya qilish va ichki motivatsiya orqali ta'minlanadi	O'zini anglash, ichki motivatsiya, refleksiv tajriba	Rogers, 1961, 27-28-b.

Ta'lim jarayonida akmeologik rivojlanish shaxsning kasbiy tajribani faol qayta ishlashi, reflektiv fikrlashi, mustaqil qaror qabul qilishi va o'z imkoniyatlarini real faoliyatda sinab ko'rishi orqali shakllanadi. Bu jarayon an'anaviy bilim berishga asoslangan ta'lim modelidan farqli ravishda, talabanning subyektiv faolligi va ijodiy salohiyatini ochishga yo'naltirilgan bo'ladi. Pedagogik amaliyotda akmeologik rivojlanishni qo'llab-quvvatlash uchun fanlararo integratsiya, masalali o'qitish, refleksiya asosidagi tahlil, innovatsion texnologiyalar va shaxsga yo'naltirilgan yondashuv metodlari samarali hisoblanadi [2]. S. Jafari ta'kidlaganidek, kasbiy yuksalishning muhim omillaridan biri shaxsning o'quv faoliyatida psixologik resurslarni to'g'ri safarbar qilishi va ularni faol tajribaga aylantira olishi bilan belgilanadi [6]. Shu bois, talabanning rivojlanish jarayonini faqat tashqi o'qitish vositalari bilan emas, balki ichki o'rganish motivatsiyasi ham belgilaydi.

Pedagogik jarayonda akmeologik rivojlanishning asosiy mexanizmlari quyidagicha talqin etilishi mumkin (1-rasmga qarang):



1-rasm. Akmeologik yondashuvlar

Refleksiya talabaning o'z faoliyatini tahlil qilishi, natijalarni baholashi va xulosalar asosida yangicha harakat strategiyasi ishlab chiqishini ta'minlaydi.

Bu yondashuv shaxsning ichki tashabbusini kuchaytirib, kasbiy o'sishga zamin yaratadi [2]. Yangi g'oyalar yaratish va ularni amaliyotga tatbiq etishga qaratilgan ta'lim muhitining shakllanishi talabalarning intellektual mustaqilligini oshiradi. L.W. Anderson konstruktivizm nazariyasida bilim egallash jarayoni shaxsning faol tajribasi orqali amalga oshirishini ta'kidlab, ta'lim jarayonini bilimning tayyor shaklini berishdan ko'ra, uni yaratishga yo'naltirish zarurligini qayd etgan [3]. Pedagogik jarayon shaxsdagi o'zini o'zi rivojlantirish ehtiyoji va maqsadga yo'naltirilganlikni qo'llab-quvvatlashi zarur. Rogers insonning o'zini realizatsiya qilishga bo'lgan ichki ehtiyoji ta'lim samaradorligini belgilovchi asosiy psixologik omil ekanini ko'rsatadi

[1]. Jamoaviy faoliyat, munozara, kollektiv muammo yechish vazifalari shaxsning ijtimoiy moslashuvini kuchaytiradi, bu esa kasbiy yuksalish uchun muhim komponentdir [5]. Kombinatsiyalashgan mashg'ulotlar, interfaol metodlar, muammoli topshiriqlar va raqamli vositalardan foydalanish talabaning o'quv jarayoniga faol jalb etilishiga xizmat qiladi va akmeologik kompetentlikning funksional ko'rsatkichlarini mustahkamlaydi. Ushbu mexanizmlar uyg'un qo'llanilganda ta'lim jarayoni bilimlarni yetkazishga qaratilgan an'anaviy modeldan shaxsni professional yuksalishga tayyorlovchi integrativ tizimga aylanadi.

Akmeologik kompetentlik - bu shaxsning kasbiy faoliyatda yuksak natijalarga erishishni ta'minlaydigan integrativ sifatlar tizimi bo'lib, u bilish, xulqiy-psixologik va faoliyatga yo'naltirilgan komponentlarning o'zaro uyg'unlashuvi asosida shakllanadi. Zamonaviy ilmiy manbalarda mazkur kompetentlik insonning kasbiy rivojlanish jarayonidagi ichki faollik, ijodiy salohiyat va refleksiv tajriba orqali namoyon bo'lishi bilan izohlanadi. Tadqiqotlarda akmeologik kompetentlik quyidagi asosiy komponentlar orqali talqin qilinadi: Mazkur komponent shaxsning kasbiy faoliyatni bajarish uchun zarur bo'lgan nazariy bilimlar, tahliliy fikrlash va ilmiy asoslangan qarorlar qabul qilish qobiliyatini o'z ichiga oladi. R. Garcia keltirganidek, bilimning chuqurligi kasbiy mahoratning boshlang'ich sharti sanaladi, biroq u o'z-o'zidan yuksak kasbiy darajaga olib chiqmaydi, balki faoliyat tajribasi bilan uyg'unlashgandagina ahamiyat kasb etadi [4]. Kasbiy

o'sishga bo'lgan ichki ehtiyoj, o'zini takomillashtirishga intilish va muvaffaqiyatga erishish motivlari akmeologik kompetentlikning yadrosini tashkil etadi. Rogersning insonparvarlik nazariyasiga ko'ra, o'zini anglashga qaratilgan ichki motivatsiya shaxs rivojining asosiy harakatlantiruvchi kuchidir [1]. Refleksiya shaxsning o'z faoliyatini tahlil qilishi, xatolarni tan olish va ulardan yangi tajriba sifatida foydalanish mexanizmini ifodalaydi. Derkach refleksiyaning kasbiy yetuklikning shartlaridan biri sifatida e'tirof etadi, chunki u faoliyatni takomillashtirish imkonini yaratadi [2]. Akmeologik rivojlanish jarayoni shaxsning jamoada o'z o'rnini topishi, samarali muloqot qila olishi va hamkorlikda faoliyat tashkil eta olish qobiliyatini ham o'z ichiga oladi. A. Ochilov ta'riflaganidek, kasbiy muvaffaqiyat ko'p hollarda shaxsning ijtimoiy moslashuvchanligi bilan belgilanadi [5]. Bu komponent yangicha fikrlash, noodatiy yechimlar ishlab chiqish, mavjud tajribani transformatsiya qilish va kasbiy jarayonlarga yangilik kiritish layoqatini o'z ichiga oladi. L.W. Anderson konstruktivizmga asoslanib, bilim inson tomonidan faol ravishda yaratiladigan jarayon ekanini ta'kidlaydi [3].

2-jadval.

Akmeologik kompetentlikning funksional ko'rsatkichlari

Ko'rsatkich	Ta'rif	Ilmiy asos
Natijaviylik	Kasbiy faoliyatda real yuqori samaradorlikka erishish	Jafari S. (2020, 19-bet)
Adaptivlik	O'zgaruvchan sharoitlarga moslasha olish	Ochilov A. (2024, 52-bet)
Ijodiylik	Yangilik yaratish, o'zgacha qarash	Anderson L.W. (2001, 32-bet)
Reflektivlik	O'z tajribasini ongli tahlil qilish	Derkach (1999, 22-bet)

Ushbu ko'rsatkichlar akmeologik kompetentlikni faqat nazariy tushuncha emas, balki amalda namoyon bo'ladigan jarayon sifatida baholash imkonini beradi.

Xulosa qilib aytganda akmeologik kompetentlikni shakllantirish zamonaviy oliy ta'limning strategik maqsadlaridan biri bo'lib, u talabaning kasbiy rivojlanish jarayonida bilim, tajriba va shaxsiy salohiyatni uyg'unlashtirishni nazarda tutadi. Kompetentlikning mazkur turi shaxsning o'zini o'zi rivojlantirishni ustuvor qadriyat sifatida qabul qilishi, faoliyatga reflektiv yondashuvi, professional yuksalishning maqsadli strategiyasiga ega bo'lishi hamda kasbiy faoliyatda yuqori natijalarga erishishga intilishi bilan xarakterlanadi. Akmeologik rivojlanishning nazariy manbalari shaxsning individual yetuklik bosqichlariga doir psixologik talqinlar, kasbiy o'sish dinamikasi haqidagi ilmiy qarashlar hamda ta'lim jarayonini shaxsiga yo'naltirilgan yondashuv asosida tashkil etishga oid g'oyalarga tayangan holda shakllangan. S. Jafari, Derkach, Rogers, R. Garcia, L.W. Anderson kabi olimlar konsepsiyalarida shaxsning yuksak rivojlanishiga erishish bilim olishning faollashtirilgan shakllari, ijodiy tafakkur, refleksiya, motivatsiya va ijtimoiy tajriba orqali amalga oshishi qayd etilgan.

Pedagogik amaliyotda akmeologik kompetentlikni rivojlantirish jarayoni faqat nazariy tayyorgarlikni kuchaytirish bilan chegaralanmaydi, balki faoliyatga yo'naltirilgan mashg'ulotlar, muammoli ta'lim metodlari, reflektiv topshiriqlar, innovatsion o'quv texnologiyalari va hamkorlikka asoslangan didaktik shakllarning integratsiyasini talab etadi. Shu bois, akmeologik kompetentlik ta'lim natijasi sifatida emas, balki izchil rivojlanishning dinamik jarayoni sifatida talqin qilinishi lozim. Natijada, talabalarda akmeologik kompetentlikni shakllantirish nafaqat bo'lajak mutaxassisning kasbiy mahoratini oshiradi, balki uning shaxsiy pozitsiyasini mustahkamlaydi, o'zini anglash va o'z faoliyatini boshqarish qobiliyatini rivojlantiradi. Bu esa zamonaviy ta'limning innovatsion mazmuni bilan uyg'unlashgan holda ta'lim jarayonining samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

- [1] Rogers, Carl. On Becoming a Person. Boston: Houghton Mifflin, 1961, 27–28-betlar.
- [2] Деркач А. А. Акмеологические основы развития профессионала. М.: Издательство Московского психолого-социального института; Воронеж: НПО «МОДЭК», 2004. - 752 с. - (Психологи Отечества). - URL: <https://psychlib.ru/inc/absid.php?absid=49896>.
- [3] Anderson L.W. A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives / L.W. Anderson, D.R. Krathwohl. – New York: Longman, 2001.
- [4] Garcia R. Integration of Acmeological Principles into Teacher Training Program / R. Garcia, L. Hernandez // Teaching and Teacher Education, 2016. - P. 28–36.
- [5] Ochilov A. Professional knowledge and leadership qualities training tendency based on the acmeological approach of future teachers / A. Ochilov // American Journal of Pedagogical and Educational Research. - 2024. - Vol. 24. - P. 51–53. <https://americanjournal.org/index.php/ajper/article/view/2094>
- [6] Jafari S. Forecasting student performance based on classroom climate, the mediating role of teacher-student interactions, and learning motivation / S. Jafari // Integration of Education. – 2020. - 24(1). - P. 62–74. - DOI: 10.15507/1991– 9468.098.024.202001.062–074 <https://edumag.mrsu.ru/index.php/en/articles-en/93–20–1/803–10–15507–1991–9468–098–024–202001–5>

AVIATSIYADA AFN-PLYONKALI OPTOELEKTRON DATCHIKLAR ASOSIDA TAMONLAR QIYALIGI VA BURCHAGINI ANIQLASH

PhD, professor O.S. RAYIMDJANOVA

Farg'ona davlat texnika universiteti

DSc, dotsent B.E. TURAYEV

Toshkent amaliy fanlar universiteti

Annotatsiya. Obyekt qiyalik burchagi va yo'nalishini yuqori aniqlikda aniqlovchi optoelektron datchik o'lchash texnikasi aviatsiya sohasida harbiy texnikalarning qiyalik burchaklarini nazorat qilishda qo'llanilishi mumkin. Mavjud analoglarning cheklangan funksional imkoniyatlari va konstruksiya murakkabliklarini bartaraf etish maqsadida, ushbu datchikda GaAs asosida tayyorlangan anomal fotokuchlanish (AFK) plyonkali foto qabul qilgichlari joriy etiladi.

Kalit so'zlar: optoelektron datchik, qiyalik burchagi, AFK plyonka, Galliy Arsenid (GaAs), foto qabul qilgich, optik ekran, tolali yorug'lik o'tkazgichlar, ko'priq sxemasi.

Аннотация. Измерительная техника с оптоэлектронным датчиком, определяющим с высокой точностью угол и направление наклона объекта, может применяться в авиационной отрасли для контроля углов наклона военной техники. С целью устранения ограниченных функциональных возможностей и конструктивных сложностей существующих аналогов в данном датчике внедрены фотоприемники с пленкой аномального фотонапряжения (АФН), изготовленные на основе GaAs.

Ключевые слова: оптоэлектронный датчик, угол наклона, АФН пленка, Арсенид Галлия (GaAs), фотоприемник, оптический экран, волоконные световоды, мостовая схема.

Abstract. Optoelectronic sensor measuring equipment, which determines the angle of inclination and direction of the object with high accuracy, can be used in the field of aviation for monitoring the angle of inclination of military equipment. In order to eliminate the limited functional capabilities and structural complexity of existing analogues, anomalous photovoltaic (APV) film photodetectors based on GaAs have been implemented in this sensor.

Keywords: optoelectronic sensor, angle of inclination, AFK film, Gallium Arsenide (GaAs), photo receiver, optical screen, fiber optic light guides, bridge circuit.

Kirish. Aviatsiya sohasida harbiy texnikalarda obyektlarning burchakli siljishi va qiyalik burchagini nazorat qilish muhim ahamiyatga ega. Bu turli harbiy mashinalar, mexanizmlar va harbiy transport vositalarida xavfsizlikni ta'minlash, aniqlikni oshirish va optimal ishlashni kafolatlash uchun zarurdir. Mavjud qiyalik datchiklari turli prinsiplarga asoslangan bo'lib, ularning har birining o'z afzallik va kamchiliklari mavjud. Masalan, suyuqlik pufakchasi bo'lgan silindrik ampulalarga ega datchiklar mavjud bo'lib, ular most o'lchov sxemasiga ulangan ikkita fotorezistor ko'rinishidagi ikkita qabul qilgichni o'z ichiga oladi. Biroq, bunday qurilmalar ampulada suyuqlikning mavjudligi tufayli cheklangan funksionallik va past ishonchlilikka ega. Boshqa bir ma'lum qiyalik burchagi datchigi nurlanish manbai, yarim disk shaklidagi mayatnik ko'rinishidagi optik ekran, yarim halqali fotorezistorlar ko'rinishidagi qabul qilgichlar, o'lchov sxemasi va ko'rsatkich asbobidan iborat. Qurilma ham cheklangan funksional imkoniyatlarga ega. Eng yaqin analog hisoblangan burchakli siljishlar datchigi korpus, linzali nurlanish manbai, flanesli val, optik tolalar, hamda signalni qayta ishlash sxemasiga ulangan nurlanish qabul qilgichlaridan iborat. Ushbu qurilmaning kamchiliklari uning konstruksiyasining murakkabligi va funksional imkoniyatlarining cheklanganligidir.

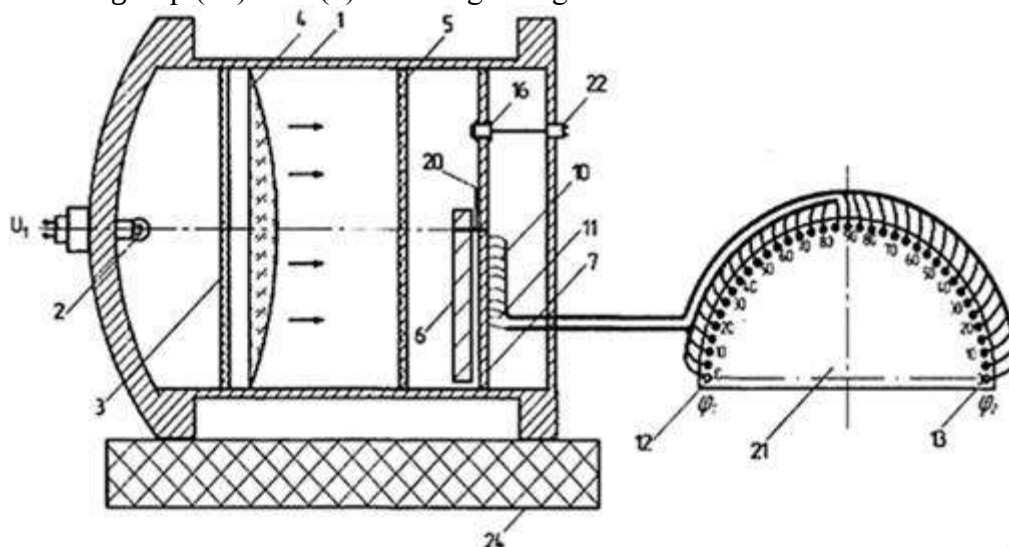
Ushbu ishning maqsadi mavjud kamchiliklarni bartaraf etish, datchikning funksional imkoniyatlarini kengaytirish va konstruksiyasini soddalashtirishdan iborat. Asosan, nurlanish qabul qilgichlari sifatida GaAs (Galliy Arsenid) asosida tayyorlangan AFK (Anomal Foto Kuchlanish) plyonkalarini qo'llash orqali amalga oshiriladi. Bu plyonkalar yorug'lik ta'sirida anomal darajada

yuqori kuchlanish hosil qilish xususiyatiga ega bo'lib, datchikning sezgirligi va aniqligini sezilarli darajada oshiradi.

Materiallar va usullar. Taklif etilayotgan optoelektron datchik obyektning burchagi va qiyalik yo'nalishini aniqlash uchun mo'ljallangan. Datchik yorug'lik o'tkazmaydigan korpus (1), korpus ichiga joylashtirilib, o'zaro optik bog'langan nurlanish manbai (2), issiqlik ekrani (3), linza (4) va himoya shishasi (5) hamda kirish toreslari (10, 11) va chiqish toreslari (12, 13) bo'lgan tolali yorug'lik o'tkazgichlar (8 va 9) va ikkita nurlanish qabul qilgichdan tarkib topgan. Datchikda shuningdek, graduslarga bo'lingan dugosimon pazlar (14 va 15) asosda (7) joylashgan bo'lib, ushbu asosning markazida optik ekranning aylanish o'qi (20) va indikatorli ekran (21) mavjud. Qurilmada vintli skobalar (18 va 19) yordamida o'rnatilgan GaAs asosida tayyorlangan AFK (Anomal Foto Kuchlanish) plyonkali foto qabul qilgichlar (16 va 17) mavjud. Bu foto qabul qilgichlar PATENT UZ IAP 15561 patentda ko'rsatilgan ko'prikschemasidagi fotorezistorlar o'rnini egallaydi va kichik yorug'lik ta'sirida anomal fotokuchlanish hosil qilib, yorug'lik intensivligidagi o'zgarishlarga juda yuqori sezgirlikni ta'minlaydi.

Ulanish simlarini chiqarish uchun shtepsel raz'yomlar (22 va 23) hamda datchikning taglik qismi (24) mavjud. Elektr sxemada doimiy elektr qarshiliklar (25, 26, 27, 28, 29, 30), elektron kuchaytirgichlar (31 va 32), relelar (33 va 34), normal ochiq kontaktlar (35 va 36), lampochkalar (37 va 38) va ovozli signalizatsiya elementlari (39 va 40) ishlatiladi. Nurlanish manbaining ta'minot kuchlanishi U1, o'lchov sxemalarining ta'minot kuchlanishlari U2 va U3, signalizatsiya sxemalarining ta'minot kuchlanishlari esa U4 va U5 bilan belgilanadi.

Datchikning ishlash prinsipi: Obyektning qiyalik burchagini gorizontalgaga nisbatan nazorat qilish uchun datchikning korpusi (1) qattiq bog'langan taglik (24) bilan nazorat qilinayotgan obyektga o'rnatiladi. Nurlanish manбайдan (2) kelayotgan yorug'lik oqimi issiqlik ekrani (3), linza (4) va himoya shishasi (5) orqali o'tib, aylana asos (7) yuzasiga va yarim halqali ekranga (6) tushadi. Ekranning o'qi (20) asos (7) markaziga osilgan.



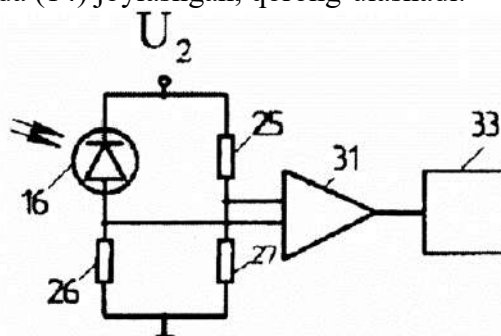
1-rasm. Burchak va tomon qiyaligining optoelektron datchigi

Obyekt gorizontol holatda bo'lganda, taglik (24) va yarim diskli ekranning (6) yuqori diametrial tomoni ham gorizontol holatda bo'ladi. Bu holatda optik ekran (6) yorug'lik oqimidan tolali yorug'lik o'tkazgichlarning (8 va 9) kirish toreslarini (10 va 11) yopadi, faqat indikatorli ekrandagi (21) nol kirish toreslari yorug'likda bo'ladi. Boshlang'ich o'q chizig'i O1 va O2 nuqtalari orqali o'tadi. Bu holatda (AFK plyonkali foto qabul qilgichlar 16 va 17) most sxemalari bilan ulangan bo'lib, ular yorug'lik manбайдan (2) yorug'lik oqimi bilan yoritiladi.

AFK plyonkalar yorug'lik ta'sirida anomal fotokuchlanish hosil qiladi. Gorizontol holatda bu kuchlanishlar bir xil bo'lib, most sxemalari muvozanatda bo'ladi va ularning chiqish kuchlanishlari 0 ga teng bo'ladi. Natijada, rele (33 va 34) chulq'amlarida tok bo'lmaydi va ularning normal ochiq

kontaktlari (35 va 36) uzilib, optik (37 va 38) va ovozli (39 va 40) signalizatsiya elementlarida tok bo'lmaydi. Datchik taglik (24) va obyekt bilan birga φ burchakka, masalan, soat milli yo'nalishi bo'yicha qiyalanganda, yarim diskli ekran (6) avvalgi gorizontal holatini saqlab qoladi, aylana asos (7) esa φ burchakka aylanadi va yangi o'q chizig'i O1 va O2 bo'ladi (3-rasm). Masalan, asos (7) $\varphi=20^\circ$ ga aylanganda, tolali yorug'lik o'tkazgichlarning (8) kirish toreslari yoritiladi: 0, 5, 10, 15, 20. Bu yorug'lik o'tkazgich (8) chiqish toreslari yordamida indikatorli ekranda (21) burchakli siljish va qiyalik yo'nalishining natijasini yorug'lik ajratmalari ko'rinishida aks ettirish imkonini beradi: 0, 5, 10, 15, 20 gradus. Shu bilan birga, tolali yorug'lik o'tkazgichning (9) kirish toreslari qorong'ulashadi va indikatorli ekranda (21) φ qiyalik burchagi ko'rinmaydi, bu qiyalikning φ burchaklari tomon (soat mili yo'nalishi bo'yicha) yuz berganligini va $\varphi = 20^\circ$ ekanligini tasdiqlaydi.

Bir vaqtning o'zida, datchik $\varphi=20^\circ$ burchakka qiyalanganda, optik ekranning (6) diametrial tomoni gorizontal holatda bo'lganida, AFK plyonkali foto qabul qilgich (17), ustav burchagi $\varphi=20^\circ$ ga o'rnatilgan dugosimon pazda (14) joylashgan, qorong'ulashadi.



2-rasm. GaAs qo'llanilgan ko'prik sxemasi

AFK plyonka (17) qorong'ulashganda, unda hosil bo'layotgan fotokuchlanish keskin o'zgaradi va most sxemasi muvozanat holatidan chiqadi. Most sxemasining chiqishida kuchlanish paydo bo'ladi, bu kuchlanish elektron kuchaytirgich (32) orqali rele (34) chulg'amiga beriladi. Rele o'zining normal ochiq kontakti (36) orqali optik (38) va ovozli (40) signalizatsiyani ishga tushiradi, bu obyektning qiyalik burchagining kritik qiymati $\varphi=20$ gradusga yetganligini bildiradi. Xuddi shunday, $\varphi 2$ qiyalik burchagini nazorat qilish va aks ettirish jarayoni ham sodir bo'ladi.

Natijalar va muhokama. Taklif etilayotgan optoelektron datchikning asosiy yangiligi va samaradorligi uning konstruksiyasida GaAs asosidagi AFK plyonkali foto qabul qilgichlardan foydalanilishi bilan izohlanadi. Ushbu plyonkalarining anomal fotokuchlanish hosil qilish xususiyati datchikning sezgirlikni va aniqligini sezilarli darajada oshiradi. Bu esa mavjud datchiklarga xos bo'lgan cheklangan funksional imkoniyatlar va past ishonchlilik (suyuqlik ampulalari yoki murakkab mexanik vallar hisobiga) kabi kamchiliklarni bartaraf etadi. Ushbu datchik nafaqat burchakli siljishlarni, balki obyektlarning qiyalik burchagi va yo'nalishini ham aniqlik bilan nazorat qila oladi. AFK plyonkalarining yuqori sezgirlikni tufayli qurilmaning umumiy konstruksiyasi soddalashadi. Bu esa ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirishga va ishonchlilikni oshirishga yordam beradi. Chiqish toreslarining indikatorli ekrandagi graduslarga bo'lingan ikkita yoysimon shkala bo'ylab joylashtirilishi natijalarni vizual aks ettirishni sezilarli darajada soddalashtiradi. Shuningdek, datchik obyektning kerakli kritik qiyalik burchagini aniq nazorat qilish va chegara qiymatlariga yetganda yorug'lik va ovozli signalizatsiyani ishga tushirish imkoniyatiga ega. Taqqoslama tahlil shuni ko'rsatadiki, taklif etilayotgan datchik konstruksiyasi yuqori samaradorlikka ega va mohiyatan yangi yondashuv hisoblanadi. AFK plyonkali foto qabul qilgichlarning qo'llanilishi datchikning sezgirlikni oshirib, uning aniqlik va ishonchlilik ko'rsatkichlarini sezilarli yaxshiladi.

Xulosa. Ushbu ishda obyektlarning qiyalik burchagi va yo'nalishini nazorat qilish uchun mo'ljallangan optoelektron datchikning yangi konstruktiv yechimi taqdim etiladi. Datchikning asosiy xususiyati GaAs asosidagi AFK plyonkali foto qabul qilgichlardan foydalanish bo'lib, bu uning funksional imkoniyatlarini kengaytirishga va konstruksiyasini soddalashtirishga imkon

beradi. Nurlanish qabul qilgichlaridan olingan signallar most sxemalari va elektron kuchaytirgichlar orqali rele chulg'amlariga ulanadi. Tolali yorug'lik o'tkazgichlarning kirish toreslari ikki guruhga bo'linib, aylana asosning pastki chorak aylana sektorlarida yo'ylar bo'ylab joylashtirilishi, shuningdek, optik ekranning o'rnatilishi ham datchikning aniqligini oshiradi. AFK plyonkalarining kichik yorug'lik ta'sirida anomal fotokuchlanish hosil qilish qobiliyati tufayli datchik yuqori aniqlikda obyektning qiyalik burchagi va yo'nalishini aniqlay oladi. Shuningdek, kritik qiyalik burchaklarini aniq nazorat qilish va nazorat natijalarini vizual aks ettirishni sezilarli darajada soddalashtiradi. Taqdim etilgan ushbu datchik o'lchash texnikasida, aviatsiya sohasida, харбий техникаларда, turli mashinalar va mexanizmlarning qiyalik burchagini nazorat qilishda keng qo'llanilishi mumkin. Uning yuqori aniqligi, sodda konstruksiyasi va kengaytirilgan funksional imkoniyatlari harbiy texnikalar ehtiyojlarini qondirishda muhim ro'l o'ynaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

- [1] Shipulin, G. Y., Rayimjonova, O. S., Ismailov, X. A., & Abdullaev, T. M. Burchak va tomon qiyaligining optoelektron datchigi. PATENT UZ IAP 15561 patent. O'zbekiston Respublikasi Intellektual mulk agentligi.
- [2] Азимов Р.К., Шипулин Ю.Г., Райимжонова О.С., Максудов С.А. Датчики на основе сегментных фоторезисторов для контроля угловых перемещений // Международный научно-технический журнал «Химическая технология. Контроль и управление». –Ташкент, 2014. – №2. –С.31-36 (05.00.00, №12).
- [3] Шипулин Ю.Г., Холматов У.С., Райимжонова О.С., Алматаев О.Т. Оптоэлектронный преобразователь для автоматических измерений перемещений и размеров // Ежемесячный метрологический научно-технический журнал “Мир измерений”. –Москва, 2013. –№1(143). –С.41-43.
- [4] Шипулин Ю.Г., Райимжонова О.С., Шипулин Ш.Ю. Многофункциональный устройства для контроля параметров воздушных потоков // “Известия” Юго-Западного государственного университета. – город Курск, 2014. –№ 1. –С.66-71.
- [5] Шипулин Ю.Г., Алматаев О.Т., Райимжонова О.С. Мониторинг техногенных объектов с использованием оптоэлектронных и тепловых преобразователей // Научный вестник. Машиностроение. –Андижан, 2016. –№3. –С.72-75.
- [6] Rustamov E., Mahmudov M.I., Raimjanova O.S. Designing optoelectronic of schemes on the basis and transformations Intelligent multifunctional device to monitor parameters of air flow /Sixth World Conference on Intelligent Systems for Industrial Automation «WCIS-2010». - Tashkent, Uzbekistan. November 25-27, 2010. -PP.183-186.
- [7] Shipulin Yu.G., Rustamov E., Almataev O.T., Raimjanova O.S. Intellectual verifying –test system of the flow meters of liquids /Sixth World Conference on Intelligent Systems for Industrial Automation «WCIS-2010». -Tashkent, Uzbekistan. November 25-27, 2010. -PP.123-126.
- [8] Rayimjonova, O. S., et al. (2020). LR Dalibekov Photo Converter for Research of Characteristics Laser IR Radiation. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology, 7(2), 12788-12791.
- [9] Shipulin, Yu. G., Raimimonova, O. S., Ergashev, O. M., & Usmanov, Zh. K. (2021). Method for Ensuring Continuous Functioning of Multichannel Systems Control and Recording of Water Composition in Seismic Wells. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology, 8(2), 16575-16581.
- [10] Kadirov, . Kh., Shipulin, Yu. G., & Kakhkharov, A. A. (2019). The Multipurpose converter for control of Parameters of Gaseous Environments. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology, 6(5), 9155-9160.

TOPOGRAFIK KARTALAR TUZISH JARAYONINI TAKOMILLASHTIRISH

*dotsent E.I. IDIYEV**O'R HX va MU Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari va harbiy aloqa instituti*

Annotatsiya. Ushbu maqolada topografik va maxsus kartalarning ma'nosini tuzish va jihozlashning metodologik asoslari, karta turlari, strukturasi, ularni mazmuniga ko'ra jihozlash, jihozlash usullari va ulardan foydalanish masalalari, hamda O'zbekiston Respublikasi va boshqa ko'plab davlatlarda topografik kartalarni tuzish uchun Gaussning teng burchakli ko'ndalang silindrli proeksiyasini qo'llash asosini takomillashtirish ko'rib chiqilgan.

Kalit so'zlar: tabiat, topografiya, metodologiya, tuzish, jihozlash, loyihalash, karta, plan, grafik tasvirlash, usullar, belgilar

Аннотация. В данной статье рассмотрены методические основы создания и оснащения значения топографических и специальных карт, типы карт, структура, их оснащение по содержанию, способы оснащения и вопросы их использования, и основы использования равноугольной поперечно-цилиндрической проекции Гаусса для создания топографических карт Республики Узбекистан и многих других стран.

Ключевые слова: природа, топография методология, составление, оформление, проектирование, карта, план, график, изображать, способы, значки.

Abstract. This article discusses the methodological basis for creating and equipping the meaning of topographic and special maps, types of maps, structure, their equipment in terms of content, methods of equipment and issues of their use, and the basics of using the Gauss's conformal transverse cylindrical projection to create topographic maps of the Republic of Uzbekistan and many other countries.

Keywords: nature, topography, methodology, creating, design, projecting, map, plan, graph, representing, methods, icons.

O'zbekiston Respublikasi Prezidenti, Qurolli Kuchlar Oliy Bosh Qo'mondoni Sh.M.Mirziyoev - "Dunyo miqyosida xalqaro terrorizm, ekstremizm kabi xavf-xatarlar, milliy va global xavfsizlikka qarshi tahdidlar tobora ortib borayotgan hozirgi murakkab davrda Qurolli Kuchlarimizning jangovar salohiyatini yuksaltirish, uning moddiy-texnik bazasini mustahkamlash, zamonaviy qurol-yarog' va aslahalar bilan ta'minlash, eng ustivor vazifamiz bo'lib qolmoqda" deganlaridek, O'zbekiston Respublikasi Qurolli Kuchlari o'z zimmasiga yuklatilgan asosiy vazifalarni bajarish uchun qo'shinlarni aniq, ishonchli va o'z vaqtida yuqori malakali harbiy xizmatchilar bilan ta'minlash dolzarb vazifa hisoblanadi. O'zbekiston Respublikasi Prezidenti, Qurolli Kuchlar Oliy Bosh Qo'mondoni Sh.M.Mirziyoevining

2017-2021-yillarda O'zbekiston Respublikasini rivojlantirishning beshta ustuvor yo'nalishi bo'yicha Harakatlar strategiyasini - Ilm, ma'rifat va raqamli iqtisodiyotni rivojlantirish yilida amalga oshirishga oid davlat dasturida belgilangan vazifalarga muvofiq hamda iqtisodiyot tarmoqlari va davlat boshqaruvi tizimiga zamonaviy axborot texnologiyalarini keng joriy etish va telekommunikatsiya tarmoqlarini kengaytirish orqali respublika iqtisodiyotini raqobatbardoshligini yanada oshirish to'g'risidagi va boshqa qator rahbariy hujjatlarga asosan Qurolli Kuchlarimizdagi qurol aslaha va texnikalar hamda aloqa va axborotlashtirish vositalarini jadallik bilan modernizatsiya qilish ishlari amalga oshirib kelinmoqda [1].

Kartalarda yer yuzasini reliefi va ob'ektlarini ifodalash, topografiyaning asosiy tadqiqot sohasi bo'lib hisoblanadi. Kartalarni jihozlash - bu geografik, sotsial-iqtisodiy, tarixiy va boshqa ma'lumotlarni ma'lum geografik hududga bog'lab ifodalanishning asosiy vositasi, hamda karta sifatini va samarasini oshiruvchi asosiy omildir.

Mutaxassislarning ta'kidlashlaricha, kartaning kashf qilinishi insoniyat tarixida muhim kashfiyot hisoblangan va u yozuvdan ham avvalroq paydo bo'lgan. Shundan buyon kishilar biror safarga chiqar ekan, o'zlari bilan albatta karta olib yurishgan. Tarixiy manbalarda yozilishicha,

Chexiyada topilgan kartani eslatuvchi tasvirlar bundan 25 ming yil muqaddam qoyatoshlarga tushirilgan. Topilgan tasvirda tog', daryo, vodiy yo'nalishlarini eslatuvchi tasvirlar ifodalangan.

Miloddan avvalgi IX asrga oid Gomer kartalari, VI asrga mansub Vavilon va Rim kartalari asrlar davomida insonlarga o'z manzillarini osongina topib olishga xizmat qilgan. To'g'ri, ularda Yer sirti yetarlicha aniqlikda tasvirlanmagan bo'lishi mumkin, ammo ularda o'sha davrda ma'lum bo'lgan muayyan mintaqalar o'z aksini topgan. Manzilni aniq belgilovchi kartalarga bo'lgan ehtiyoj tufayli buyuk geografik kashfiyotlar davriga kelib bir-biridan mukammal bo'lgan kartalar paydo bo'ldi. Ulardan g'arb mutaxassislari, xususan, dengiz sayyohlari keng foydalanishgan. Yigirmanchi asrga kelib, xususan ilm-fan inqilobi davri yanada mukammalroq kartalar tuzishga zamin hozirlandi. Ayniqsa, aviatsiya yordamida olingan aerofotosuratlar yuqori aniqlikdagi kartalar yaratilishiga imkon berdi. Sun'iy yo'ldoshlar va zamonaviy axborot texnologiyalari yordamida esa ayni paytda turli maqsadlarda foydalanilayotgan xilma-xil kartografik mahsulotlarining elektron shakllari ham ishlab chiqilib, ularning imkoniyatlari misli ko'rilmagan darajada kengaydi [2].

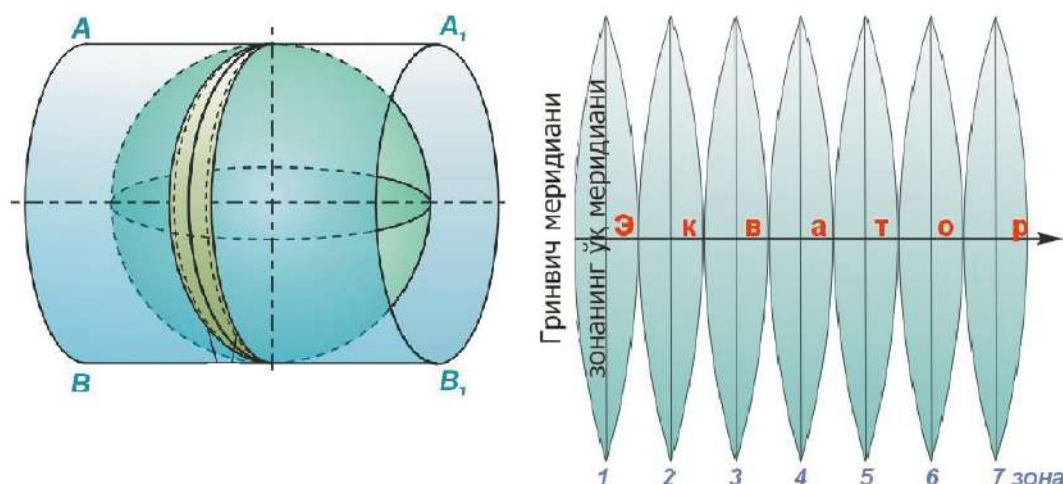
Topografik kartalarning proeksiyasi - Kartografik proeksiya, bu kartografik to'r parallellar va meridianlarning tekis yuzada matematik qurilish usulidir. Sharsimon yuzani tekis yuzaga tasvirlar ekan barcha kartografik proeksiyalar o'ziga xos xatoliklarga ega bo'ladi. Kartografik proeksiyalarning teng burchakli, teng maydonli, teng oraliqli, ixtiyoriy, azimutli, konusli, silindrlilari kabi turlari mavjud. Topografik kartalarning xatoligi ularda o'lchash ishlarini katta aniqlikda bajarish uchun juda past bo'lishi lozim. Bunga esa katta Yer sharini kichik qismlarga bo'lish orqali erishiladi. Yer sharini qismlarga bo'lish parallel va meridianlar bo'yicha amalga oshiriladi. Parallellar sharqdan g'arbga, meridianlar esa shimoldan janubga o'tkaziladi. Parallel va meridianlar o'zaro kesishib, geografik to'rni hosil qiladi. Kartografik to'rning har bir katagi trapetsiya shakliga ega bo'ladi. Geografik to'r chizig'ining tekis yuzadagi tasviri kartografik to'r, deyiladi. Joyning barcha elementlari kartografik to'r asosida kartaga tushiriladi. Bu esa o'z navbatida ob'ektlarning er ellipsoidi yoki umuman joyda qaysi joylashuv o'rnini egallashini belgilab beradi.

Kartografik proeksiyalarning xatoligini pasaytiruvchi omillardan biri – bu umumiy birlik asosida o'rnatiluvchi masshtabdir. Masshtab – bu joy tasvirining kartaga necha barobar kichraytirib tushirilganini bildiruvchi kattalikdir. Gauss proeksiyasi - O'zbekiston Respublikasi va boshqa ko'plab davlatlarda topografik kartalarni tuzish uchun Gaussning teng burchakli ko'ndalang silindrlilari proeksiyasi asos qilib olingan. Gauss proeksiyasida Yer ellipsoidining yuzi yotiq silindr ichiga joylashtiriladi (1-rasm). So'ngra er sharining yuzasi oraliq'i har 6° dan bo'lgan 60 ta zonaga bo'linadi. Zonalarga bo'lingan er shari avval silindrning ichki tomoniga yopishtiriladi, so'ngra esa silindr kesiladi va tekis yuzaga yotqiziladi. Shundan keyin tekis yuzada hosil bo'lgan 60 ta zonaning parallellar bo'ylab oraliq'i har 4° dan qirqib chiqiladi. Shunda bizda 2642 ta masshtabi 1:1 000 000 bo'lgan karta hosil bo'ladi.

Geodezik punktlar - Kartalarda davlat geodezik to'ri punktlari, maxsus geodezik to'rlar punktlari, s'yomka to'ri punktlari (faqat joyda maxsus belgi bilan qurilganlari) hamda davlat nivelir to'rining markalari va reperlari tasvirlanadi. Geodezik punktlarning shartli belgilari kartaga juda katta aniqlikda tushiriladi. Ularning shartli belgilari bilan yonma-yon punkt markazining balandlik belgisi ko'rsatiladi. Qo'rg'onlar va binolar tomida qurilgan geodezik punktlar, punkt va u joylashgan obyektning birgalikdagi tasvirini ifodalovchi qo'shma shartli belgilar bilan tasvirlanadi. Geodezik punktlar sifatida e'tiborga olinuvchi zavodlarning mo'rilar, teleminoralar, radiomachtalar va minora ko'rinishidagi barcha inshootlar maxsus shartli belgilar bilan tasvirlanmaydi.

Gauss proeksiyasida burchaklarning xatoligi 3–4' dan oshmaydi. O'q meridiani to'g'ri chiziq, qolgan barcha meridianlar yoysimon chiziq bilan tasvirlanadi. Parallellar meridianlarni to'g'ri burchak ostida kesib o'tadi. Burchak o'lchashdagi nazariy xatolik 1' dan oshmaydi.

O'q meridiandagi masshtab chiziqning joydagi o'lchamiga to'la mos keladi. Masshtab xatoligi esa, o'q meridianidan zonaning chekka meridianlariga borgan sari ortib boradi. Chekka meridiandagi eng katta xatolik har ming mda 1.4 m.ga etadi. Bu esa topografik kartalarda chiziqli kattaliklar o'lchamlarini o'lchash talablariga to'la mos keladi [3].



1-rasm. Gaussning ko'ndalang silindrik proeksiyasi

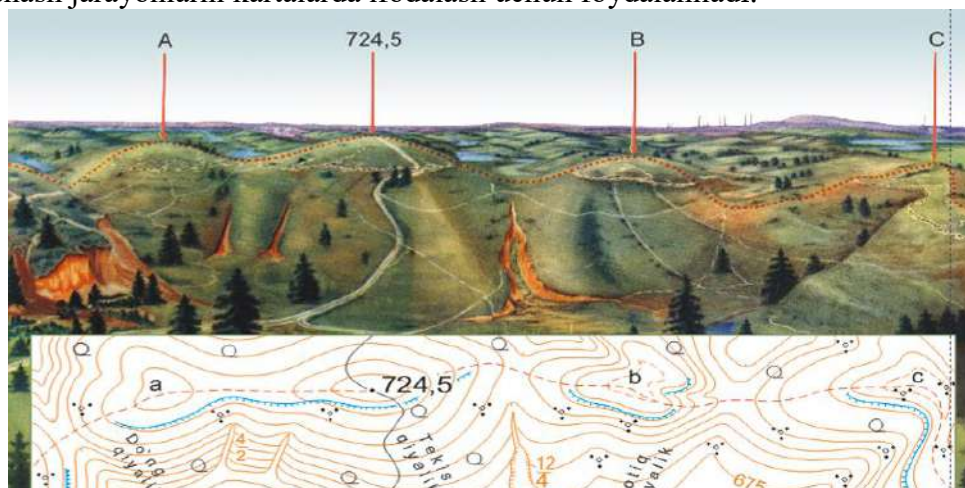
Merkator proeksiyasi - Garchi O'zbekistonda topografik kartalar faqat Gauss proeksiyasida tuzilsada, bugungi kunga kelib Qurolli Kuchlar yo'ldoshlardan pozitsiyalanuvchi navigatsiya asboblarning keng qo'llanilayotganligi, qo'shnlardan Merkator proeksiyasi haqida ham tasavvurga ega bo'lishni talab qiladi.

Merkator proeksiyalarining bir necha xillari mavjud bo'lib, ulardan eng asosiylari – mo'tadil teng burchakli silindrlri va ko'ndalang teng burchakli silindrlri proeksiyalardir. Merkatorning mo'tadil teng burchakli silindrlri proeksiyasi. Bu proeksiyada er yuzasi tik silindr ichiga solinadi va oralig'i har 6° dan bo'lgan 60 ta zonaga bo'linadi. Zonalarga bo'lingan er shari avval silindrning ichki tomoniga yopishtiriladi, so'ngra esa silindr kesiladi va tekis yuzaga yotqiziladi.

Teng burchaklilik va kartografik to'rning oddiyligi Merkator proeksiyasining juda keng tarqalishiga olib kelgan sababdir. Bu proeksiyaning asosiy kamchiligi, unda maydonni o'lchashda katta xatoliklar kelib chiqishidir. Bu miqdor, ayniqsa qutbiy kengliklarga tomon ortib boradi. SHuning uchun bunday kengliklarda Merkatorning ko'ndalang teng burchakli silindrlri proeksiyasi ishlatiladi. Merkatorning ko'ndalang teng burchakli silindrlri proeksiyasi. Bu proeksiyada Yer yuzasi yotiq silindr ichiga solinadi va oralig'i har 6° dan bo'lgan 60 ta zonaga bo'linadi. Zonalarga bo'lingan Yer shari avval silindrning ichki tomoniga yopishtiriladi, so'ngra esa silindr kesiladi va tekis yuzaga yotqiziladi. Ushbu proeksiya nazariy jihatdan Gauss proeksiyasiga o'xshab ketadi. Shuning uchun, yo'ldoshlardan pozitsiyalanuvchi navigatsiya asboblarni qo'llashda foydalanuvchining koordinatalar tizimi aynan mana shu proeksiya asosida ishlab chiqiladi.

Topografik va maxsus kartalarning murakkabligi va turli – tumanligi hamda ularda ifodalanadigan jarayon, voqea va hodisalarning hududiy tarqalishi turli kartografik tasvirlash usullaridan foydalanish imkonini beradi. Asosiy kartografik tasvirlash usullari, ko'pchilik hollarda tuziladigan karta masshtabi, mazmun va maqsadiga hamda kartaga olinuvchi voqea va hodisalarning harakteriga, joylanishiga, regional xususiyatlariga va nashr etish imkoniyatiga qarab tanlanadi. Tabiiy muhit va uning resurslarining hozirgi holatini, ya'ni landshaftlarning o'zgarganlik darajasini, tuproqlarni sho'rlanish va ifloslanish darajasini, landshaftlarga antropogen ta'sir turini, darajasini va shunga o'xshashlarni sifatli rang usuli bilan tasvirlab ko'rsatish maqsadga muvofiq chunki, bunda rangning turi, to'q ochligi yoki intensivligi, ob'ektni ikki uch xil sifat yoki miqdor ko'rsatkichlarini ifodalashga yordam beradi. Tabiatni muhofaza qilish va uning resurslaridan oqilona foydalanish hamda ekologik muvozanatni barqarorlashtirish chora tadbirlarini ifodalashda shtrixli fon va belgilar usulida ifodalash maqsadga muvofiq. Belgi va shtrixlarning turli ranglari, shakllari va o'lchamlaridan foydalanilsa, bir vaqtning o'zida chora tadbirning turi, uni o'tkazish joyi, intensivligi va ketma ketligini ifodalashga yordam beradi. Belgilarni tanlashda ekologik va tabiatni muhofaza qilish chora-tadbirlar guruhi va turlariga mo'nan tanlash kerak (2-rasm). Guruhlash ularni turini, intensivligi va o'tkazish ketma ketligini ifodalashda qo'l keladi.

Chiziqli belgilar usuli daryolar va irrigatsion kanallarning hozirgi holatini ifodalash uchun va shunga o'xshash jarayonlarni kartalarda ifodalash uchun foydalaniladi.

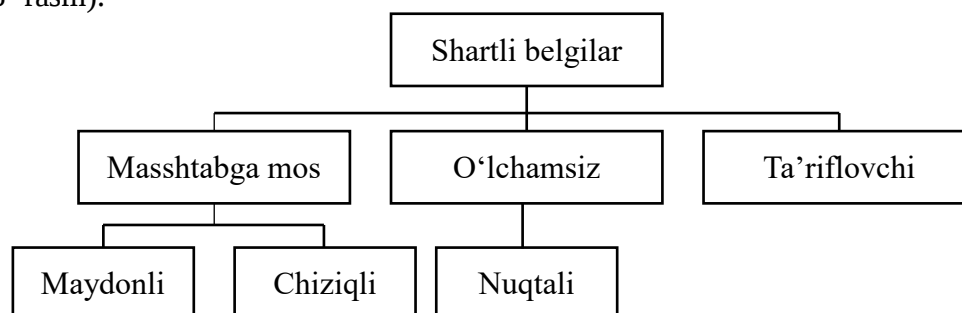


2-rasm. Kichik relef shakllari va ularning tasvirlanishi

Topografik va maxsus kartalarning ko'p qirrali, murakkab mazmuni tasvirlashda barcha kartografik tasvirlash usullaridan uyg'unlashgan holda foydalanishni talab etadi. Turli maqsadlarda tuziladigan kartalarni jihozlashda ulardan foydalanuvchilarni o'ziga xos xususiyatlari, o'quv kartalarida, o'quv faning dasturi, kartani o'qilishi, undan foydalanish usullari hisobga olinadi. Shuning uchun kartaning grafik yuklanish darajasi yuqoridagilarga ko'proq bog'liq bo'ladi.

Topografik va maxsus kartalarning jihozlanishi to'g'ridan-to'g'ri ularning mazmuni, maqsadi, masshtabi va kartaga olinuvchi hududning regional geografik va iqtisodiy xususiyatlaridan kelib chiqib amalga oshiriladi. Bunda yana kartadan foydalanuvchilarning kartani o'qiy olish xususiyatlarini, kartografik tasvirlash usullarini mantiqan to'g'ri tanlanishi, tanlangan kartografik belgilarning shakli, ko'rinishi, va o'lchamlarini to'g'riligini hisobga olib, oson o'qiladigan, tez qabul qilinadigan va foydalanishi qulay bo'lgan kartalar tuzish zarur.

Topografik kartalarda joyning elementlari kartografik shartli belgilar asosida tasvirlanadi. Aynan mana shu shartli belgilarning o'zaro mujassamligi hisobiga kartaning ko'rgazmaliliga erishiladi (3- rasm).



3- rasm. Shartli belgilarning turlanishi

Shartli belgilar ham kartalar singari uzoq rivojlanish yo'lini bosib o'tgan. Hozirgi shartli belgilar tizimi XVIII asrdan boshlab, kartalarga masofa, burchak va maydonlarni o'lchash vazifasi qo'yila boshlagandan keyin shakllangan.

Hozirgi kunda O'zbekiston Respublikasida qo'llanadigan kartografik shartli belgilar ilmiy asosda ishlab chiqilgan va joy elementlarini chizma, rangli hamda harf va raqamlar bilan ifodalovchi tizimdir.

Ta'riflovchishartlibelgilar deb, so'zlar va sonlar vositasida obyekt ta'riflarini keltiruvchi yozuvlarga, yoki yozuvlar va belgilar birikmasiga aytiladi. Ular obyektlarning atoqli nomlari, turi, mo'ljallanishi, shuningdek, sifat va son ko'rsatkichlari (bo'yi, eni, chuqurligi va boshq.) singari

yordamchi ma'lumotlarni beradi. Ta'riflovchi shartli belgilar to'la va qisqartma holda bo'lishi mumkin [4].

O'z mazmuniga ko'ra ta'riflovchi shartli belgilarni uchga – joy obyektlari hamda turini bildiruvchi atoqli va turdosh nomlar, harf-yozuvli belgilar va belgili-yozuvli belgilarga bo'lish mumkin.

Atoqli va turdosh nomlar – bu toponimik nomlarni (misol uchun: Qarshi), obyektlar turini bildiruvchi turdosh nomlar (misol uchun: ko'l) va yuqorida aytilgan ikkala sifatni ham bildiruvchi nomlardan (misol uchun: Hisor tizmasi) iborat bo'ladi. Bu nomlar turli xil kattalikdagi harflar bilan beriladi. Harfning kattaligi ob'ektning qanchalik muhimligini bildiradi. Atoqli va turdosh nomlar joy elementlariga o'xshash tarzda turlanadi. Misol uchun: relef nomi, gidrografik ob'ektlarning nomlari va h.k.

Harf-yozuvli belgilar – bu odatda ob'ektlarning sifat va miqdor ko'rsatkichlarini bildiruvchi belgilardir. Misol uchun: ko'priknining yonidagi ta'rifda harf va raqamlarni uchratish mumkin. Harf ko'priknining qanaqa ashyodan qurilganini, ya'ni sifatini bildirsa, raqamlar uning uzunligi va eni singari miqdor ko'rsatkichlarini bildiradi.

Belgili-yozuvli belgilar – bu ob'ektlarning miqdor ko'rsatkichlari va yordamchi ta'riflarini bildiruvchi belgilardir. Misol uchun: daryo oqimi yo'nalishini bildiruvchi belgi va uning o'rtasidagi oqim tezligini bildiruvchi miqdor ko'rsatkichi.

Ko'pchilik hollarda shartli belgilarning bir necha turi o'zaro birikkan bo'ladi. Kartalarda shartli belgilardan tashqari ranglar tizimi ham mavjud bo'lib, ular barcha masshtabdagi kartalar uchun yagona standart asosida ishlab chiqarilgan. Jigar rang bilan relef va uning shakllari tasvirlanadi. Ko'k rang bilan gidrografik ob'ektlar tasvirlanadi. To'q sariq rang bilan aholi punktlaridagi dahalar tasvirlanadi. Yashil rang bilan o'simlik qoplamasi tasvirlanadi. Yashil rangning och yoki to'qligiga qarab, o'rmonlar va butazorlar farqlanadi. Qora rang bilan boshqa barcha ob'ektlar, jumladan: o'simlik qoplamasi konturlari, geodezik punktlar, qishloq aholi punktlari va boshqalar tasvirlanadi.

Maxsus kartalar turli-tuman bo'ladi. Ularga geologik, siyosiy-ma'muriy, iqtisodiy va h.k.lar misol bo'la oladi. Qurolli Kuchlarda eng ko'p qo'llaniladigan maxsus kartalar – bu aeronavigatsion va relef kartalaridir. Maxsus kartalar ham o'zida mujassam etgan axborotning mazmuniga ko'ra – mavzuli, maxsus geografik va maxsus topografik turlarga bo'linadi.

Topografik kartalar – bu yagona nomenklatura tizimi asosida tuzilgan masshtabi 1:1 000 000 va undan yirik bo'lgan umumgeografik kartalardir. Topografik kartalarning asosiy xususiyatlari qo'yidagilarda namoyon bo'ladi:

ularning yagona nomenklatura tizimi asosida tuzilishida;

bir nomenklatura tizimi asosida tuziladigan topografik kartalarning hammasida yagona kartografik proeksiyaning ishlatilishida;

yirik masshtabli topografik kartalarning o'zidan kichik masshtabga ega bo'lgan topografik karta asosida varaqlanishida, ya'ni razgrafkasida;

topografik kartalarning bir-biriga ulanish yoki yopishtirish imkoniyati mavjudligida;

joy to'g'risidagi batafsil ma'lumotlarni o'zida mujassam etdirishida va boshqalarda. Topografik kartalarning masshtabi va mo'ljallanishiga ko'ra turlanishi 1-jadvalda bayon qilingan.

1-jadval.

Topografik kartalarning masshtabi va mo'ljallanishiga ko'ra turlanishi

Karta masshtabi	Kartalarning turlanishi	
	Masshtabga ko'ra	Mo'ljallanishga ko'ra
1:25 000 1:50 000	Yirik masshtabli	Taktik
1:100 000 1:200 000	O'rta masshtabli	
1:500 000 1:1 000 000	Kichik masshtabli	Tezkor-taktik
		Tezkor
		Joyni umumiy baholovchi

Topografik va maxsus topografik kartalarning mo'ljallanishi - Topografik kartalar joyni batafsil tasvirlash uchun mo'ljallangan bo'lib, ular barcha jangovar harakatlarda qo'llaniladi.

1:25 000 masshtabli kartalar – joyni yoki uning ayrim qismlarini batafsil o'rganish maqsadida, hamda suvli to'siqlarni jang bilan kechib o'tish, havo desantini tushirish, shaharlarda harbiy harakatlar olib borish va muhandislik inshootlarini barpo etishda qo'llash uchun mo'ljallangan. Bundan tashqari, ular qo'shinlar jangovar tartiblarining topografik bog'lanishini aniq o'lchash maqsadida ham ishlatilishi mumkin.

1:50 000 masshtabli kartalar – joyni batafsil o'rganish va uning taktik xususiyatlarini baholash maqsadida hamda kichik bo'linmalarining joyda harakatlanishi, mo'ljallanishi

va nishonni ko'rsatish ishlarida qo'llash uchun mo'ljallangan. Bu kartalar joyning muhandislik inshootlari bilan jihozlanishida hisob-kitoblarini ishlab chiqish hamda artilleriya qo'shinlarining topografik bog'lash uchun, shuningdek, komandirlar tomonidan razvedka topshiriqlarini bajarish uchun qo'llaniladigan asosiy kartalardir.

1:100 000 masshtabli kartalar – qo'shinlar joyni o'rganishi va uning taktik xususiyatlarini baholashi uchun mo'ljallangan asosiy karta bo'lib, ular:

jangni rejalash, qo'shnlarni boshqarish va ularning birgalashib harakatlanishini tashkillashtirish;

joyda mo'ljallanish va nishonni ko'rsatish;

qo'shinlar jangovar tartiblarining topogeodezik bog'lanishini ishlab chiqish;

dushman qo'shinlari (nishonlar)ning joylashuv o'rni yoki koordinatalarini aniqlash maqsadida qo'llaniladi.

1:200 000 masshtabli kartalar – joyni o'rganish va baholash uchun mo'ljallangan. Ular jangovar harakatlarni va ularni ta'minlaydigan tadbirlarning tashkillashtirilishi, qo'shnlarni boshqarish, yo'llardan tashqarida yurish sharoitlarini hamda joyning niqoblanish va himoya xususiyatlarini o'rganish, shuningdek, marsh sodir etish jarayonlarida qo'llaniladi. Bu kartalarning orqa tomonida joy to'g'risidagi ma'lumotnoma chop etiladi. Unda joy va uning tabiiy-georafik sharoitlari hamda grunt qatlami to'g'risidagi ma'lumotlar yoziladi.

1:500 000 masshtabli kartalar – jangovar operatsiyalarning tashkillashtirilishi, tayyorlanishi va olib borilishi jarayonlarida joyning umumiy xususiyatlarini o'rganish hamda baholash uchun mo'ljallangan. Ular qo'shnlarni boshqarish va birgalikda harakatlanishini tashkillashtirish, mo'ljallanish, qo'shnlarni ko'chirish, nishonni ko'rsatish va umumiy jangovar vaziyatni kartaga tushirish jarayonlarida qo'llaniladi.

1:1 000 000 masshtabli kartalar – joyni umumiy baholash, harbiy harakatlar olib boriladigan hududni harbiy-geografik tomondan baholash, katta geografik hududlarning tabiiy sharoitlarini o'rganish, qo'shnlarni boshqarish, birgalikda harakatlanishini tashkillashtirish va boshqa ko'plab vazifalarni bajarish uchun mo'ljallangan.

Maxsus topografik kartalar shtablar va qo'shinlarga topografik kartalarga qo'shimcha tarzda ma'lumotlarni hamda qo'shinlar va shtablarga jangovar harakatlarni olib borish uchun zarur bo'lgan joy to'g'risidagi boshqa ko'plab ma'lumotlarni aks etdirish uchun mo'ljallangan.

Geodezik ma'lumotlar kartasi – qo'shinlar jangovar tartiblarining elementlarini topogeodezik bog'lash uchun mo'ljallangan. Qoidaga ko'ra bu kartalar 1:100 000 masshtabli nashr qilingan topografik kartalar ustiga tushiriladi.

Joy o'zgarishlari kartasi – tezkor-taktik nuqtai nazaridan juda muhim bo'lgan joylar, ya'ni front chiziqlari va marralari kartasining mazmunini joy holati bilan tezda muvofiqlashtirish uchun mo'ljallangan.

Daryo qismlari kartasi – qo'shinlar tomonidan suvli to'siqlarni kechib o'tish jarayonlarida suvli to'siqlar va ularning bo'yidagi joylarni hamda yondosh hududlarni batafsil o'rganish uchun mo'ljallangan.

Raqamli kartalar - Zamonaviy harbiy harakatlarda, geografik makon ma'lumotlarining ahamiyati qo'shnlardan samarali foydalanishda sezilarli darajada oshmoqda va joyning raqamli ma'lumotlarini tuzish tobora zarur bo'lib bormoqda. Joyning raqamli ma'lumotlari qo'shinlar va

qurollarni avtomatlashtirilgan navigatsiya tizimlarini, nishonlar razvedkasi hamda aloqa vositalarini avtomatik tarzda boshqarish tizimini kartografik ta'minlashning asosiy vositalaridan biri hisoblanadi. Joyning raqamli ma'lumotlari qo'shinlar tomonidan qo'yiladigan qo'yidagi asosiy talablarga javob beradi:

ularda topografik kartalarda qabul qilingan koordinata tizimi qo'llaniladi;

raqamli ma'lumotlar joy ob'ektlarining koordinatalari va balandliklarini, shuningdek sifat va son ko'rinishidagi barcha ta'riflarini tezda aniqlash imkonini beradi;

joyning holati va uning o'ziga xos xususiyatlari katta aniqlikda tasvirlanadi;

raqamli kartalar o'z masshtabidagi va barcha masshtabdagi kartalar bilan muvofiqlashtirilgan bo'ladi;

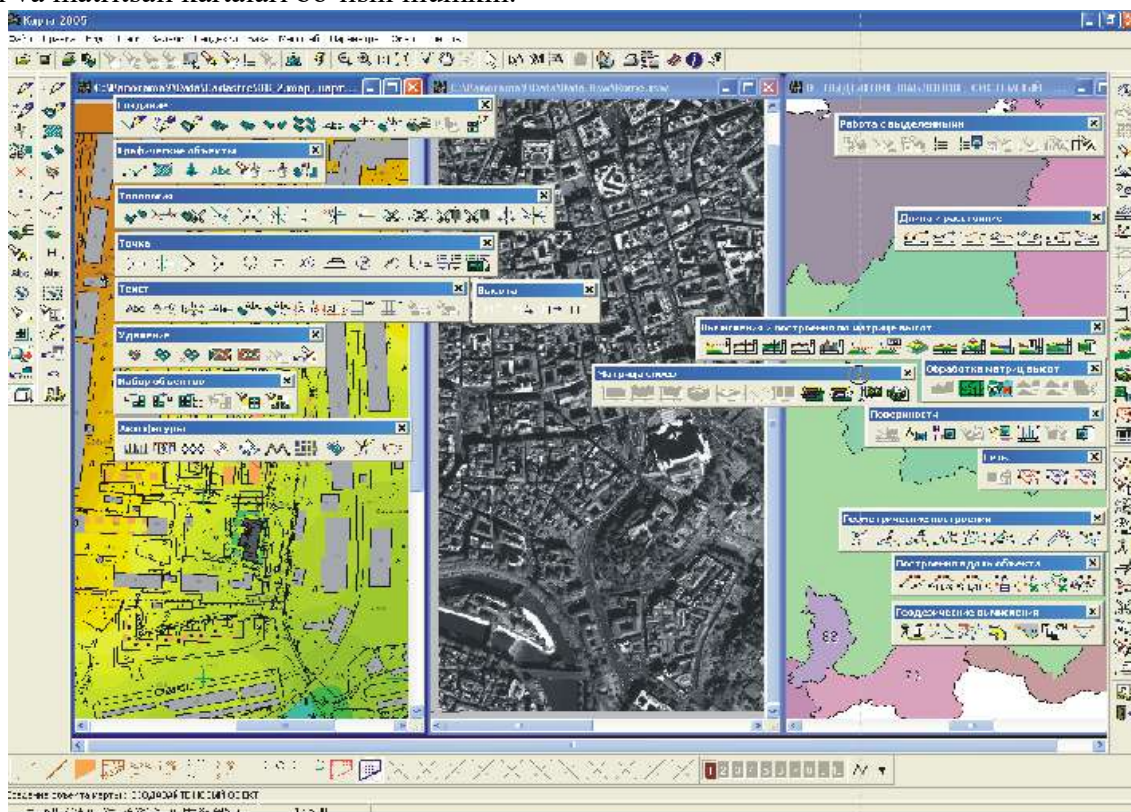
foydalanuvchi o'ziga kerakli ma'lum bir axborot turini ajratib olish imkoniga ega bo'ladi;

foydalanuvchi istalgan ma'lumotga egalik qilish, ularni o'zgartirish, to'ldirish yoki qayta ishlash imkoniga ega bo'ladi;

foydalanuvchi kartaning ko'rinishini o'ziga mos ravishda sozlab biladi.

Joy to'g'risida axborot beruvchi raqamli vositalarning barchasi – geografik axborot tizimlari, degan umumiy nom ostida yuritiladi [5].

Elektron karta – bu foydalanuvchi tomonidan ma'lum bir hududga tegishli joy haqidagi to'plangan turli xil raqamli ma'lumotlardir (4-rasm). Elektron karta o'z ichiga topografik kartalar, shahar planlari, maxsus kartalar va fotohujjatlarni oladi. Elektron karta asosida joyning vektorli, rastri va matritsali kartalari bo'lishi mumkin.



4- rasm. Elektron kartaning kompyuter ekranidagi bir ko'rinishi

Vektorli kartalar – rastri kartalarni raqamlash natijasida yoki joyda o'lchash natijalaridan olingan piketlarni qayta ishlash natijasida olingan alohida ob'ektlardir. Undan tashqari vektorlash asosi sifatida aerofotosuratlar raqamli tasvirini ham qo'llash mumkin. Vektor kartalar ikki turga bo'linadi: belgilangan masshtabda topografik karta ramkasi chegarasida tuzilgan kartalar va chegaralaydigan ramkasi mavjud bo'lmagan kartalar. Kartalarning birinchi turi .mar ("mar" – ing. karta), ikkinchi turi esa foydalanish yoki vaziyat .sit (ing. "situation" – vaziyat) kartasi deb ataladi.

Rastrli kartalar – belgilangan joyning ma'lum bir masshtab, proeksiya va ikki o'lchamli koordinata tizimida tasvirlanishiga aytiladi. Bu qog'ozli yoki boshqa kartografik materiallarni skaner orqali tasvirlash natijasida olingan karta bo'lib, ish jarayonida zaruriy koordinata tizimiga bog'lanadi. Rastrli kartada ob'ektlar yo'q. Bu qog'ozli kartaning oddiy grafik tasviridir, lekin unda masofa, maydon va koordinatalarni o'lchash ishlarini bajarish mumkin. Rastr kartalar .rsw formatida bo'ladi.

Elektron raqamli topografik kartalar turli yo'nalishdagi boshqaruv organlari va tizimlarida, shu jumladan, qo'shinlar va qurollarni avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarida, aeronavigatsiyada foydalanish uchun mo'ljallangan bo'lib hisoblash vazifalarini echish, vaziyat va joyni tasvirlash hamda modellashirishni ta'minlaydi.

Geografik axborot tizimlarida (GAT) kartalarga maxsus joy ajratilgan. Karta tuzish jarayoni qo'l bilan tuziladigan yoki avtomatik kartografiyaning an'anaviy usullariga nisbatan juda oson va qulay. U ma'lumotlar bazasini tuzish bilan boshlanadi. Panorama – bu elektron raqamli kartalarni tuzish, tahrir qilish, amaliy vazifalarni echish va ixtisoslashtirilgan GAT ilovalarini Windows-95, Windows-98, Windows NT, Windows CE, Windows-2000, Windows XR dasturlarida ishlab chiqish uchun mo'ljallangan geoaxborot tizimidir.

Xulosa o'rnida shuni ta'kidlash mumkinki, bugungi kunga kelib elektron raqamli kartalarning mukammallashtirishgani, ularning qo'llanilish doirasi kengayib borayotgani va zamonaning ham elektron asrga tobora chuqurroq sho'ng'ib borayotganligi ulardan foydalanish darajasini birinchi o'ringa ko'tarib, an'anaviy chizma kartalarni esa hattoki elektron raqamli kartalar asosida tuzishgacha bormoqda. Topografik va maxsus kartalarni tuzishda barcha zamonaviy kartografik tasvirlash usullaridan unumli foydalanish imkoniyatlari mavjud. Bunda kartografik belgilar va ularni tasvirlash usullarini tanlashda kartada tasvirlangan voqea-hodisalar, shuningdek, kartaning umumiy grafik yuklanishi va uni o'zlashtirish osonligi kabi omillar hisobga olinishi maqsadga muvofiq bo'ladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

[1] O'zbekiston Respublikasi Mudofaa vazirligi aloqa qo'shinlari faoliyatini takomillashtirish bo'yicha chora-tadbirlar to'g'risidagi, O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Sh.M.Mirziyoyev, 2019 - yil 16-yanvardagi PF-5632m-sonli farmoni.

[2] Стурман В.И. Экологическое картографирование. - М.: —Аспект Пресс, 2003.

[3] Салищев К.А. Картоведение. - М.: Высшая школа, 1982.

[4] Rafikov A.A. va boshq. Ekologik xaritalashtirish: metodologik asoslari, mohiyati, turlari, amalda foydalanish masalalari // O'zGJ axboroti, 21 jild. -. T., 2000.

[5] Mirzaliev T., Safarov E.Yu., Egamberdiev A., Qoraboev J.S. Kartashunoslik. – Toshkent. Cho'lpon, 2012.

UKRAINA - ROSSIYA URUSHIDA RADIOELEKTRON KURASHNING O'RNII

*dotsent X.U. YAKUBOV**O'R HX va MU Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari va harbiy aloqa instituti*

Annotatsiya. Zamonaviy nizolarda radioelektron kurash tobora katta rol o'ynamoqda. Rossiya-Ukraina urushi ham bundan mustasno emas: Ukraina Qurolli kuchlari bosh qo'mondoni REKni dronlar urushida g'alaba qozonishning kaliti deb hisoblaydi, ammo Rossiya bu sohada hali ham sezilarli ustunlikni saqlab qolmoqda. Ushbu maqolada radioelektron urush, ikkala armiyaning salohiyati va REK urushning borishiga qanday ta'sir qilishi haqida batafsil keltirilgan.

Kalit so'zlar: Radioelektron kurash, jangovar harakatlart, radioelektron bosim, uchuvchisiz uchish apparati, radioelektron kurash bo'linmalari, radioaloqa, radar.

Аннотация. Радиоэлектронная борьба приобретает все большую роль в современных конфликтах. Российско-Украинская война не исключение: главнокомандующий ВСУ Валерий Залужный считает, что РЕБ - это ключ к победе в войне беспилотников, однако Россия в этой сфере все еще сохраняет значительное преимущество. В этой статье подробно рассказывается о радиоэлектронной войне, потенциале обеих армий и о том, как РЕБ влияет на ход войны.

Ключевые слова: Радиоэлектронная борьба, боевые действия, радиоэлектронное давление, беспилотные летательные аппараты, подразделения радиоэлектронной борьбы, радиосвязь, радар.

Abstract. Radio-electronic warfare is becoming increasingly important in contemporary conflicts. The Russian-Ukrainian war is no exception: UAF commander-in-chief Valery Zaluzhny believes that radio-electronic weapons are the key to victory in the drone war, however, Russia still maintains a significant advantage in this area. This article discusses electronic warfare, the potential of both armies, and how electronic warfare influences the course of the war.

Keywords: Radio-electronic warfare, combat operations, radio-electronic pressure, unmanned aerial vehicles, electronic warfare units, radio communication, radar.

Hozirgi vaqtda bir qator rivojlangan davlatlarda harbiy yo'nalishning axborot sohalarida yangi strategiyalar ishlab chiqilmoqda. Shu bilan birga, axborot urushlar olib borishga mo'ljallangan boshqaruv organlari yaratilmoqda. Radioelektron razvedka va radioelektron kurash tizimlarini qo'llash orqali davlat va harbiy boshqaruvni izdan chiqarish bo'yicha maxsus operatsiyalar o'tkazish, shuningdek zamonaviy texnologiyalardan foydalangan holda yuqori aniqlikka ega qurollar ishlab chiqarishni yo'lga qo'yishmoqda. Radioelektron tizimlarni nafaqat olovli va radioelektron yakson qilish, balki qo'shinlarni boshqaruv tizimidagi ma'lumotlar bazasi, ularda mavjud yuqori aniqlikda zarba beruvchi qurollarga ham samarali ta'sir ko'rsatish imkoniyati rivojlanmoqda.

Bo'lib o'tgan jangovar harakatlar shini ko'rsatmoqdaki, unda ishtirok etayotgan muntazam va nomuntazam qo'shinlar tarkibiga dronlarning keng kirib kelishi jadal sur'atlar bilan ularga qarshi kurashish choralari ishlab chiqishni talab etmoqda.

Zamonaviy urush sharoitida radioelektron kurashning roli beqiyosdir. Artilleriya bo'linmalari harakati, kontrbatareya janglari, shaharlarda hujum guruhlarining harakatlari, havo kuchlarining havodagi qo'llab-quvvatlashi bilan bir qatorda, radioelektron kurash bo'linmalari kecha-yu kunduz jangovar vazifalarni bajarmoqda.

REK komplekslarining ishi dushmanga radioelektron bosim berish, dushman razvedkasiga qarshi kurashish, shuningdek, o'z qo'shinlarini boshqarish tizimlarini va qurol-yarog'ini ishonchli himoya qilish bo'yicha chora-tadbirlarning butun doirasini o'z ichiga oladi.

Radioelektron kurashning taktika va strategiyasi o'zgarishi. Urush boshidan va hozirda vaqtga kelib REK bajargan vazifalari o'zgarishlarga uchradi. 2023-yildan okop urushlari va dronlarga

qarshi REK vositalarini seriyali ishlab chiqarishni yo'lga qo'yildi. Ular asosan quyidagi vazifalarni bajarishga yo'naltirildi: radorazvedka; radioshowqin; himoya; bosim berish.

Qurilmalar poligonlarda sinovdan o'tkazilgan va haqiqiy urush sharoitida muvaffaqiyatli ishlaydi. Dushman texnikasiga qarshi kurashish va o'z pozitsiyalarini dronlardan himoya qilish uchun turli bo'linmalar okop va statsionar REK vositalaridan faol foydalanmoqda [1].

Rossiya-Ukraina urushi nafaqat raketalar, dronlar, tanklar, artilleriya va piyodalar yordamida olib borilmoqda. Ko'rinmas elektromagnit spektrda ham muhim jang bormoqda. Bu yerda asosiy jangovar bo'linmalar turli xil sensorlar, radarlar va radiotexnikadir. Ular dushman texnikasini zararsizlantiradi, xalaqit beradi, aloqani to'xtatadi, shuningdek, o'z qo'shinlarini dushmanning shunga o'xshash hujumlaridan himoya qiladi.

Oddiy qilib aytganda, REK - bu "elektromagnit jang" olib boradigan tizimlar majmuasi bo'lib, unda tanklar va to'plar o'rniga murakkab elektronika, snaryadlar va raketalar o'rniga esa to'lqinlar va radiosignallar ishlatiladi.

Ular quyidagi vazifalarni bajaradi: bosim berish - dushman tizimlarining ishini buzish yoki samaradorligini pasaytirish (xalaqitlar, soxta maqsadlar va boshqa usullar yordamida); himoya - dushman radioelektron vositalarini zararsizlantirish, obyektlar va pozitsiyalarni o'z-o'zidan yo'naltiriladigan qurollar va razvedkaning texnik vositalaridan himoya qilish; razvedka - odamlar, radiolokatsion stansiyalar, radioxalaqit stansiyalari va boshqa vositalar o'rtasidagi aloqa kanallari orqali signallarni ushlab olish asosida ma'lumot to'plash.

Strategik darajadagi REK yuzlab kilometrdan minglab kilometrgacha bo'lgan radiusdagi hududni qamrab oladi. Operativ-taktik jihatdan - bir necha o'n kilometrga. Rossiya-Ukraina urushi sharoitida bevosita jangovar pozitsiyalarni himoya qiluvchi "okop REK"lari ham muhim ahamiyatga ega bo'ldi.



1-rasm. Ukraina QK xizmatchilari REK vositalarida ishlash jarayoni

Zamonaviy vositalar ham statsionar, ham turli xil harbiy texnikalarga joylashtiriladi: aviatsiya va dengiz flotidan tortib zirhli va avtomobil texnikasigacha. Quruqlikdagilar dushman "teshib o'ta olmaydigan" gumbaz hosil qiladi. Jangovar mashinalar uchun komplekslar boshqariladigan minalar va radio portlatgichli o'q-dorilardan himoya qiladi. Aviatsiya uchun bort tizimlari tutqich raketalarni chalg'itadi, dushman RLSlarini pelenglaydi va uzoq masofadagi nishonlarni aniqlaydi. Bosim berishga kelsak, bunday vositalar bilan hatto qanotli raketalar ham jihozlanishi mumkin. Xususan, Germaniyaning yangilangan va modifikatsiyalaridan Taurus HPM - Ukraina hamkorlaridan yetkazib berishni so'ragan aviatsiya raketalarining biri.

"U havo hujumidan mudofaa zonasiga kirganida, elektronika kesib tashlaydigan va dushman tizimlarini vaqtincha o'chirib qo'yadigan signal chiqaradi. Ya'ni, uni na lokatorlar, na aylanma ko'rish indikatorlari ko'radi, uzatkichlar ishlamaydi, hammasi 5-10 daqiqaga "o'chadi". Raketa o'z ishini bajarib bo'lgach, yana ishlash mumkin", - dedi Ukraina QK eksperti "Aviatsiya konstruktorlik byurosi"ning sinovlar bo'yicha sobiq muhandisi Konstantin Krivolap.

Uning so'zlariga ko'ra, radioelektron kurashning ahamiyatini zamonaviy taktika yaqqol namoyish etadi, bunda muvaffaqiyatli hujum qilish uchun avval dushman radioelektron qurilmalarini yo'q qilish, havo mudofaasini aylanib o'tish va shundan keyingina nishonlarga zarba berish kerak [2,3].

Bosqindan ancha oldin Rossiya qo'shinlarini zamonaviy elektron hisoblash texnikasi vositalari bilan faol ravishda ishlab chiqish, ishlab chiqarish va jihozlashni boshlagan. Keng ko'lamli islohot 2008-yilda Gruziya bilan urushdan keyin boshlangan, o'shanda Rossiya qo'shinlari bir nechta samolyotlarini yo'qotgan edi. Ba'zi ma'lumotlarga ko'ra, 2012-yilgacha davlat dasturiga taxminan 2 milliard dollar sarflangan.

Rossiyaliklarning o'zlari o'zlarini REK texnologiyalari bo'yicha yetakchi deb atashadi. Ishlab chiquvchilarning bayonotlariga ko'ra, "Krasuxa" majmualari AIM-120 AMRAAM o'z-o'zini yo'naltiruvchi raketalarini, Patriot zenit-raketa tizimining radiolokatsion stansiyalarini chalg'itishga va NATOning AWACS uzoq masofali aniqlash tizimlariga qarshi ishlashga qodir (beshinchi avlod qiruvchi samolyotlari uchun mo'ljal olishni ta'minlaydi). "Murmansk-BN" strategik elektr ta'minoti kompleksi esa 5000 km qisqa to'liq diapazonda hamma narsani o'chiradi.

Shunisi e'tiborga loyiqki, "Murmansk-BN" va "Krasuxa-4" tizimlari Amerikaning Urushni o'rganish instituti (ISW) hisobotlarida paydo bo'lgan. Tahlilchilarning fikricha, Rossiya radioelektron vositalarining imkoniyatlari Zaporozhye viloyatidagi qarshi hujumni sekinlashtirishda, GPS orqali yo'naltirilgan yuqori aniqlikdagi o'q-dorilar samaradorligini pasaytirishda va Ukraina aloqalarini jiddiy ravishda buzishda hal qiluvchi rol o'ynadi.



2-rasm. "Krasuxa-4" radioelektron tizimlari qo'llanilishi

"Bunday REK majmualari Excalibur va ATACMS kabi o'q-dorilarning aniqligini pasaytirishga imkon beradi, qo'pol qilib aytganda, radioelektron kurash vositalari ta'sir zonasida ular fazoda yo'nalishni yo'qotadi. Bundan tashqari, S-400 majmualaridagi tizimlar haqiqatan ham SCALP va Storm Shadow raketalarini, GMLRS boshqariladigan snaradlarini tutib olishda yordam berishi mumkin. Bu bizning barcha harakatlarimiz samaradorligini pasaytiradigan jiddiy muammo" deydi ekspert Konstantin Krivolap.

Ukraina QK bosh qo'mondoni Valeriy Zalujniy "The Economist" uchun "Zamonaviy pozitsion urush va unda qanday g'alaba qozonish mumkin" maqolasida Rossiya radioelektron kurashlarining kuchli tomonlari haqida gapirdi. Xususan, u 2009-yildan beri REK qo'shinlari Rossiya Qurolli Kuchlarida alohida qo'shin turiga aylanganiga e'tibor qaratdi. Umuman olganda, u yerda yuqori texnik xususiyatlarga, harakatchanlik, himoyalanganlik, tezkorlik va hokazolarga ega bo'lgan 60 ga yaqin zamonaviy radioelektron kurash texnikasi va vositalari foydalanishga qabul qilingan. Ammo Zalujniy asosiy ustunlikni "okop REK" da REK tizimlarini seriyali ishlab chiqarishni yo'lga qo'yishda ko'radi, bular "Siloq", "Piton", "Garpun", "Piroyed", "Strij", "Lesochek", ular bilan dushman qo'shinlarining taktik bo'g'ini jihozlangan.

Ta'kidlash joizki, "Strij-3" majmualari frontga barcha jabhalarga yetkazib berilmoqda. Ular 80 dan ortiq dron modellarini tanib olish va boshqaruv kanallarini to'sib qo'yishga qodir. "Silok"

barcha turdagi dronlarni bostirishga qaratilgan, gumbazli tizim bo'lib, u sun'iy yo'ldosh navigatsiyasining barcha diapazonlarini va kvadrokopterlar va samolyot tipidagi uchuvchisiz uchish apparatlarining chastotalarini to'sib qo'yadi, shuningdek, radiostansiyalarni 3 km gacha bo'lgan masofada o'chiradi.

“Lesochek” tank, BTR, yuk mashinalari va piyodalar mashinalariga o'rnatiladi. Uning o'ziga xosligi masofaviy radiodetonatorlarni bostirish va bitta mashinani ham, o'nlab texnikalar kolonnasini ham himoya qilish qobiliyatidir. UUAga qarshi ishlash masofasi 200 metrgacha, ammo uning asosiy vazifasi boshqariladigan fugaslarni bostirishdir.

Birlashgan Qirollik Mudofaa Tadqiqotlari Institutining (RUSI, Buyuk Britaniya) hisobotiga ko'rsatgan, agar 2022-yilda Rossiya mudofaa tizimlarining zichligi yuqori bo'lgan bo'lsa, hozirda odatda 10 km frontda bitta asosiy tizimdan foydalaniladi, uni nazorat ostidagi hududdan taxminan 7 km ichkarida joylashtirishadi. Biroq, bu baribir katta zichlikni ta'minlaydi - ba'zida shu sababli hatto o'z dronlarini ham “o'chiradi”.

Ayniqsa, “Shipovnik-Aero” tizimi juda samarali bo'lib chiqdi, u unchalik sezilmaydi va boshqa qurilmalarning signallarini taqlid qila oladi. Shuningdek, u uchuvchisiz uchish apparatlariga qarshi kurashish uchun keng spektrga ega. Bu Ukraina Qurolli kuchlari tomonidan dronlarni yo'qotish darajasi oyiga taxminan 10 000 danani tashkil etishiga yordam beradi, - deyiladi hisobotda.



3-rasm. “Torn-8P” radioelektron tizimlari qo'llanilishi

Yana bir muhim funksiya - Ukraina Mudofaa kuchlarining xabarlarini tutib olish. Rossiya shtabi o'z bo'linmalarini real vaqt rejimida radiostansiyalari orqali Ukraina muzokaralari deshifrovka qilinganidan keyin artilleriya zarbasi haqida ogohlantirgani eslatib o'tilgan, bunda “Torn” tizimi qo'llanilgan. Bundan tashqari, Qirollik Birlashgan Mudofaa Tadqiqotlari Institutining (RUSI, Buyuk Britaniya) hisob-kitoblariga ko'ra, har bir rus vzvodi kamida bitta portativ REK vositalariga ega. Kichik statsionar radioelektron qurilmalar ma'lum bir pozitsiya hududida, birinchi navbatda, hozirda doimiy ravishda ishlatilayotgan dronlarga qarshi xalaqit beradi [4].

Har qanday REK vositasining asosiy maqsadi jangchilarni dushman UUA dan himoya qilishdir. Ammo ular boshqa vazifalarni ham bajarishi mumkin: razvedkachi dronlarni chalg'itish, FPV droni uchun soxta nishon yaratish. REK tizimlari xalaqitlarni yaratish va o'z aloqalarini himoya qilish uchun nurlanayotgan signallarning spektral xususiyatlarini boshqaradi.

REK vositalari nishonni vizual aloqadan oldin aniqlaydi va uni xavfsiz masofada zararsizlantiradi. Dron (turiga qarab) favqulodda qo'nishga majbur boradi, bazaga qaytadi yoki shunchaki erga qulaydi. Har qanday holatda ham u vazifani bajara olmaydi.

Hujum operatsiyalarini qo'llab-quvvatlash yoki REK qurilmalarini himoya qilish uchun soxta signallardan foydalanishlari mumkin. REKning soxta maqsadi nima? Chastotasi, amplitudasi, modulyatsiyasi bo'yicha real obyektlarning nurlanishlari bilan mos keladigan signal yaratiladi. Shunday qilib, dushman radarlari soxta nishonni haqiqiy obyekt deb qabul qiladi va chalg'itadi.

REKning ta'sir radiusi har xil bo'lishi mumkin, u tizimning turiga va uning quvvatiga bog'liq. Okoplilarning radiusi kichikroq, taktiklariniki esa kattaroq bo'ladi. Ammo barcha qurilmalar modulyatsiya tamoyilidan foydalanadi - uzatish paytida signal xususiyatlarini o'zgartiradi.



4-rasm. REK vositalarida ishlash jarayoni

Yana bir taktik vazifa - dushmanning jangovar bo'linmalari o'rtasidagi aloqani to'sib qo'yish. Amalda bu shunday bo'lishi mumkin: tank bo'linmasi va qo'shnilar o'rtasidagi aloqa yo'qoladi, demak, vazifani yetarli darajada bajarib bo'lmaydi [5].

Ukrainadagi urush jang olib borish, taktika va strategiyani o'zgartirdi. Ukraina Qurolli Kuchlari texnologiyalar rivojlanishini rag'batlantiradigan yuqori texnologiyali urush olib bormoqda. REKdagi asosiy va istiqbolli yo'nalish sun'iy intellekt (SI) integratsiyasidir. Bu katta hajmdagi ma'lumotlarni tahlil qilish, tezroq qaror qabul qilish va kognitiv boshqaruvni yaratishga yordam beradi. Masalan, sun'iy intellekt dushman signallari manbasini avtomatik ravishda aniqlashi va xalaqitlarni yaratishi mumkin, bu esa REK tizimlarini yanada samarali va aniq qiladi.

REK mutaxassislari qayerda tayyorlanishini hamma ham bilavermaydi. Radioelektron kurash qo'shinlariga fizika bo'yicha boshlang'ich bilimlarga va tahliliy fikrlashga ega bo'lgan har qanday kishi kirishi mumkin. Bu inson turli qurilmalar bilan qanday ishlashni tushunishi uchun yetarli. Ammo turli xil REK tizimlari bilan ishlashni faqat haqiqiy jangovar sharoitlarda 100% o'zlashtirish mumkin. Buning uchun malaka va ko'nikmalarini oshirib borishi kerak bo'ladi [6].

Xulosa qilib aytganda, Radioelektron kurash zamonaviy harbiy harakatlarda muhim o'rin tutadi. Zamonaviy urushlarda texnologiyalarning rivojlanishi bilan REKning ahamiyati ortib bormoqda. REK vositalari nafaqat raqibni tark yetish, balki o'z kuchlarini himoya qilishda ham muhimdir. Uning rivojlanishi va kelajagi elektron kurashning yangi yo'nalishlarini yaratadi, bu esa urushlarning samaradorligini oshiradi. Hozirgi vaqtda shiddat bilan rivojlanayotgan sun'iy intellekt asosida yaratilayotgan radioelektron kurash, aloqa va radiolokatsiya texnikalari kurashayotgan tomonlarni oz kuch va kam yo'qotishlar bilan g'alaba qozonuvchilar safiga, yengilganlarni esa kuchlilarning irodasiga bo'ysunadiganlarga ajratib qo'yishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

[1] Pereslegin V.P. "Radioelektron kurash texnologiyalari zamonaviy urushlarda". Moskva: strategik tahlillar instituti, 2023.

[2] Sokolov A. Боевое применение средств РЕБ – плюсы и минусы. Sayt [//www.arms-tass.ru](http://www.arms-tass.ru)

[3] Gordienko V. К столетию радиоэлектронной борьбы. Sayt [//www.computer-museum.ru](http://www.computer-museum.ru).

[4] "Radio-Electronic Combat Systems" китоби, муаллифлар: А. В. Иванов, В. П. Семёнов, 2023.

[5] "Ukraine is now dominating the drone and electronic warfare domains" (2024). URL: <https://www.forbes.com/sites/vikrammittal/2024/08/21/ukraine-is-now-dominating-the-drone-and-electronic-warfare-domains/>.

[6] Ochiq internet sahifalari (Yandex, Rambler va h.k.).

QO'SHINLARNI YASHIRISH USULLARINING KOMPLEKSI SIFATIDA NIQOBLASH TAJRIBASI VA QUROLI MOJARO SHAROITIDA UNING AHAMIYATI

M.S. TOSHTEMIROV

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

S.Yu. ABDURAXMANOV

O'R Harbiy xavfsizlik va mudofaa universiteti

Annotatsiya. Ushbu maqolada dushmanni chalg'itish maqsadida amalga oshiriladigan, qo'shinlarning tirik qolishini ta'minlash usullari majmuasi ko'rib chiqiladi. Bu usullar qurol-aslaha va harbiy texnikani, shuningdek ob'ektlarni yashirish orqali, ularning jang maqsadlariga erishishdagi ahamiyatini hisobga olgan holda, taktika va harbiy san'at prinsiplarini qo'llash yo'li bilan amalga oshiriladi.

Kalit so'zlar: taktik niqoblash, maketlar, yolg'on inshootlar, qurol-aslaha va ob'ektlarni imitatsiya qilish, muhandis, zamonaviy, niqoblash, tajriba, qo'shin va vosita.

Аннотация. В данной статье рассматривается комплекс способов обеспечения выживания войск, осуществляемых с целью отвлечения противника. Эти методы реализуются путем применения принципов тактики и военного искусства, учитывая важность оружия и военной техники, а также сокрытия объектов для достижения боевых целей.

Ключевые слова: тактическая маскировка, макеты, фиктивные сооружения, имитация оружия и объектов, инженер, современный, маскировка, эксперимент, войска и средства.

Abstract. This article examines a complex of ways to ensure the survival of troops, carried out to distract the enemy. These methods are implemented by applying the principles of tactics and military art, taking into account the importance of weapons and military equipment, as well as concealing objects to achieve combat objectives.

Keywords. tactical camouflage, models, fictitious structures, simulation of weapons and objects, engineer, modern, camouflage, experiment, troops and equipment.

Zamonaviy sharoitda qo'shinlarning jangovar harakatlardagi muvaffaqiyati, bir qator omillarga bog'liq bo'lib, ular turlicha darajada qo'shinlar tomonidan yuklatilgan vazifalarni samarali bajarishga ta'sir ko'rsatadi. Ushbu omillar qatorida dushmanning razvedka, razvedka o't ochish va razvedka zarb berish muhitidagi harakatlari ham muhim o'rin tutadi. Qo'shinlarning jangovar qobiliyatini saqlab qolish paradigmasi, dushman tomonidan qo'shinlar kuchlarga qarshi samarali o't ochish va boshqa ta'sirlarni amalga oshirish uchun zarur bo'lgan razvedka ma'lumotlarini aniqlashga qaratilgan tadbirlar majmuasini nazarda tutadi.

Shu tariqa, qo'shinlarni yashirishga doir konseptual yondashuvlar, ularning vazifalari va ularni amalga oshirish uchun mavjud kuch va vositalar imkoniyatlaridan kelib chiqqan holda, qo'llanish yo'nalishlari bilan belgilab beriladigan bir qator choralarni qamrab oladi. Ushbu choralar yig'indisi umumiy bir butun tizimni tashkil etadi. Qo'shinlarni yashirish va ob'ektlarni imitatsiya qilish niqoblash tadbirlarining bir qismi hisoblanib, shu bilan birga, o'z-o'zidan yanada yirikroq tizim - umumiy niqoblash tizimining tarkibiy qismi hamdir. Uning tizimliliigi esa, birinchi navbatda, boshqaruv elementlari hamda niqoblashga jalb etilgan kuch va vositalar bilan belgilanadi.

Niqoblashning ahamiyati va uning tutgan o'rni avvalo qo'shinlar harakatlarining kutilmaganligini ta'minlashga qaratilgan taktika va harbiy san'atning umumiy tamoyillari bilan belgilanadi. Niqoblashning o'ziga xosligi esa, niqoblash tadbirlarining ko'lami, ularning amalga oshirilishida jalb etilgan kuch va vositalar hajmi bilan bog'liq. Niqoblash muvaffaqiyati esa, odatda, dushmanning o't ochish ta'siridan keyin qo'shinlarning jangovar tayyor holatda qolish darajasi bilan baholanadi.

Qoidaga ko'ra, niqoblash tadbirlarining samaradorligi niqoblash tamoyillariga rioya etish va tashkilotchilik ishlari hamda amaliy harakatlarning sifatiga muvofiq bajarilishiga bog'liq. Ushbu talablardan kelib chiqib, niqoblash tadbirlari avvalambor hal qiluvchi yo'nalishlarda harakat qilayotgan qo'shinlar manfaatlari yo'lida amalga oshirilishi, shuningdek mavjud kuch va vositalarning imkoniyatlari hamda niqoblash uchun qulay bo'lgan joy sharoitlari inobatga olinishi lozim. Shu bois qo'shnlarni yashirishda joyning niqoblash imkoniyatlari, ayniqsa dushman razvedka vositalari uchun tabiiy to'siq bo'lib xizmat qiladigan topografik sharoitlar va iqlim omillari muhim rol o'ynaydi [1]. Biroq dushmanni chalg'itishga qaratilgan niqoblash tadbirlari majmuaviy tarzda amalga oshirilishi lozimligini hisobga olsak, taktik zarurat va mahalliy sharoitdan kelib chiqqan holda haqiqiy ob'ektlarda sun'iy maskalardan foydalanish, dushman e'tiborini yolg'on ob'ektlarga yo'naltirishda maqsadga muvofiq bo'ladi.

Niqoblash orqali ko'zlangan maqsadlarga erishish zarurati dushmanning ong osti darajasidagi, voqelikni instinkt qabul qilish mexanizmlariga kompleks ta'sir o'tkazishni talab etadi. Bu esa qaror qabul qilish jarayonida unga ta'sir ko'rsatish va shu orqali qo'shinlarning harbiy harakatlarini yuqori samara bilan amalga oshirish uchun zarur shart-sharoitlarni ta'minlashga xizmat qiladi [2].

Taktik niqoblashning asosiy usullaridan biri bo'lgan yashirish, harbiy qismlarning joylashuvi, tarkibi va holatini belgilab beruvchi demaskirovka belgilarini rejali ravishda yo'qotish yoki susaytirishni nazarda tutadi (1-rasm). Shu bilan birga niqoblashning barcha usullari qatorida qurol-aslaha va harbiy texnikaning turli xil maketlaridan, shuningdek, mustahkamlanish inshootlari va ob'ektlarning turli xil yolg'on konstruksiyalaridan foydalanish alohida ahamiyatga ega bo'ladi. Ular niqoblashning ajralmas elementi hisoblanadi. Bunday faoliyat doimiy ravishda g'ayrioddiy yechimlar va usullarni ishlab chiqishni, mahalliy materiallarni, niqoblash to'plamlarini qo'llashni, niqoblash ranglarini tatbiq etishni, shuningdek optik, issiqlik, radiolokatsiya va tovush belgilarini kamaytiruvchi radioto'lqin yutadigan materiallar hamda niqoblash qoplamalaridan foydalanishni talab qiladi [3].



1-rasm. Mahalliy materiallardan tayyorlangan maket yordamida niqoblangan tank

Bu jarayonda eng muhim rolni yuqori darajada detallashtirilgan qurol-aslaha va harbiy texnika maketlari hamda yolg'on inshootlar (2-rasm) o'ynaydi. Ulardan foydalanishda haqqoniylikni ta'minlash uchun namoyishkorona xarakterli harakatlar amalga oshiriladi va shunday qilib, ishonchli niyatlar tasavvurini hosil qilib, kerakli natijaga erishish imkoni yaratiladi. Shuningdek, rayonlar va pozitsiyalarni davriy o'zgartirib turish, zaxira va yolg'on pozitsiyalarni egallash dushmanda sodir bo'layotgan vaziyat haqida keng hajmli makon tasavvurini shakllantiradi va shu orqali qo'shinlar harakatlarining oldindan bashorat qilinish ehtimolini pasaytiradi.



2-rasm. Yuqori darajada detallashtirilgan pnevmatik harbiy texnikalar maketi

Shunday qilib, maxsus harbiy operatsiya davomida Rossiya armiyasi raqibni chalg'itish va uning o'q-dori vositalarini o'zlariga tortib olish maqsadida turli xil maketlardan faol foydalanmoqda. Ular orasida sanoatda ishlab chiqarilgan (shishiriluvchi) maketlar, qurilish materiallaridan improvizatsiya qilingan - yog'ochdan (3-rasm), metaldan (shikastlangan texnika qismlaridan) tayyorlangan maketlar ham, shuningdek turli turdagi qurol-aslaha tizimlari ham mavjud.

Ba'zi maketlar shunchalik asliga o'xshab ketadiki, ular hatto dushman razvedkasi tomonidan aniqlanadi va "aniq o'q" bilan yo'q qilingan texnika statistikasiga ham kirib qoladi. Shu bois maketlardan foydalanish keng tarqalgan hodisaga aylandi va juda foydali harbiy hiyla bo'lib chiqdi. Shuning uchun turli xil maketlar soni kelgusida yanada ortishi, ularning yashirish sifati va qo'llanish samaradorligi esa oshishi shubhasiz [4,5].



3-rasm. Artilleriya otish pozitsiyalari hududini imitatsiya qilish uchun mahalliy qurilish materiallaridan foydalanish varianti

Biroq kamuflyaj rang berish va bo'yash usullarining ahamiyatini kompleks tushunish shuni ko'rsatadiki, maketlar va inshootlarga reallik effektini berishda bu usullarning o'rni beqiyosdir. Shu bilan birga, dronlarning paydo bo'lishi va kosmik razvedka vositalarining ishlashi, hatto yuqori darajada detallashtirilgan maketlardan foydalanilganda ham, ularning samaradorligini keskin pasaytirmoqda. Tanklarni yoki hatto butun harbiy kolonnani imitatsiya qilish samarasini oshirishning ehtimoliy usullaridan biri sifatida shassisida harakatlana oladigan o'z-o'zidan yuradigan maketlardan foydalanish taklif qilingan. Bunday modellarni masofadan turib boshqarish mumkin. Ular harakatlana olishi, radiolokatsion va issiqlik imzolarini taqlid qilishi orqali yolg'on pozitsiyalarni yanada ishonchli qilib ko'rsatadi.

Qo'shinlar tajribasiga tayangan holda amaldagi usullar va joriy qilingan chora-tadbirlar tahlilidan kelib chiqib, yashirin harakatning samarasi bir qator boshqa niqoblash tadbirlari bilan birgalikda amalga oshirilganda yanada ishonchli bo'lishi ayon bo'lmoqda. Bu tadbirlar dushmanni bo'linmalarining joylashuvi va tarkibi haqida chalg'itishni maqsad qiladi. Bu esa harbiy texnika, qurol-aslaha va ob'ektlar maketlaridan foydalanish bilan bir qatorda, ularning asosiy demaskirovka belgilari, qo'shinlarning faoliyat alomatlari, joylardagi harakatlanishi va to'planishi kabi belgilarni qayta yaratishni talab qiladi. Shuningdek, yolg'on to'planish rayonlari va yolg'on o't ochish pozitsiyalari yaratilganda, harbiy texnika va qurol-aslahaning tarkibi, holati va joylashuvini "o'zgarib turgani"ni ko'rsatish orqali dushmanda bu ob'ekt haqiqiy degan ishonch paydo qilish mumkin. Bu holda harbiy texnika va qurol-aslahaning demaskirovka belgilari imkoniyat darajasida haqiqiy bo'lishi kerak, radiolokatsion va issiqlik imzolarining sun'iy buzib ko'rsatilishi esa ob'ektni razvedka vositalari uchun haqiqiy maqsad qilib ko'rsatishi lozim. Bundan tashqari, yolg'on pozitsiyalar yaratilayotganda haqiqiy pozitsiyalar ham tashkil etilishi kerak - aks holda dushman shubhalanishi mumkin. Shu bilan birga, ataylab umumiy manzaradan ajralib turadigan elementlarni ham kiritib qo'yish maqsadga muvofiqdir, bu dushmanning diqqatini jalb etadi (4-rasm).

Pozitsiya tanlash uchun hayotiy faoliyat chiqindilari yaqinidagi joyni tanlash mumkin, bunda uni dushman razvedka vositalariga ko'rinadigan tarzda joylashtirish lozim, ya'ni butalar va siyrak o'rmonzor orasidagi o'rmonbelbog'ining birinchi chizig'ida. Bunday holda niqoblashning kompleksligi o'z ichiga niqoblash intizomini buzish kabi harakatlarni ham oladi - biroq ularning dushmanga shubhali bo'lib ko'rinmasligi sharti bilan. Texnikaning harakati, shaxsiy tarkibning ko'inishi, tungi vaqtda yorug'lik rejimini buzish, shovqinni kamaytirish choralarni qasddan biroz

buzish, shuningdek, ma'lum miqdorda dezinformatsiya berish birgalikda dushmanning ongiga yo'naltirilgan ta'sirni kuchaytiradi. Ammo buning "fosh bo'lishi" dushmanga haqiqatdek ko'rinadigan darajada bo'lishi kerak.



4-rasm. Yolg'on pozitsiyani jihozlash (variant)

Shuning uchun niqoblashni yaratishda, shu jumladan niqoblash to'plamlaridan foydalanganda, ma'lum darajada beparvolikni aks ettirish maqsadga muvofiqdir. Masalan, yopqich shamolda ozgina hilpillashi yoki qurolning ayrim elementlari ko'rinib qolishi. Shu bilan birga pozitsiyani yanada ishonarli ko'rsatish uchun tabiiy o'simliklar, mahalliy materiallar, shuningdek, qurol-aslahaning maketlaridan foydalanish tavsiya etiladi. Bu dushman ongiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi - katta ehtimol bilan u bunday nuqtani turli zarba vositalari bilan uradi. Bunda inson psixologiyasi muhim rol o'ynaydi: operator qiziqishi va intriga hissi odatda ishonchdan ustun keladi, shubha uyg'otadi va uni faol harakat qilishga - masalan, shubhali obyektga artilleriya o'qi yoki dron zarbasi berishga undaydi [8,9]. Biroq qo'shinlar harakatlarining bashorat qilinuvchanligi ortib borishi sharoitida imitatsiya tadbirlari bilan bir qatorda dushmanga qasddan ma'lumot sizdirish orqali unga ta'sir o'tkazish zarur. Harbiy hiyla, aslida, dezinformatsiya bilan chambarchas bog'liq bo'lib, dushman idrokini boshqarishga qaratilgan usullar majmuini o'z ichiga oladi. Bu dushmanni qo'shinlarning haqiqiy niyatlari haqida noto'g'ri xulosalar chiqarishga undaydi. Bunda qo'shinlarning ko'zga ko'rinadigan "demonstratsion" harakatlari, shuningdek, eng kichik tafsilotigacha imitatsiya qilingan faoliyatlar orqali haqiqatga o'xshash tasavvur hosil qilinadi.

Dushmanni chalg'itish maqsadida unga yetkaziladigan dezinformatsiya - har xil shakllarda amalga oshiriladigan ongga qaratilgan maqsadli ta'sirdir: yolg'on radiouzatmalar, real, ammo eskirgan ma'lumotlarni "tasodifan" tarqatish va boshqalar. Asosiy vazifa dushman aloqa kanallarini, avvalo radiosignallarini uydirma ma'lumotlar bilan to'ldirish va uning qaror qabul qilish jarayoniga noaniqlik kiritishdir. Bu metodologiya haqiqiy ma'lumotni yolg'ondan ajratish qobiliyatini izdan chiqaruvchi soxta signallarni qasddan uzatishni ham o'z ichiga oladi. Kognitiv jarayonlarning bunday izdan chiqishi dushmanning haqiqiy rejalarini aniq tushunish imkoniyatini pasaytirishi lozim. Shu bois maketlar, imitatsiya vositalari, qaytaruvchi moslamalar, yolg'on moslamalar va demonstratsion harakatlarning majmuasi, dezinformatsiya bilan mustahkamlangan holda, dushmanga taqdim etilayotgan yolg'on manzara ishonarliligini sezilarli darajada oshiradi.

Demonstratsion harakatlarni alohida niqoblash usuli sifatida emas, balki imitatsiyaning tarkibiy qismi sifatida ko'rish kerak. Ular taktik jihatdan asoslangan bo'lishi sharti bilan yolg'on yo'nalishlarda qo'shinlar faoliyatining haqiqatga yaqin ko'rinishini ta'minlaydi. Bu tadbirlar bo'linmalar o'rtasida muvofiqlashtirilgan holda, boshqaruv organlari tomonidan puxta rejalashtirilgan bo'lishi zarur.

Yolg'on yo'nalishlarda ehtimolni kuchaytirish va shu orqali asosiy maqsad dushmanning haqiqiy rejalariga bo'lgan ishonchini susaytirish uchun yolg'on pozitsiyalar bilan bir qatorda bo'linmalarni demonstrativ ravishda joylashtirish, tayyorgarlik mashg'ulotlarini o'tkazish ham muhimdir. Imitatsiya mazmunidan kelib chiqib, qo'shinlarni tarqatib joylashtirish ham maskirovkaning ajralmas qismi sanaladi. Shuningdek, yo'l-yo'lakay yaratilgan yolg'on inshootlar, xandaqlar, xabar berish yo'llari va boshqa muhandislik elementlari dushman uchun chalkash, fragmentar manzarani yuzaga keltiradi va haqiqiylik illyuziyasini kuchaytiradi.

Xulosa qilib aytganda, imitatsiya - bu qo'mondonlik tomonidan puxta rejalashtiriladigan, qo'shinlar tomonidan amalda bajariladigan va harbiy-texnik vositalar bilan ta'minlanadigan

murakkab, tizimli jarayon. Yolg'on joylashtirish hududini yaratishda mutlaq uyg'unlik zarur: real qurol-aslaha, imitatsiya vositalari (maketlar, imitatsion qurilmalar) va boshqa tadbirlarning uyg'un qo'llanishi taktik vaziyatga zid bo'lmagan holda yolg'on jangovar manzarani eng yuqori darajada real ko'rinishga keltirishi lozim.

Niqoblash paradigmasiga ushbu elementlarning integratsiyasi nafaqat dushman idrokiga ta'sir ko'rsatish imkonini beradi, balki harbiy harakatlarning yaxlitligi va maxfiyligini ta'minlaydi. Bu esa harbiy san'atda qo'shinlar harakatlarining kutilmaganligini ta'minlovchi eng muhim komponent sifatida ularning rolini belgilaydi.

Niqoblash tamoyillarini mohirona tatbiq etish harbiy harakatlarning dinamik xarakteri bilan uzviy bog'liq bo'lib, u mavjud vaziyat va boshqa sharoitlarga qarab, uning tadbirlarini doimiy ravishda moslashtirib borishni talab qiladi. Imitatsiya tadbirlari boshqa maskirovka usullari bilan uyg'unlikda qo'llanganda, dushman uchun qurol-yarog' va harbiy texnikani aniqlash, hatto har xil turdagi razvedkalarni kompleks qo'llagan taqdirda ham, nihoyatda murakkab vazifaga aylanadi. Natijada dushman boshqaruvidagi uchuvchisiz uchish apparatlari maqsadni tez aniqlay olmasligi sababli zarba vositalari, jumladan, o'qotar qurol turlari zarba yetkazish zonasida uzoqroq vaqt qolishga majbur bo'ladi. Bu esa ularni urib tushirish ehtimolini oshiradi. Demak, imitatsiya ko'p qirrali yondashuv bo'lib, u dushmanning real vaziyatni idrok etishini buzishga qaratilgan turli usul va vositalarni qo'llashni nazarda tutadi. Bu vositalar orqali haqiqiy tarkib, joylashuv va shu orqali harbiy bo'linmalar (qo'shinlar)ning niyatlarini yashirishga erishiladi. Shundan kelib chiqib, taktik maskirovka masalalariga hamda uni amalga oshirish usullari va uslublarini takomillashtirishga qo'shinlar (kuchlar)ni tayyorlash davrida alohida e'tibor qaratilishi lozim.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

[1] Abduraxmanov, S.Yu. Fortifikatsiya va niqoblash : darslik / S.Y. Abduraxmanov. – T. : O'R QK Akademiyasi nashriyoti, 2020. – 301 b.

[2] Погосов, В. Л. Инженерные мероприятия по маскировке войск и объектов в условиях применения противником высокоточного оружия : учеб. пособие / отв. ред В. Л. Погосов. – М. : Воениздат, 1986. – С.43.

[3] Пыдер А. Р. Направления развития теоретических положений повышения боевой устойчивости системы материально-технического обеспечения объединения в операциях (боевых действиях) / А. Р. Пыдер // Вестник Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии А. В. Хрулёва. - 2019, № 1 (17). - С. 99-102.

[4] Abduraxmanov, S.Y. Zamonaviy harbiy majorlarda niqoblash bo'yicha muhandislik tadbirlarini amalga oshirishda xorij tajribalari / S.Y. Abduraxmanov // "Muhandislik qurollanish vositalarining rivojlanish tendensiyasi" mavzusidagi ilmiy seminar materiallari to'plami. – 2023. – xatlash raqami xatlash raqami – 4630. 54-60 b.

[5] Abduraxmanov, S.Y. Harbiy xizmatchilarning ekstremal sharoitlarda yashovchanlik xususiyatlarini rivojlantirish / S.Yu. Abduraxmanov // "Qo'shinlarning tog'li hududlarda yashovchanlik qobiliyatni oshirish" mavzusida respublika miqyosidagi ilmiy-nazariy konferensiya to'plami. – 2023. – xatlash raqami №9 XDFU. 14-21 b.

[6] Abduraxmanov, S.Y. Harbiy xizmatchilarning ekstremal sharoitlarda yashovchanlik ko'nikmalarini shakllantirish va tashkillashtirish / S.Y. Abduraxmanov // "Yuksak salohiyatli harbiy pedagog kadrlarni tayyorlash va malakasini oshirish zamonaviy harbiy ta'limning ustuvor vazifasidir" mavzusida Xalqaro ilmiy-nazariy konferensiya materiallari to'plami. – 2023. xatlash raqami №4720 XDFU. 274-282 b.

[7] Harbiy atamalarining yangi izohli lug'ati. Lug'at / Tuzuvchi muallif R.S. Samarov. - Toshkent: "Innovatsiya-ziyo", O'R QK Akademiyasi, 2020. - 96 b.

[8] Фисенко, А.Н. Защита и маскировка объектов и техники от высокоточного оружия противника: / А.Н. Фисенко. В.В. Самойленко // «Воздушно-космические силы. «Теория и практика». – 2017. № 3. С. 15-30. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://army.lv//s=2634&id=4239>.

**TIBBIY MA'LUMOTLARNI TALQIN QILISHDA SEMANTIK VA ONTOLOGIK
TAHLIL YONDASHUVLARI****B.B. URMANOV***O'R QK BSH Aloqa, axborot texnologiyalari va axborotlarni himoyalash bosh boshqarmasi***E.U. ISAXOV***O'R MV Kiberxavfsizlik departamenti*

Annotatsiya. Ushbu maqolada tibbiy axborot tizimlarida semantik texnologiyalar va intellektual yondashuvlar orqali ma'lumotlarni qayta ishlash va tahlil qilish samaradorligi tadqiq etilgan. Semantik yondashuvlar ma'lumotlarning ma'no va mantiqiy bog'liqligini aniqlash, ularni izchil tuzish hamda avtomatik tahlil qilish imkonini beradi. Intellektual tizimlar mavjud bilimlarga tayanadi va klinik diagnostika, tavsiyalar shakllantirish hamda strategik qarorlar qabul qilish jarayonlarini qo'llab-quvvatlaydi. Maqolada semantik texnologiyalar matnli va ko'p o'lchovli ma'lumotlarni klasterlash, tasniflash va ontologiya asosida integratsiya qilishdagi samaradorligi ko'rsatilgan. Ushbu yondashuvlar tibbiy informatika sohasida ma'lumotlarni boshqarish va tahlil qilishda asosiy vosita sifatida xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: Tibbiy axborot tizimlari, semantik texnologiyalar, intellektual tizimlar, ma'lumotlarni qayta ishlash, tahlil qilish, diagnostika.

Аннотация. данной статье исследуется эффективность обработки и анализа данных в медицинских информационных системах с использованием семантических технологий и интеллектуальных подходов. Семантические методы позволяют выявлять смысловые и логические связи между данными, последовательно их структурировать и выполнять автоматический анализ. Интеллектуальные системы опираются на существующие знания и поддерживают процессы клинической диагностики, формирования рекомендаций и принятия стратегических решений. В статье показана эффективность семантических технологий при кластеризации, классификации и интеграции текстовых и многомерных данных на основе онтологий. Эти подходы служат ключевым инструментом в медицинской информатике для управления данными и их анализа.

Ключевые слова: медицинские информационные системы, семантические технологии, интеллектуальные системы, обработка данных, анализ, диагностика.

Abstract. The article explores the efficiency of processing and analyzing medical information using semantic technologies and intelligent approaches. Semantic methods enable the identification of meaningful and logical relationships between data, structured organization, and automated analysis. Intelligent systems rely on existing knowledge and support clinical diagnostics, recommendation generation, and strategic decision-making. The study demonstrates the effectiveness of semantic technologies in clustering, classifying, and integrating textual and multidimensional data based on ontologies. This approach serves as a key tool in medical informatics for efficient data management and analysis.

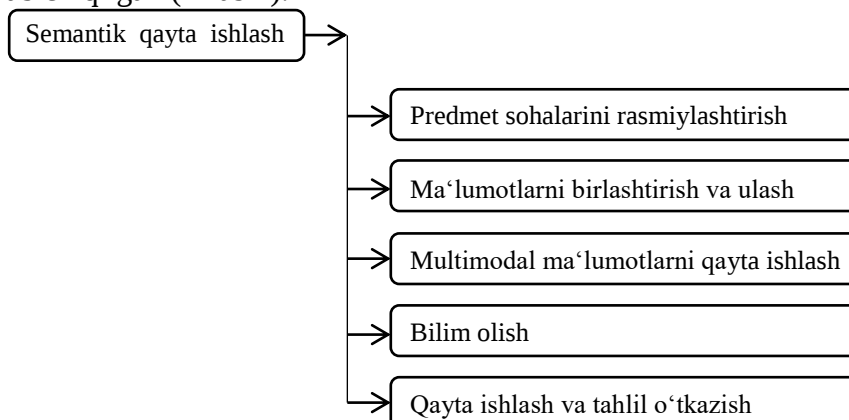
Keywords: Medical information systems, semantic technologies, intelligent systems, data processing, analysis, diagnostics.

Tibbiy axborot tizimlarida ma'lumotlarni qayta ishlash va tahlil qilish samaradorligini oshirishda semantik texnologiyalarga asoslangan intellektual yondashuvlar muhim o'rin egallaydi. Semantik tahlil, odatda, ma'lumotlar o'rtasidagi ma'no va mantiqiy bog'liqlikni aniqlashga xizmat qiladi. Semantik tizimlar tarkibida intellektual qoidalar to'plami mavjud bo'lib, ular ob'yekt tilining har bir ifodasini metatil asosida baholash imkonini beradi. Bunday yondashuvlar yordamida tibbiy axborotlarni izchil strukturalashtirish, mantiqiy bog'lanishlar asosida ma'lumotlarni avtomatik tahlil qilish, shuningdek diagnostika va qaror qabul qilish jarayonlarini samarali tashkil etish imkoniyati yaratiladi.

Intellektual axborot tizimlari an'anaviy algoritmik tizimlardan farqli o'laroq, fan sohasi bo'yicha mavjud bilimlarga tayangan holda, kompleks tahliliy vazifalarni mustaqil bajarishga qodir. Tibbiy informatika sohasida bunday tizimlar diagnostik model tuzish, klinik tavsiyalar shakllantirish, statistik tahlillarni avtomatlashtirish kabi vazifalarda qo'llaniladi. Semantik texnologiyalar, qoida tariqasida, ontologik yondashuv asosida quriladi va tibbiy atamalarni tushunish, guruhlash, talqin qilishda sezilarli afzalliklarga ega. Semantik texnologiyalar - bu ma'lumotlar o'rtasidagi ma'no va bog'liqlikni aniqlash, hamda ushbu ma'no asosida axborotni qayta ishlash imkonini beradigan dasturiy yondashuvlar majmuasidir [1].

Semantik tizimlarda tibbiy ma'lumotlar modellarini va bilimlarni tahlil qilishda semantik texnologiyalar yordamida tibbiy ma'lumotlarni qayta ishlash, bilimlarni ajratib olish va ularning o'zaro bog'liqligini aniqlash masalalari bugungi kunda ilmiy tadqiqotlarning ustuvor yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Bu borada ko'plab olimlar tomonidan innovatsion yondashuvlar taklif etilmoqda. Masalan, Tim Berners-Lee semantik veb konsepsiyasini ishlab chiqib, axborotlarning mantiqiy bog'liqligini ta'minlash orqali ularni mashina orqali tahlil qilishga asos yaratgan. John McCarthy sun'iy intellekt sohasining asoschisi sifatida semantik ishlov berishga taalluqli ko'plab nazariy asoslarni ishlab chiqqan. So'nggi yillarda esa Yoshua Bengio, Geoffrey Hinton va Yann LeCun kabi tadqiqotchilar tomonidan taklif etilgan chuqur o'rganish yondashuvlari semantik tahlil va tabiiy tilni qayta ishlash (NLP) vazifalarini yanada rivojlantirishga xizmat qilmoqda.

Hozirda semantik texnologiyalar asosida ma'lumotlarni modellashtirish va tahlil qilishning turli usullari ishlab chiqilgan (1-rasm).



1-rasm. Semantik qayta ishlash usullari

Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, semantik tizimlar yordamida tibbiy matnli ma'lumotlarni klasterlash, tasniflash, sinonimlarni aniqlash, kontekstual bog'liqlikni topish kabi murakkab muammolar hal qilinmoqda. Masalan, Rajagopa M.R. tomonidan hujjatlarni tasniflash jarayonida tabiiy til matnidan tushunchalarni ajratib olish, ularning o'zaro semantik o'xshashligini aniqlash va bilim grafigi asosida mantiqiy bog'lanishni shakllantirish yondashuvini tavsiflaydi [2]. Bu yondashuv dastlabki sintaktik tahlildan so'ng semantik qayta ishlash bosqichini o'z ichiga oladi.

Vey U. tomonidan matnlarni klasterlashda semantik yondashuvlardan foydalanish samaradorligi ko'rsatib berilgan. An'anaviy metodlar so'zlar o'rtasidagi semantik munosabatni hisobga olmagan bo'lsa, ushbu mualliflar ontologiyani klasterlash jarayoniga qo'shishni taklif etgan [3]. Bu yondashuv sinonim va polisemiya muammolarini hal etishga yordam beradi. Eksperimental natijalar klassik usullarga nisbatan sezilarli samaradorlik oshirishini ko'rsatgan.

Shuningdek, B. Altinel semantik yadro konsepsiyasini taklif etgan bo'lib, bunda atamalar to'plami asosida ma'lumotlar tasnifi va guruhlanishi amalga oshiriladi [4]. Bu yondashuv ayniqsa sog'liqni saqlashdagi ixtisoslashgan terminologiyalarni aniqlashda muvaffaqiyatli qo'llaniladi.

Semantik yondashuvlar matnli ma'lumotlarni qayta ishlash va tasniflashda an'anaviy metodlardan ustunligi bilan ajralib turadi. Masalan, Kim va hammualliflari kichik hajmdagi

matnlarni grammatik xususiyatlar va lugʻaviy bazalarsiz tasniflash usulini taklif etgan boʻlib, bu yondashuv matn segmentlari oʻrtasidagi semantik oʻxshashlikka asoslanadi. Bu yondashuv ogʻir strukturali klassik metodlarga nisbatan soddalashtirilgan va samaraliroq echim hisoblanadi.

Semantik texnologiyalar nafaqat matnni tushunish, balki ilmiy tadqiqotlarni tahlil qilish va saralashda ham muvaffaqiyatli qoʻllanmoqda. Masalan, Jian Ma va hammualliflari tomonidan ishlab chiqilgan usul ilmiy tadqiqot takliflarini semantik oʻxshashlikka asoslangan holda guruhlash imkonini beradi. Maʼlumotlar va bilimlarni birlashtirishda ham semantik yondashuv va ontologiyalar asosiy vositalardan biri hisoblanadi. A. Smith semantik texnologiyalar orqali bogʻlangan maʼlumotlarni qayta ishlashni oʻz kitobida chuqur yoritgan [5]. Mukherjii va hammualliflari esa ConceptNet2 ontologiyasi asosida mahsulotlar haqidagi fikrlarni tahlil qilish orqali atributlar orasidagi semantik bogʻliqlikni oʻrganishni taklif qilganlar [6].

Isabella Augensteyn va hammualliflari esa matndagi obyektlarni DBPedia maʼlumotlar bazasiga bogʻlash uchun semantik aniqlashtirish algoritmini ishlab chiqdi. Bunda LOD (Linked Open Data) texnologiyasi yordamida obyektlarni ajratib olish va aniqlik bilan moslashtirish masalalari hal etilgan.

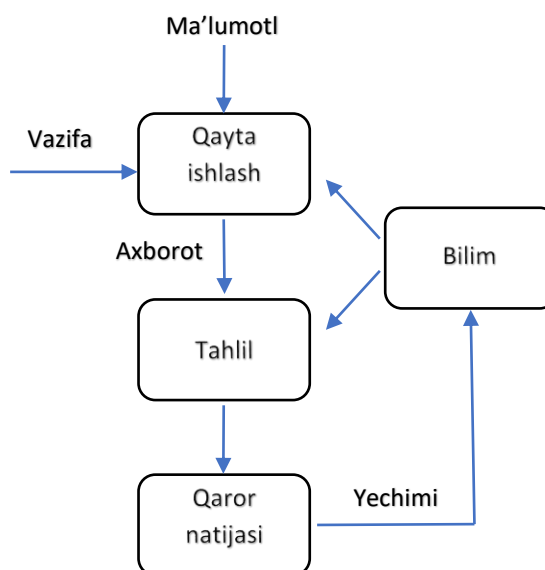
Semantik texnologiyalarning yana bir dolzarb yoʻnalishi - koʻp oʻlchovli maʼlumotlarni qayta ishlashdir. A. Alberto OLAP texnologiyalarini semantik texnologiyalar bilan integratsiyalash orqali tashqi resurslardan olingan katta hajmdagi maʼlumotlarni tahlil qilish yondashuvini taklif etganlar [7]. Bu yondashuv kontekstga asoslangan tahlilni kuchaytiradi.

Kholid Mahmud va Hiro Takaxashi esa sport tahlilida katta hajmdagi maʼlumotlarni semantik asosda qayta ishlash boʻyicha ishlanma taklif etgan [8].

Ushbu tadqiqotlar tahlili shuni koʻrsatadiki, hozirgi kunda matnli, sonli va koʻp oʻlchovli maʼlumotlarni qayta ishlash uchun samarali, ilmiy asoslangan semantik yondashuvlar mavjud. Ular orqali tushunchalarni ajratib olish, tasniflash, klasterlash hamda intellektual tahlil uchun optimal model yaratish imkoniyati mavjud. Bu texnologiyalar sogʻliqni saqlash sohasida ham tibbiy bilimlarni modellashtirish va qaror qabul qilish jarayonlarini avtomatlashtirishda muhim rol oʻynaydi.

ISO/IEC 2382-1:1993 standartiga koʻra, bilimlar - bu “tashkil etilgan, integratsiyalashgan faktlar va umumlashmalar toʻplami” sifatida taʼriflanadi. Axborot esa “maʼlumotlardan olingan har qanday fakt, tushuncha yoki maʼno, shuningdek, bilimlar bilan bogʻliq kontekst”. Maʼlumotlar esa “uzatish, talqin qilish yoki qayta ishlash uchun mos boʻlgan rasmiy shaklda ifodalangan qiymatlar toʻplami” sifatida belgilanadi.

Ushbu uch tushuncha - maʼlumot, axborot va bilim - bir-biri bilan uzviy bogʻlangan boʻlib, transformatsion jarayonlar orqali oʻzaro aylanishi mumkin (2-rasmga qarang).



2-rasm Qaror qabul qilishda maʼlumotlar va bilimlar oʻrtasidagi bogʻliqlik

ISO/IEC/IEEE 15289:2017 standartiga binoan, bilimlar bazasi - bu inson tajribasi asosida shakllangan bilimlar, qoidalar va xulosalarni jamlagan axborot omboridir [9]. Semantik texnologiyalar kontekstida esa bu bilimlar ontologiyalar orqali modellashiriladi. Ontologiya, Gruber (1993) ta'rifiga ko'ra, "umumiy tushunchaning rasmiy va bir ma'noli spesifikasiyasi"dir [10].

Axborot tizimlarida bilimlarni ifodalash uchun turli yondashuvlar qo'llaniladi. Ular quyidagi asosiy modellar bilan ifodalanadi:

- mantiqiy model - bilimlar mantiqiy isbotlash qoidalari asosida formal tizim sifatida ifodalanadi;
- produksion model - bilimlar "agar-unda" (if-then) ko'rinishidagi qoidalar orqali tashkil etiladi;
- freymli model - bilimlar strukturasi freymlar orqali, ya'ni atribut va qiymat bog'lanmalari sifatida tasvirlanadi;
- semantik model - bilimlar ob'yektlar o'rtasidagi munosabatlarni aks ettiruvchi yo'naltirilgan graf shaklida rasmiylashtiriladi.

Semantik texnologiyalarda bilimlar odatda "subyekt-predikat-obyekt" (S-P-O) formatida saqlanadi, bu esa bilimlarni tabiiy tilga yaqin strukturada ifodalash imkonini beradi. Bunday model jadvali saqlash tamoyiliga asoslanib, semantik veb texnologiyalarida, xususan RDF formatida keng qo'llaniladi.

Bugungi kunda zamonaviy intellektual usullar katta hajmdagi statistik ma'lumotlarni qayta ishlash, tahlil qilish va keyinchalik strategik qaror qabul qilish jarayonlarida samarali ishlatilmoqda. Intellektual axborot tizimlari sanoat, bank, iqtisodiyot, ilmiy-tadqiqot va tibbiyot kabi sohalarda quyidagi turdagi muammolarni hal qilish uchun qo'llaniladi:

- optimallashtirish;
- murakkab ma'lumotlarni qayta ishlash;
- holatlarni tahlil qilish;
- qarorlarni rejalashtirish;
- tizimlarni boshqarish va monitoring qilish.

Zamonaviy intellektual axborot tizimlari tasvirlar, audio, video, matn kabi geterogen ma'lumotlar bilan ishlashda keng qo'llanilmoqda. Bunday tizimlar tahlil, qayta ishlash va talqin qilish muammolarini hal qilishda klassik hisoblash algoritmlaridan tashqari, kontekstual yondashuvlarni ham talab etadi.

Axborot tizimlarining ishlash algoritmlari, odatda, rasmiylashtirilgan hisoblash modellari orqali ifodalanadi. Biroq, turli manbalardan kelgan ma'lumotlarning turfa shaklda ifodalanishligi, ularning semantik va sintaktik darajada mos kelmasligi bilan bog'liq muammolarni yuzaga keltiradi. Bu holat ayniqsa tibbiyot sohasida yaqqol namoyon bo'ladi.

Tibbiyotda axborotlar turli formatda (tekst, tasvir, audio, video) taqdim etilishi, ularning kontekstual mazmuni, individual klinik holatlarga bog'liqligi sababli, ularni birlashtirib tahlil qilish murakkab masalaga aylanadi. Ana shu zaruriyat tibbiy informatikaning alohida ilmiy sohaga aylanishiga olib keldi.

Korolyuk tibbiy informatika haqida quyidagi ta'rifni beradi:

"Tibbiy informatika - kompyuter texnologiyalaridan foydalangan holda tibbiyot va sog'liqni saqlash sohasidagi ma'lumotlarni yaratish, qayta ishlash, saqlash, himoya qilish, uzatish va taqdim etish usullarini o'rganadigan fandır. Tibbiy informatikaning muhim bo'limi esa - qarorlar nazariyasi va dalillarga asoslangan yondashuv orqali tibbiy ma'lumotlarni obyektiv baholashdir."

Tibbiy informatika, shuningdek, semantik texnologiyalar, ontologik modellar va intellektual tahlil tizimlari bilan chambarchas bog'liq bo'lib, bemor holati haqidagi kompleks, ko'p formatli ma'lumotlarni yagona integratsiyalashgan bilim modeliga keltirish imkonini beradi.

Tadqiqot natijalar shuni ko'rsatadiki, tibbiyot sohasida shakllanadigan turli formatdagi ma'lumotlarni (matn, tasvir, ko'p o'lchovli statistik ma'lumotlar) an'anaviy algoritmik metodlar bilan qayta ishlash yetarli emas. Bu jarayonda ma'lumotlar o'rtasidagi ma'no, mantiqiy bog'liqlik

va konseptual muvofiqlikni aniqlay oladigan semantik yondashuvlar fundamental ahamiyat kasb etadi.

Semantik texnologiyalar ma'lumotlarni izchil strukturalash, ularning kontekstual munosabatlarini topish va avtomatik tahlil qilishga imkon beradi. Ontologiyaga asoslangan modellar orqali tibbiy terminologiyalar o'rtasidagi semantik bog'lanishlarni aniqlash, tushunchalarni guruhlash, klasterlash va tasniflash jarayonlari sezilarli darajada yengillashadi. Bu borada Rajagopal, Wei, Altinel, Kim kabi tadqiqotchilarning ishlanmalari semantik metodlarning klassik statistik usullarga nisbatan ustunligini ochiq namoyish etgan.

Intellektual axborot tizimlari esa mavjud bilimlar bazasiga tayangan holda diagnostika, klinik tavsiyalar shakllantirish, risklarni baholash, hamda strategik qaror qabul qilish jarayonlarini qo'llab-quvvatlaydi. Ontologiya, RDF modeli, semantik graflar va bilimlar bazasi kabi komponentlar tibbiy informatikaning zamonaviy me'moriy asosini tashkil etadi. Bunda ma'lumotlar "subyekt–predikat–obyekt" formatida modellanib, kompleks tibbiy ma'lumotlarni yagona semantik tizimga integrasiya qilish imkoniyatini yaratadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

[1] Gladun V. P. Semanticheskiye texnologii v medisine i bioinformatike. – Kiyev : Naukova dumka, 2019. – 256 s.

[2] Rajagopal D., Cambria E., Olsher D. Semantic knowledge graphs for document classification // Expert Systems with Applications. – Oxford : Elsevier, 2021. – Vol. 175. – P. 114–126.

[3] Wei X., Yang Z., Liu C., Zhang L. Ontology-based semantic text clustering and its performance evaluation // Knowledge-Based Systems. – Amsterdam : Elsevier, 2020. – Vol. 195. – P. 105–119.

[4] Altinel B., Ganiz M. C. Semantic kernel-based text classification and its application in healthcare domain // Computer Methods and Programs in Biomedicine. – Amsterdam : Elsevier, 2018. – Vol. 164. – P. 31–40.

[5] Smith A. Semantic Web and Linked Data Integration: Concepts, Technologies and Applications. – New York : Springer, 2020. – 312 p.

[6] Mukherjee S., Saha S., Bhattacharyya P. Sentiment analysis using ConceptNet ontology: Exploring semantic relationships between product attributes // Expert Systems with Applications. – Oxford : Elsevier, 2022. – Vol. 187. – P. 115–132.

[7] Abelló A., Romero O., Simitsis A., Zimányi E. Integration of semantic technologies into OLAP frameworks for multidimensional data analysis // Decision Support Systems. – Amsterdam : Elsevier, 2019. – Vol. 125. – P. 113–128.

[8] Mahmud K., Takahashi H. Semantic-based big data analytics for sports performance evaluation // Journal of Big Data. – London : SpringerOpen, 2021. – Vol. 8, No. 76. – P. 1–14.

[9] Mejdunarodnaya organizasiya po standartizatsii. Informatsionnyye texnologii. Sistemnaya i programnaya injeneriya. Soderjimoye i struktura informatsii jiznennogo sikla sistema i programmnogo obespecheniya = Information technology — System and software engineering — Content of life-cycle information items (Documentation) (ISO/IEC/IEEE 15289:2017). – Jeneva : ISO/IEC/IEEE, 2017. – 98 s.

[10] Gruber T. R. A translation approach to portable ontology specifications // Knowledge Acquisition. – London : Academic Press, 1993. – Vol. 5, No. 2. – P. 199–220.

ЗИРҲЛИ ЖАНГОВОР ТЕХНИКАЛАР ЭКИПАЖЛАРИ МЕҲНАТ ШАРОИТИНИНГ ЗАРАРЛИ ОМИЛЛАРИНИ ТАЪСИРИНИ ЗАМОНАВИЙ ТЕХНИК- ТЕХНАЛОГИЯЛАР ЮТУҚЛАРИДАН ФОЙДАЛАНИБ БАҲОЛАШ

PhD, доцент. А.А. РУСТАМОВ, Н.Н. ОМОНОВ

ЎР ҲХ ва МУ Ҳарбий тиббиёт институти

Аннотация. Ушбу мақолада замонавий технологик ускуналардан унумли фойдаланиб зирҳли (занжирли) жанговар техникалар экипажлари асосий иш жойларида СанҚваН 0324-16-сонли “Иш соҳасида микроиқлим кўрсаткичлари кўсарткичлари” бўйича ҳаво ҳаракат тезлиги, ҳаво ҳарорати ва нисбий намликни аниқлашга кўрсатилган.

Калим сўзлар: танк 72-121, танк 62-105, зирҳли (занжирли) жанговар техникалар экипажлари, ҳаво ҳаракат тезлиги, ҳаво ҳарорати ва нисбий намлик, касбий гуруҳлар.

Аннотация. В данной статье рассматривается использование современного технологического оборудования. Экипажам боевых бронированных техники, использующим изделие, предписывается определять скорость движения воздуха, температуру и относительную влажность воздуха на основных рабочих местах в соответствии с Сан.ПиН №0324-16 “Показателей микроклимата на рабочих местах”.

Ключевые слова: танк 72-121, танк 62-105, экипажи бронированной (гусеничной) боевой техники, скорость движения воздуха, температуру и относительную влажность воздуха, профессиональные группы.

Abstract. this article discusses the use of modern technological equipment. Crews of combat armored vehicles using this equipment are required to determine air velocity. Temperature, and relative humidity at key workstations in accordance with sanitary and epidemiological regulations №0324-16 regarding the microclimate at workstations indicators.

Keywords: tank 72-121, tank 62-105, crews of armored (tracked) combat vehicles, air speed, temperature and relative humidity, professional groups.

Зирҳли жанговар техника (ЗЖТ), хусусан танклар, пиёдаларнинг жанговар техникаси (БМП) ва бронетранспортёрлар (БТР) экипажларининг фаолияти юқори даражада мураккаб, жисмоний ва психологик жиҳатдан оғир ҳисобланади. Бундай техникаларда хизмат қилиш кўпинча узоқ муддат давомида тор ва ёпиқ муҳитда бўлишни талаб қилади, бу эса экипаж аъзоларининг саломатлигига салбий таъсир кўрсатади. [1, 3, 11].

ЗЖТ экипажлари доимий равишда юқори даражадаги ишлаб чиқариш хавфлари ва зарарли омилларга дуч келади. Улар орасида энг муҳимлари – юқори даражадаги шовқин (двигатель, трансмиссия ва гидравлик тизимлар ишлаши билан боғлиқ), юқори ҳарорат ва иссиқлик, шиддатли вибрация, ноқулай иш шароити, паст ёритилганлик ҳамда захарли кимёвий моддаларнинг мавжудлиги саналади. Шунингдек, жанг шароитидаги доимий стресс, тез ва аниқ қарор қабул қилиш зарурати ҳамда ҳаёт учун хавфли вазиятлар экипаж аъзоларининг руҳий ҳолатига ва саломатлигига салбий таъсир қилади [2, 6, 12].

Техникадан чиқадиган кимёвий моддалар ва аэрозоллар ҳам хавф омиллари қаторига киради. Жанговар шароитларда бундай моддаларнинг даражаси янада ошади, шу жумладан, бензин ва нефть маҳсулотлари буғлари, ёқилғининг ёниш қолдиғи қисми маҳсулотлари, шунингдек порох газлари микрозарралари танк ичи ҳавосини захарлайди, ис газининг концентрацияси 0,02%дан юқори бўлганда гипоксия, бош айланиши ва ҳаракат қобилиятининг пасайиши кузатилади, шунингдек узоқ муддат таъсирида оғир захарланиш ҳолатлари ҳам содир бўлади. Ёпиқ танк муҳитида бу моддаларнинг оз микдорда тарқалиши ҳам инсон учун хавфли ҳисобланади [4, 8, 12, 13].

Бундан ташқари, порох, ёқилғи - мойлаш тизими воситалардан чиқадиган қўрғошин, мис бирикмалари, азот ва сульфат оксидлари каби кимёвий моддалар ҳам нафас олиш тизимида зарар етказиши, аллергия таъсир кўрсатади ва бронхоспазмлар ҳамда сурункали

обструктив касалликларнинг ривожланишига сабаб бўлади. Агар вентиляция ёки фильтрация тизимлари самарасиз бўлганда ёки умуман ишламаганда, бу хавф янада кучаяди [5, 7, 10]. Ҳарбий хизматчилар саломатлигига зарарли кимёвий моддалар таъсирини камайтириш ва профилактикасини ишлаб чиқиш масаласи ҳозирги куннинг долзарб муаммоси бўлиб қолмоқда.

Мақсад ва вазифалар. Зирҳли (занжирли) жанговар техникалар экипажлари асосий иш жойларида микроклим кўрсаткичларини замонавий техник-технологиялар ютуқларидан фойдаланиб СанҚваН 0324-16-сонли “Иш соҳасида микроклим кўрсаткичлари кўсарткичлари” бўйича ҳаво ҳаракат тезлиги, ҳаво ҳарорати ва нисбий намликни солиштириб, гигиеник баҳолашга асосланган.

Текшириш усуллари: Мудофаа вазирлиги Тошкент ҳарбий округида жойлашган турли кўшинларнинг зирҳли занжирли жанговар техникаларда хизмат қилаётган ҳарбий хизматчилар ишчи соҳаси микроклим кўрсаткичлари ҳаво ҳаракат тезлиги, ҳаво ҳарорати ва нисбий намликни техник-технологик усуллар натижалари асосида ўрганилди.

Олинган натижалар: Иш куни давомидаги зирҳли жанговар техникалардаги микроклим шароитларни ўрганиш учун амалдаги усуллардан фойдаланилди. Ҳаво ҳарорати, нисбий намлиги ва ҳаракат тезлиги метеоскоп-М асбоби (РФ) билан ўлчанди, олинган натижалар “Ишлаб чиқариш биноларида микроклимнинг санитар-гигиеник меъёрлари” 0324-16-сонли ЎзР СанҚваН меъёрлари билан таққосланди. Метеомил кўрсаткичлари турли касблардаги ишчиларнинг доимий иш жойларида пол сатҳидан 0,8-1,25 м масофада ўлчанди. Текширувлар йилнинг совуқ ва илиқ даврларида 2-3 hafta давомида олиб борилди. Ўрганилаётган зирҳли жанговар техникалар микроклими ташқи муҳит ҳавоси ҳолати билан солиштириш мақсадида паралел равишда аниқланди [4].

Зирҳли жанговар техникалар экипажлари ҳарбий хизматчилари жанговар тактик машғулотлар жараёнидаги микроклим бу ҳарбий хизматчиларнинг иш ҳолатига, меҳнат фаолиятига, саломатлигига, меҳнат унумдорлигига таъсир кўрсатадиган ва шу билан бирга ҳарбий хизматчиларнинг иссиқлик алмашинув жараёнига таъсир этадиган физик омилларнинг комплекси ҳисобланади. Меҳнат жараёнини тўғри ташкиллаштиришнинг асосий вазифаларидан бири иш жойлари ҳавосида микроклимни гигиеник меъёр талаб даражасида бўлишидир. Доимий ҳароратни сақлаш учун инсон организми термостабил ҳолатда бўлиши керак, иссиқлик балансини сақлаш иссиқлик ишлаб чиқариш ва иссиқлик бериш координацияси натижасида эришилади.

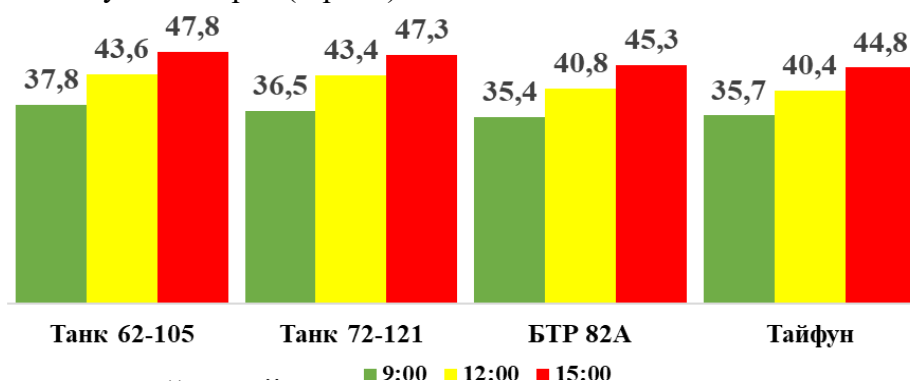
Жанговар тактик машғулотлар жараёнидаги метеорологик шароити, зирҳли жанговар техниканинг ҳаракатланиш жараёни ўзига хос хусусиятини, иқлим минтақасини, йил даврларини, зирҳли жанговар техниканинг жойлашган жойини этиборга олган ҳолда аниқланди.

Микроклимни гигиеник баҳолаш бўйича Танк 62-105, Танк 72-121, БТР 82А ва тайфун зирҳли жанговар техникалари асосий иш жойларида ўтказилган тадқиқотлар йилнинг илиқ ва совуқ даврларини ҳисобга олган ҳолда олиб борилди.

Ўрганилаётган зирҳли жанговар техникалардаги асосий касблардаги ҳарбий хизматчилар томонидан бажариладиган иш пиёда юриш, майда буюмлар (оғирлиги 1 кг гача бўлган) ёки 25-30 кггача предметларни бир жойдан бошқа жойга олиб ўтиш, турган ҳолатда иш бажариш ҳамда маълум жисмоний зўриқишни талаб этиши ва тегишли жанговар вазифаларга ҳарбий хизматчиларнинг 50 фоизидан ортиғи бажарадиган ишлар тоифасидан келиб чиққан ҳолда ўрта оғирликдаги IIб тоифа иш турига мансублиги аниқланди.

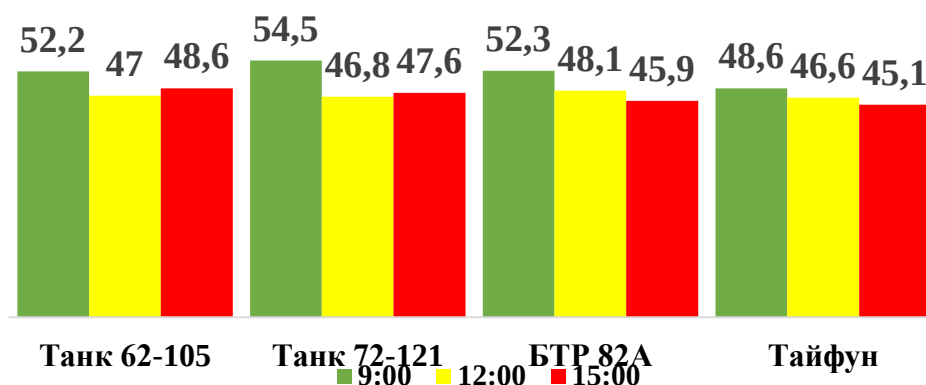
Зирҳли жанговар техникаларда ўқув тактик машғулотлар вақтида ёпиқ хоналари микроклимининг асосий аҳамиятга эга бўлган кўрсаткичларидан бири бу ҳавонинг ҳароратидир. “Иш жойларида микроклимни санитария норма ва қоидалари” 0324-16-сонли СанНваҚ бўйича зирҳли жанговар техникалардаги ҳарбий хизматчилар экипажларида юқори даражадаги иш қобилиятини таъминловчи оптимал (рухсат этилган) ҳаво ҳарорати йилнинг

илиқ даврида +22-240С (+21-290С), йилнинг совуқ даврида эса +17-190С (+15-210С) га тенг меъёр даражасида бўлиши керак (1-расм).



1-расм. Йилнинг илиқ давридаги ҳаво ҳарорати диаграммаси

Микроиқлимнинг кейинги кўрсаткичларидан бири бўлган ҳавонинг нисбий намлиги йилнинг илиқ даврида оптимал (рухсат этилган) 40-60% дан ошмаслиги лозим (290С да 45% белгиланган), йилнинг совуқ даврида эса - 40% ни (75%) ташкил қилиши керак. Микроиқлимнинг яна бир кўрсаткичи бу ҳавонинг ҳаракат тезлиги ҳисобланиб, йилнинг илиқ даврида - 0,3 м/с (0,4-0,7 м/с), йилнинг совуқ даврида эса - 0,2 м/с (0,4 м/с дан) кўп эмас бўлиши кераклиги юқоридаги санитария меъёр ва нормаларда кўрсатиб ўтилган (2-расм).



2- расм. Йилнинг совуқ даврида нисбий намлик диаграммаси

Йилнинг илиқ ва совуқ давларида Танк 62-105, Танк 72-121, БТР 82А ва тайфун зирҳли жанговор техникалари асосий иш жойларида ҳар бир техникада уч маротаба таҳлиллар олиниб уларнинг ўртача микроиқлим кўрсаткичлари¹ жадвалда, келтирилган маълумотлар билан тавсифланади.

Йилнинг иссиқ даври (июль, август) ойлари учун микроиқлим кўрсаткичлари комфорт кўрсаткичлардан бир қанча фарқ қилиб, Танк 62-105 зирҳли жанговор техникасининг ички қисм иш жойларида ҳаво ҳарорати соат 900 да $37,8 \pm 0,10$ Сни, 1200 да $43,6 \pm 0,35$ С ни ташкил этган бўлса, соат 1500 да $47,8 \pm 0,34$ С ни ташкил қилди. Бу эса доимий иш жойларида ҳаво ҳарорати юқори чегараси РЭМ дан соат 900 да 8,80С га соат 1500 да эса 18,80С га ошганлигидан далолат беради. (1-жадвал).

Йилнинг совуқ даври (январь, февраль) ойлари учун микроиқлим кўрсаткичлари оптимал кўрсаткичлардан бир қанча фарқ қилиб, ҳаво ҳарорати соат 900 да $12,6 \pm 0,26$ Сни, 1200 да $17,3 \pm 0,14$ С ни ташкил этган бўлса, соат 1500 да $19,6 \pm 0,23$ С ни ташкил қилди. Бу эса мос равишда доимий иш жойларида ҳаво ҳарорати қуйи чегараси соат 900 да 2,40С га яъни РЭМ дан ва оптимал меъёрдан пастлиги совутувчи микроиқлим мавжудлиги аниқланди қолган вақтларда техника двигатиль ишлаш ҳисобига оптимал даражадалиги кайд этилди. (1-жадвал).

Танк 72-121 зирхли жанговор техникасининг ички кисм иш жойларида йилнинг иссиқ даврида таҳлил натижалари эса соат 900 да $36,5 \pm 0,20^{\circ}\text{C}$ ни, 1200 да $43,4 \pm 0,32^{\circ}\text{C}$ ни ташкил этган бўлса, соат 1500 да $47,3 \pm 0,42^{\circ}\text{C}$ ни ташкил қилди. Бу эса доимий иш жойлари юқори чегараси яъни РЭМ дан ва оптимал меъёрдан соат 900 да $7,50^{\circ}\text{C}$ га соат 1500 да эса $18,30^{\circ}\text{C}$ га ошганлиги аниқланди.

Йилнинг совуқ даври (январь, февраль) ойларида ҳаво ҳарорати техника двигатиль ишлаб турган вақтида соат 900 да $12,3 \pm 0,23^{\circ}\text{C}$ ни, 1200 да $16,5 \pm 0,18^{\circ}\text{C}$ ни ташкил этган бўлса, соат 1500 да $15,5 \pm 0,53^{\circ}\text{C}$ ни ташкил қилди. Бу эса мос равишда доимий иш жойларида ҳаво ҳарорати куйи чегарасидан эрталабки соат 900 да $2,70^{\circ}\text{C}$ га РЭМдан ва оптимал меъёрдан пастлиги совутувчи микроиқлим мавжудлиги аниқланди. (1-жадвал).

БТР 82А зирхли жанговор техникасининг ички кисм иш жойларида йилнинг иссиқ ойларида июльда таҳлил натижалари куйдагича соат 900 да $35,4 \pm 0,58^{\circ}\text{C}$ ни, 1200 да $40,8 \pm 0,07^{\circ}\text{C}$ ни ташкил этган бўлса, соат 1500 да $45,3 \pm 0,23^{\circ}\text{C}$ ни ташкил қилди (3-расмга қаранг). Бу эса доимий иш жойлари юқори чегараси РЭМ дан ва оптимал меъёрдан соат 900 да $6,40^{\circ}\text{C}$ га соат 1500 да эса $16,30^{\circ}\text{C}$ га ошганлиги аниқланди. (1-жадвал).



3-расм. зирхли жанговор техникасининг ички кисми кўриниши

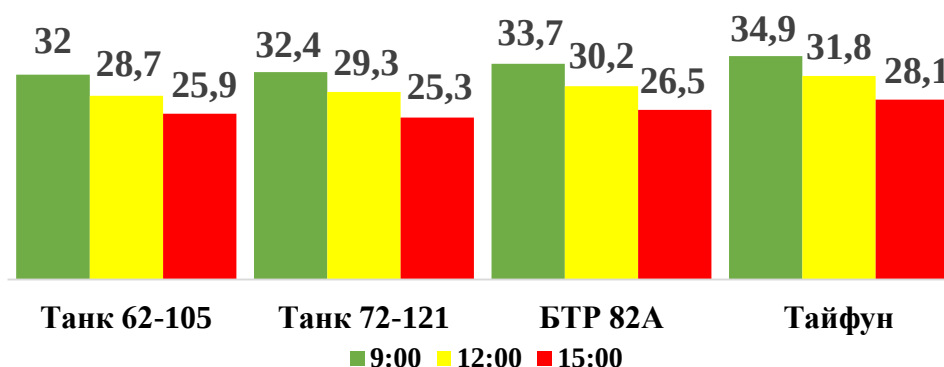
Йилнинг совуқ даври (январь, февраль) ойларида ҳаво ҳарорати техника двигатиль ишлаб турган яъни ўқув - тактик машғулотлар вақтида соат 900 да $13,8 \pm 0,21^{\circ}\text{C}$ ни, 1200да $18,3 \pm 0,30^{\circ}\text{C}$ ни ташкил этган бўлса, соат 1500 да $20,5 \pm 0,20^{\circ}\text{C}$ ни ташкил қилди. Бу эса мос равишда доимий иш жойларида ҳаво ҳарорати куйи чегарасидан эрталабки соат 900 да $1,20^{\circ}\text{C}$ га РЭМдан ва оптимал меъёрдан пастлиги совутувчи микроиқлим мавжудлиги аниқланди.

Тайфун зирхли жанговор техникасининг ички кисм иш жойларида йилнинг иссиқ ойларида июльда таҳлил натижалари куйдагича соат 900 да $35,7 \pm 0,87^{\circ}\text{C}$ ни, 1200 да $40,4 \pm 0,04^{\circ}\text{C}$ ни ташкил этган бўлса, соат 1500 да $44,8 \pm 0,23^{\circ}\text{C}$ ни ташкил қилди. Бу эса доимий иш жойлари юқори чегараси РЭМ дан ва оптимал меъёрдан соат 900 да $6,70^{\circ}\text{C}$ га соат 1500 да эса $15,80^{\circ}\text{C}$ га ошганлиги аниқланди.

Йилнинг совуқ даври (январь, февраль) ойларида ҳаво ҳарорати техника двигатиль ишлаб турган яъни ўқув - тактик машғулотлар вақтида соат 900 да $14,8 \pm 0,21^{\circ}\text{C}$ ни, 1200да $18,5 \pm 0,30^{\circ}\text{C}$ ни ташкил этган бўлса, соат 1500 да $21,4 \pm 0,20^{\circ}\text{C}$ ни ташкил қилди. Бу эса мос равишда доимий иш жойларида ҳаво ҳарорати куйи чегарасидан эрталабки соат 900 да $0,20^{\circ}\text{C}$ га РЭМдан ва оптимал меъёрдан пастлиги совутувчи микроиқлим мавжудлиги таҳлиллари натижасида аниқланди.

Микроиқлим кўрсаткичларидан нисбий намлик йилнинг иссиқ даврида август ойида Танк 62-105 зирхли жанговор техникасининг ички кисм иш жойларида ўқув - тактик машғулотлар вақтида соат 900 да $32 \pm 0,2\%$ ни, 1200да $28,7 \pm 0,1\%$ ни ташкил этган бўлса, абеддан кийин соат 1500 да $25,9 \pm 0,3\%$ ни метеоскоп асбоби кўрсаткичлари ташкил қилди. Бу

эса мос равишда доимий иш жойларида нисбий намликни қуйи чегарасидан ўртача 11,13%га РЭМдан ва оптимал меъёрдан пастлиги таҳлиллар натижасида аниқланди (4-расмга қаранг). Қиш фаслида январь ойида олинган бир неча кунлик таҳлил натижалари доимий иш жойларида нисбий намликни қуйи чегарасидан ўртача оптимал кўрсаткичлар ва РЭД талабларига мос келиши аниқланди. (1-жадвал).



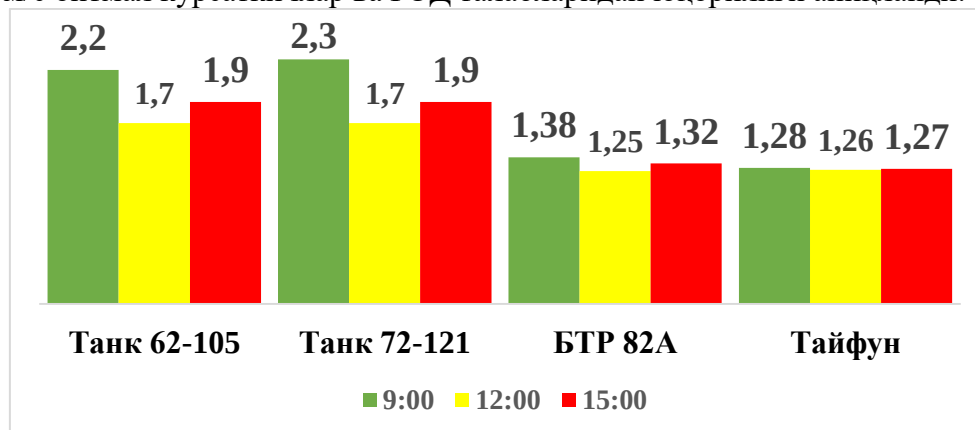
4- расм. Йилнинг илиқ даврида нисбий намлик диаграммаси

Танк 72-121 зирҳли жанговор техникасининг ички қисм иш жойларида йилнинг иссиқ даврида таҳлил натижалари нисбий намликни қуйи чегарасидан ўртача 11%га РЭМдан ва оптимал меъёрдан пастлиги ва қиш фаслида январь ойида олинган бир неча кунлик таҳлил натижалари эса нисбий намликни қуйи чегарасидан ўртача оптимал кўрсаткичлар ва РЭД талабларига мос келиши аниқланди. (1-жадвал).

БТР 82А ва Тайфун зирҳли жанговор техникасида йилнинг иссиқ даврида таҳлил натижалари нисбий намликни қуйи чегарасидан ўртача БТР 82Ада 9,86%га Тайфунда 8,4%га РЭМдан ва оптимал меъёрдан пастлиги аниқланиб, ва қиш фаслида январь ойида олинган бир неча кунлик таҳлил натижалари эса юқоридаги техникаларда мос равишда нисбий намликни қуйи чегарасидан ўртача оптимал кўрсаткичлар ва РЭД талабларига мос келиши аниқланди. (1-жадвал).

Микроиклим кўрсаткичларидан ҳавонинг ҳаракат тезлиги йилнинг илиқ даврида Танк 62-105 зирҳли жанговор техникаси ўртача 0,1 м/сга пастлиги ва йилнинг совуқ даврида эса 0,89м/с РЭМ талабларидан юқорилиги аниқланди. (5-расмга қаранг).

Танк 72-121 зирҳли жанговор техникасининг ички қисм иш жойларида йилнинг иссиқ даврида таҳлил натижалари ҳавонинг ҳаракат тезлиги қуйи чегарасидан ўртача 0,1м/сга РЭМдан пастлиги ва қиш фаслида январь ойида олинган бир неча кунлик таҳлил натижалари ўртача 0,9 м/с оптимал кўрсаткичлар ва РЭД талабларидан юқорилиги аниқланди. (1-жадвал).



5- расм. Йилнинг илиқ даврида ҳаво ҳаракат тезлиги диаграммаси

БТР 82А ва Тайфун зирҳли жанговор техникасида йилнинг иссиқ даврида таҳлил натижалари ҳавонинг ҳаракат тезлиги ўртача БТР 82Ада 0,02 м/сга Тайфунда 0,03 м/сга РЭМдан ва оптимал меъёрдан пастлиги аниқланиб, ва қиш фаслида январь ойида олинган бир неча кунлик таҳлил натижалари эса юқоридаги техникаларда мос равишда ҳавонинг ҳаракат тезлиги 0,46 м/с дан 0,43 м/сгача ўртача оптимал кўрсаткичлар ва РЭМ талабларидан юқорилиги аниқланди.

1-жадвал

Зирҳли жанговор техникалар экипажлари иш жойидаги микроклим кўрсаткичлари,
 $M_{\pm m}$

Иш жойлари	Йил даври	Ҳаво ҳарорати, °C			Нисбий намлик, %			Ҳавонинг ҳаракат тезлиги, м/с		
		9 ⁰⁰	12 ⁰⁰	15 ⁰⁰	9 ⁰⁰	12 ⁰⁰	15 ⁰⁰	9 ⁰⁰	12 ⁰⁰	15 ⁰⁰
Танк 62-105 n=12	Илиқ	37,8±0,1	43,6±0,35	47,8±0,34	32,0±0,2	28,7±0,1	25,9±0,3	0,25±0,21	0,22±0,1	0,18±0,08
	Совуқ	12,6±0,26	17,3±0,14	15,6±0,23	52,2±0,2	47,0±0,02	48,6±0,21	0,96±0,06	0,8±0,3	0,91±0,09
Танк 72-121 n=14	Илиқ	36,5±0,2	43,4±0,32	47,3±0,42	32,4±0,16	29,3±0,26	25,3±0,08	0,24±0,1	0,21±0,5	0,16±0,07
	Совуқ	12,3±0,23	16,5±0,18	15,5±0,53	54,5±0,1	46,8±0,41	47,6±0,4	0,95±0,09	0,83±0,8	0,93±0,05
БТР 82А n=12	Илиқ	35,4±0,58	40,8±0,07	45,3±0,23	33,7±0,08	30,2±0,3	26,5±0,12	0,3±0,15	0,27±0,2	0,26±0,18
	Совуқ	13,8±0,21	18,3±0,3	20,5±0,2	52,3±0,1	48,1±0,2	45,9±0,03	0,51±0,1	0,45±0,3	0,42±0,1
Тайфун n=12	Илиқ	35,7±0,87	40,4±0,04	44,8±0,65	34,9±0,08	31,8±0,3	28,1±0,02	0,3±0,15	0,26±0,2	0,25±0,18
	Совуқ	14,8±0,21	18,5±0,3	21,4±0,2	48,6±0,1	46,6±0,2	45,1±0,03	0,48±0,12	0,36±0,34	0,47±0,11
СанҚваН №0324-16 бўйича (рухсат этилган меъёр)	Илиқ	22-24°C (21-29°C)			40-60% (29°C да 45% гача)			0,3 м/с гача (0,4-0,7 м/с)		
	Совуқ	17-19°C (15-21°C)			40% (75% гача)			0,2 м/с гача (0,4 м/с гача)		

Хулосалар.

1. Зирҳли жанговор техникаларда ўқув тактик машғулотлар вақтида барча техникаларда микроклим кўрсаткичларига йилнинг илиқ ва совуқ давларида ўтказилди. Иш жойларида ҳаво ҳарорати, намлик, ҳавонинг ҳаракат тезлиги ўлчанди. Олинган натижалар СанҚ ва М № 0324-16 “Иш жойларида микроклимни санитария меъёрлари” билан солиштириб баҳоланди. Бунда баъзи иш жойлардаги метеорологик шароитлар йилнинг илиқ даври учун нафақат оптимал кўрсаткичлардан, балки рухсат этилган санитар меъёр (СанҚваН №0324-16 “Иш жойларида микроклимни санитария меъёрлари”) талабларидан юқорилиги қайд этилди.

2. Текширув вақтида кузатувдаги зирхли жанговор техникалардан олинган метеорологик омилларнинг натижаларини гигиеник меъёрлар билан таққосланганда, мазкур омилларнинг гигиеник меъёрларга номувофиқ эканлиги аниқланди.

3. Суммация коэффиценти барча иш жойларида $<1,0$ дан юқорилиги маълум бўлди, бу эса ҳарбий хизматчиларда хизмат фаолиятига доир толиқишни эрта намоён бўлишига олиб келади.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати:

[1] Ўзбекистон Республикаси Мудофаа вазирининг 2023 йил 29 майдаги 466-сон “Ўзбекистон Республикаси Мудофаа вазирлиги қўшинларида санитария-эпидемиологик осойишталикни таъминлаш тўғрисида”ги буйруғи. Тошкент 2023 йил.

[2] Ўзбекистон Республикаси Мудофаа вазирининг 2025 йил 13 мартдаги 252-сон “Ўзбекистон Республикаси Мудофаа вазирлиги қўшинларида кундалик фаолиятини ташкил этиш ва олиб бориш даврида хавфсизлик қоидалари бўйича йўриқномани тасдиқлаш тўғрисида”ги буйруғи. Тошкент 2025 йил.

[3] Ўзбекистон Республикаси Мудофаа вазирининг 2022 йил 30 декабрдаги 1000-сон “Ўзбекистон Республикаси Мудофаа вазирлиги қўшинларида зирхли танк хизмати фаолиятини юритиш тартиби тўғрисидаги низомни тасдиқлаш тўғрисида”ги буйруғи. Тошкент 2022 йил.

[4] СанҚваН 0324-16-сонли Иш соҳасида микроиклим кўрсаткичлари кўсарткичлари. Тошкент 2016 йил.

[5] СанҚваН 0069-24-сонли “Ишлаб чиқариш муҳити омилларининг зарарлилиги ва хавфлилиги, меҳнат жараёнининг оғирлиги ва тифизлиги кўрсаткичлари бўйича меҳнат шароитларининг гигиеник таснифи” Тошкент 2024 йил.

[6] СанПиН 0204-06 от 26.05.2006г. “Санитарные правила по гигиене труда водителей автомобилей”. Тошкент 2006 год.

[7] Хомутов А. В. О развитии способов применения боевых бронированных машин и борьбы с ними //Военная мысль. – 2023. – №. 7. – С. 38-51.

[8] Хомяков Э. Г. Специальные средства правоохранительных органов //Ижевск.: Издательский дом "Удмуртский университет. – 2020.

[9] Цуциев С. А., Татаренко А. В. Профилактика рисков при разработке военной техники для обеспечения безопасности военной службы: эргономика и обитаемость //Военная мысль. – 2023. – №. 2. – С. 111-118.

[10] Rashid H. A., Hassan N. E. Review of Toxic Gases and Their Impact on Human Health. – 2024.

[11] Gillingham D. R. Method of Estimating the Principal Characteristics of an Infantry Fighting Vehicle from Basic Performance Requirements. – Institute for Defense Analyses., 2022.

[12] Geretto M. et al. Occupational exposures and environmental health hazards of military personnel //International journal of environmental research and public health. – 2021. – Т. 18. – №. 10. – С. 5395.

[13] Vouitsis I. et al. Transport-related airborne nanoparticles: Sources, different aerosol modes, and their toxicity //Atmospheric Environment. – 2023. – Т. 301. – С. 119698.

HARBIY XIZMATCHILARNING TIBBIY TA'MINOTINI TASHKIL ETILGANLIGIGA SO'ROVNOMA ASOSIDA BERGAN ANKETA JAVOBLARINING MATEMATIK -STATISTIK TAHLILI

t.f.d. professor M.G. MUXAMEDOVA

O'R HX va MU Harbiy tibbiyot instituti

f.-m.f.n N.A. MAXMUDOV

O'R Harbiy xavfsizlik va mudofaa universiteti

dotsent X.E. QULMIRZAYEV

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

Annotatsiya. Ushbu maqolada 20 yoshdan, 40 yoshgacha bo'lgan harbiy xizmatchilarda, tibbiy xizmatni ilmiy ravishda baholash uchun 250- nafar respondentlarda 5-ta so'rovnoma savollar to'plamidan foydalanilganligi. So'rovnoma javoblari "Ha" va "Yo'q" tarzida, ikkilik sanoq sistemasiga asoslanganligi. Ilmiy tadqiqotning o'rtacha qiymatini tegishli formula orqali hisoblanishi. Tadqiqotning haqiqatdan qanchalik chetlanganligini bilish uchun uning dispersiyasini aniqlash, o'rtacha qiymat va o'rtacha kvadratik chetlanish orasidagi bog'lanishni ifodlovchi variatsiya koeffitsientini topish, aniqlangan o'rtacha kattaliklardan foydalanib ishonchlilik intervalini topish, ishonchlilik intervalini, so'rovnoma natijalarini ilmiy ravishda tahlil qilinganligi ko'rib chiqiladi.

Kalit so'zlar: O'rtacha kvadratik cheklanish, tengsizlik, o'rtacha kattaliklar, tengsizlik natijasi bo'yicha, tibbiy xizmat, qiymat. O'suvchi to'g'ri chiziq, regressiya tenglamasi, respondentlar, o'rtacha qiymat.

Аннотация. В данной статье для научной оценки медицинской службы у военнослужащих в возрасте от 20 до 40 лет было использовано 5 наборов вопросов анкеты у 250 респондентов. Ответы анкеты "Да" и "Нет," основанные на двоичной системе счисления. Расчет среднего значения научного исследования по соответствующей формуле. Чтобы узнать, насколько исследование отклоняется от реальности, необходимо определить его дисперсию, найти коэффициент вариации, выражающий связь между средним значением и средним квадратическим отклонением, найти доверительный интервал, используя выявленные средние значения, рассматривается научный анализ результатов опроса.

Ключевые слова: Среднее квадратичное ограничение, неравенство, средние величины, по результату неравенства, медицинское обслуживание, значение. Возрастающая прямая, уравнение регрессии, респонденты, среднее значение.

Abstract. In this article, 5 sets of questionnaire questions were used among military personnel aged 20 to 40 years, 250 respondents for the scientific assessment of medical services. Answers to the questionnaire are "Yes" and "No," based on the binary number system. Calculation of the average value of scientific research using the corresponding formula. To determine how far the research deviates from reality, it is necessary to determine its variance, find the coefficient of variation expressing the relationship between the mean and the standard deviation, find the confidence interval using the determined average values, the confidence interval, and scientifically analyze the survey results.

Keywords: Mean quadratic constraint, inequality, mean values, by result of inequality, medical service, value. Increasing line, regression equation, respondents, mean.

Inson dunyoga kelar ekan, uning boshidan har xil hodisalarni engib o'tishga to'g'ri keladi. Ko'rincha harbiy xizmatchilar doimiy yuklamalarga, noxush hodisalarga, jismoniy va ruhiy zo'riqlashlarni engib o'tishlariga to'g'ri kelad. Xizmat davomida sodir bo'ladigan shikastlanishlar, o'ta xavfli yuqumli kasalliklar pandemik holatlarida xizmatni cheklaydigan holat bunga sabab bo'ladi.

Ko'p hollarda harbiy xizmatchilarni, xizmat davrida boshqa insonlarning ko'magiga ehtiyoj sezadi. Albatta bunday holatlarda mutaxassis yordami muhim hisoblanadi. Bunday soha egalari tibbiyot xodimlaridir. Tibbiyot xodimlari uchun alohida ish maskani bu tibbiyot punktlari bo'lganligidan bemor yoki jarohat olgan harbiy xizmatchilarni davolash muassasalariga olib borish zarurati tug'uladi. Albatta bu o'z navbatida, transport vositalaridan foydalanishni talab etadi. Malakali shifokorga bemorlarni holatini yetkazish vaqti t_e va uning qabulida navbat kutish vaqti t_k har doim inson taqdirini hal qilishda har doim vaqt sarfi muxim hisoblanadi. Shu sababdan noxush hodisalarning katta ehtimollik bilan tibbiy yordam ko'rsatish samaradorligini pastligi sababli hamisha vaqt taqsimoti hisoblanadi. Bemorga qanchalik tez yordam ko'rsatilsa uning hayotini saqlab qolish shunchalik katta bo'ladi.

Bunday holatlarda harbiy xizmatchilarga tez va sifatli tibbiy yordam ko'rsatish tibbiyotning shu jumladan zamonaviy tibbiyotning asosiy vazifasi hisoblanad. Shu nuqtai nazardan, 20 yoshdan, 40 yoshgacha bo'lgan harbiy xizmatchilardan, tibbiy xizmatni ilmiy ravishda baholash uchun 250-nafar respondentlardan 5-ta so'rovnoma savollar to'plamidan foydalanildi. So'rovnoma javoblari "Ha" va "Yo'q" tarzida, ikkilik sanoq sistemasiga asoslangan [2].

Tibbiy xizmatni to'g'ri yo'lda olib borganligini asoslovchi javob (tibbiyot ravnaqini ko'rsatganligi) "Ha", Tibbiy xizmatdagi kamchiliklar yoki zamon talabiga javob bermaydigan holatlar uchun berilgan "Yo'q" mantiqiy javob to'g'ri hisoblangan:

Harbiy xizmatchilarning beshta savollar to'plami bo'yicha, so'rovnoma asosida joriy etilgan tizim holatlarida, zamonaviy tibbiyotning deyarli barcha talablarini to'liq bajargan respondentlarning soni 1-xona X_i 1- ustunda berilgan; hodisaning takrorlanishi n_i (ikkinchi ustun elementlari $n_i = 9$).

1-jadval

Yigirma yoshdan qirq yoshgacha bo'lgan harbiy xizmatchilar
beshta so'rovnoma to'plami bo'yicha barcha javoblar statistikasi

t/r	X_i	n_i	$X_i n_i$	x_i^2	$x_i^2 n_i$
	1	2	3	4	5
1	9	1	9	81	81
2	11	2	22	121	242
3	13	3	39	169	507
4	21	2	42	441	882
5	28	1	28	784	784
N=5	$\Sigma x_i = 82$	$n = 9$	$\Sigma x_i n_i = 140$	$\Sigma x_i^2 = 1596$	$\Sigma x_i^2 n_i = 2496$

Ilmiy tadqiqotning o'rtacha qiymatini quyidagi formula orqali hisoblaymiz:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \Sigma x_i n_i = \frac{140}{9} = 15,56. \quad (1)$$

Tadqiqotning haqiqatdan qanchalik chetlanganligini bilish uchun uning dispersiyasini aniqlaymiz:

$$D(x) = \sigma^2(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^5 x_i^2 n_i - \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^5 x_i n_i \right)^2 = \frac{1}{9} 2496 - \left(\frac{1}{9} \cdot 140 \right)^2 =$$

$$= 277,33 - (15,56) = 277,33 - 241,97 = 35,36$$

Bundan o'rtacha kvadratik cheklanishni $\sigma(x)$ ni topamiz;

$$\sigma(x) = \sqrt{D(x)} = \sqrt{35,36} = 5,946 \approx 5,95 \quad (2)$$

O'rtacha qiymat va o'rtacha kvadratik chetlanish orasidagi bog'lanishni ifodlovchi variatsiya koeffitsientini topamiz:

$$v = \frac{\sigma}{\bar{x}} 100\% = \frac{5,95}{15,56} 100\% = 38,24\% \quad (3)$$

Tadqiqotning o'rtacha qiymatining absolyut qiymati:

$$\theta = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \cdot \frac{5,95}{3} = 1,98 \quad (4)$$

Aniqlangan o'rtacha kattaliklardan foydalanib ishonchlilik intervalini topamiz:

$$\bar{x} = 1556, \quad t_r = 0,95, \quad n = 9, \quad \sigma = 5,95$$

Ishonchlilik intervalini:

$$\bar{x} - t_r \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}} < a < \bar{x} + t_r \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (5)$$

tengsizlikdan topamiz: $t_r = t(0,95; 9) = 2,31$

$$15,56 - 2,31 \cdot \frac{5,95}{3} < a < 15,56 + 2,31 \cdot \frac{5,95}{3}$$

$$15,56 - 4,58 < a < 15,56 + 4,58$$

$$10,56 < a < 20,14$$

Oxirgi tengsizlik natijasi bo'yicha, shunday xulosaga kelish mumkin. So'rovnoma natijalarini ilmiy ravishda tahlil qilinganda, joriy etilgan tizim xizmat ko'rsatishda, 5- ta savollar to'plami bo'yicha, 250- nafar respandentlardan (12,04; 21,96) nafari savollarga ijobiy javob berganligini (1- jadval, 3- ustunga qaralsin) hisobga olsak. Joriy tizimning samaradorligi quyidagiga teng:

$$C = \frac{140}{250} 100\% = 14 \cdot 4 = 56\% \quad (6)$$

Ekanligi kelib chiqdi. Demak, hozirda joriy qilingan tibbiy xizmatning shoshilinch holatlarda, dala sharoitida hamda ekstrimal sharoitlarda harbiy xizmatchilarga $C = 56\%$ li samaradorlik bilan tibbiy yordam ko'rsatilmoqda.

Tibbiy xizmatni rivojlantirish maqsadida, teletibbiyotdan foydalanildi. Joriy x_i va taklif qilingan teletibbiyot y_i usullari orasidagi korrelyatsiyali bog'lanishlarning parametrlari.

2-jadval

Joriy etilgan va taklif etilayotgan usullarning korrelyatsiya jadvali

t/r	x_i	y_i	x_i^2	y_i^2	$x_i y_i$	$y_i - \bar{y} = \delta$
	1	2	3	4	5	6
1	9	12	81	144	108	13,8 - 12,0 = 1,8
2	11	16	121	256	176	15,74 - 16 = -0,26
3	13	19	169	361	247	17,68 - 19 = -1,32
4	21	27	441	729	567	25,44 - 27 = -1,56
5	28	31	784	961	868	32,23 - 31 = 1,23
n=5	$\Sigma x_i = 82$	$\Sigma y_i = 105$	$\Sigma x_i^2 = 1596$	$\Sigma y_i^2 = 2451$	$\Sigma x_i y_i = 1966$	

$$r = \frac{n \Sigma x_i y_i - \Sigma x_i \Sigma y_i}{\sqrt{n \Sigma x_i^2 - (\Sigma x_i)^2} \sqrt{n \Sigma y_i^2 - (\Sigma y_i)^2}} = \frac{5 \cdot 1966 - 82 \cdot 105}{\sqrt{5 \cdot 1596 - (82)^2} \sqrt{5 \cdot 2451 - (105)^2}} = \frac{9830 - 8610}{\sqrt{7980 - 6724} \sqrt{12255 - 11025}} = \frac{1220}{1256} = 0,97$$

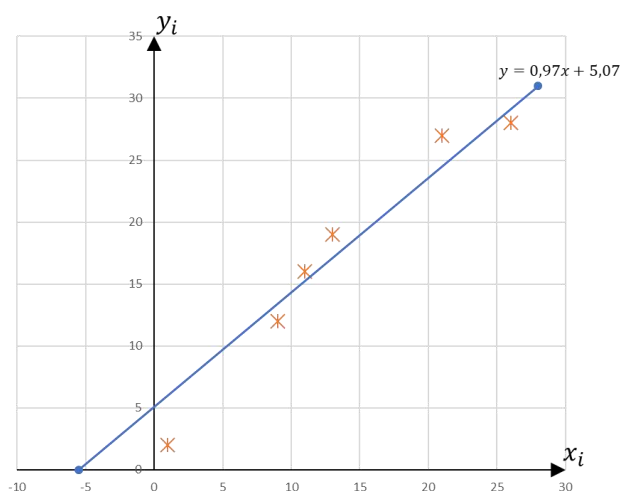
$$b = \frac{\Sigma x_i^2 \cdot \Sigma y_i - \Sigma x_i \cdot \Sigma x_i y_i}{n \Sigma x_i^2 - (\Sigma x_i)^2} = \frac{1596 \cdot 105 - 82 \cdot 1966}{1256} = \frac{167580 - 161212}{1256} = \frac{6368}{1256} = 5,07$$

Izlanayotgan regressiya tenglamasi to'g'ri chizig'i paydo bo'ldi

$$y = kx + b = 0,97x + 5,07 \quad (7)$$

Bu tenglama bo'yicha hisoblangan y_i qiymatlar kuzatilgan y_i qiymatlar bilan qanchalik yaqin va mos kelishi haqida tasavvur hosil qilish uchun $y_i - \bar{y}$ chetlanishlari 2- jadval 6- chi ustunga qaralsin. Jadvaldan ko'rinishicha, chetlanishlarning hammasi ham yetarlicha kichik emas. Bu kuzatishlar sonining kichikligi bilan izohlanadi [6]. Har ikkala hozirda joriy qilingan hamda taklif etilayotgan usullarning maqsadi, tibbiyot xizmatini rivojlantirishi uchun xizmat qilganligidan, regressiya tenglamasi o'suvchi to'g'ri chiziqdand iborat bo'ladi (1-rasm):

$$y = 0,97x + 5,07 \quad (8)$$



1-rasm. Harbiy xizmatchilarga tibbiy xizmat ko'rsatishning joriy x_i va taklif etilayotgan y_i usullar orasidagi korreliatsiyali bog'lanishning chiziqli regressiya tenglamasi

Tadqiqot ishimizning xulosasi shundan iboratki maqolada tibbiy xizmatning xalqaro talablar darajasiga chiqarish.

Harbiy xizmatchilarni har qanday, qiyin, dala va ekstrimal sharoitlarda hech ikkilanmasdan katta ehtimollik bilan ishonchli xizmat qilishga chorlaydi.

Shuningdek maqolada joriy va taklif etilgan usullarning samadorligi klassik usulda aniqlandi. Eng muhimi, tibbiy xizmatning samaradorligini oshishida, axborot-kommunikatsiya tizimining o'rni beqiyos ekanligi isbotlangan. Joriy va taklif etilgan usullar orasida korreliatsiyali bog'lanishning chiziqli regressiya tenglamasi ishlab chiqildi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

[1] Raqamli O'zbekiston – 2030 - strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to'g'risida. «O'zbekiston Respublikasi Prezidentining Farmoni», 05.10.2020 yildagi PF-6079-son.

[2] Muxamadiyeva M.G., Qulmirzayev X.E. Teletibbiyotni qo'llash usullari. "O'ZBEKISTON HARBIY TIBBIYOTI" ilmiy amaliy jurnal 2023-yil 29 avgustdagi №01-07/1410/33 2025-yil. 1-son. Toshkent 2025 yil 30-37 b.

[3] Schauer SG, Long BJ, Rizzo JA, Walrath BD, Baker JB, Gillespie KR, April MD. A Conceptual Framework for Non-Military Investigators to Understand the Joint Roles of Medical Care in the Setting of Future Large Scale Combat Operations. Prehosp Emerg Care. 2023;27(1):67-74. doi: 10.1080/10903127.2021.2008070. Epub 2022 Jan 25. PMID: 34797740.

[4] P.E Danko., A.G. Popov., T.Ya. Kojevnikova Vısshaya matematika v uprajneniyax i zadachax.

[5] Qulmirzayev X.E. Teletibbiyot zamonaviy axborot va telekommunikatsiya texnologiyalaridan foydalanish bilan masofaviy tibbiy yordam ko'rsatish va malakali shifokorlar tomonidan tibbiy yordam ko'rsatish uchun konsalting yordamini tashkil etishni amalitda qo'llash. IV-Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiyasi "Professional armiya boshqaruvini rivojlanishida inovatsiyalar va raqamlashtirishning o'rni "Ma'ruzalar to'plami" Toshkent 2022 yil 12- aprel B. 216-221.

[6] Muxamedova M.G. Qulmirzayev X.E. Qurolli Kuchlar tuzilmalarida teletibbiyotni qo'llashning dolzarbligi va inovatsion echimlari Harbiy aloqa va AKT xabarlar" ilmiy -uslubiy jurnal. № 27/2/7.210.12.2019 yil. Toshkent 2022, №3(11) - B. 125-130 b.

UCHUVCHISIZ UCHUVCHI APPARATLARINING RIVOJLANISH TENDENSIYASI, ULARDAN HIMOYALANISH VA QARSHI KURASHISH BO'YICHA TAHLIL

S.A. TOSHTEMIROV, B.M. NURMATOV

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

Annotatsiya. Ushbu maqola barcha toifadagi harbiy xizmatchilar uchun mo'ljallangan bo'lib, maqolada uchuvchisiz uchuvchi apparatlarining turli xil qurolli mojarolarda (qurolli to'qnashuvlarda) qo'llanilish tajribalari, rivojlanish yo'nalishlari, ularni razvedka qilishni tashkillashtirish va olib borish, bu vazifalarni bajarishda qo'llaniluvchi radiolokatsion stansiyalar to'g'risida, shuningdek, qo'shinlar, jangovar texnika, obyektlarni himoya qilish hamda UUAga qarshi kurash bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Kalit so'zlar: havo hujumi vositalari, uchuvchisiz uchuvchi apparatlar, radar, radio, radiotexnika, akustika, radioelektron kurash, otish vositalari, uchuvchisiz uchuvchi apparatning operatori, havo hujumidan mudofaa vositalari, zenit raketa majmualari, radiolokatsion to'lqinlarni samarali qaytarish yuzasi.

Аннотация. Данная статья предназначена для военнослужащих всех степеней. В статье рассматривается опыт применения беспилотных летательных аппаратов в вооруженных конфликтах (вооруженных столкновениях), пути их совершенствования, порядок организации и ведения разведки, данные о радиолокационных станциях применяемых в этих целях, а также даны сведения мерах защиты войск, боевой техники, объектов и порядка борьбы с БПЛА.

Ключевые слова: средства воздушного нападения, беспилотные летательные аппараты, radar, радио, радиотехника, акустика, радиоэлектронная борьба, огневые средства, оператор беспилотного летательного аппарата, средства противовоздушной обороны, зенитные ракетные комплексы, эффективная площадь рассеивания радиолокационных волн.

Abstract. Armed conflicts, armed clashes, ways of their improvement, the procedure for organizing and conducting reconnaissance, information about radar stations used for these purposes, as well as data on measures for protecting troops, military equipment, facilities, and the procedures for countering unmanned aerial vehicles.

Keywords: air attack vehicles, unmanned aerial vehicles, radar, radio, radio technics, acoustics, radio electronic warfare, fire weapons, drone operator, air defense tools, anti-aircraft missile systems, effective signal return area.

Asrimiz tom ma'noda intellektual va innovatsion texnologiyalar asriga aylandi deb aytsak mubolag'a bo'lmaydi. Qisqa vaqt oralig'ida texnika va texnologiyalar misli ko'rilmagan darajada rivojlandi hamda rivojlanishda davom etmoqda. Kundalik hayotimizga turli-tuman transport va aloqa vositalari, sun'iy ongg'a asoslangan texnologiyalar, mehnat va o'quv qurollari, maishiy asbob-uskunalar va uchuvchisiz uchuvchi moslamalari kirib keldi.

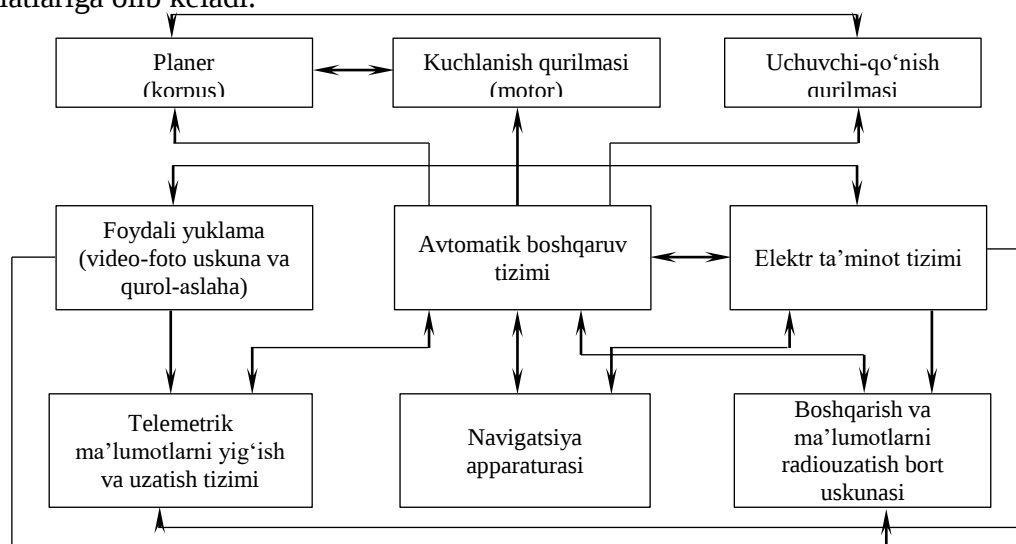
Uchuvchisiz uchuvchi apparat (UUA) lari juda murakkab, ko'p qirrali va hali ham yaxshi o'rganilmagan soha hisoblanadi. Ushbu ishda turli xil usullar va qarshi kurash vositalaridan keng foydalangan holda UUA laridan himoyalaniish, ularni aniqlash va yo'q qilish (zarar yetkazish) usullari hamda qurolli mojarolarda qo'llanilish tajribalari keltirilgan.

Zamonaviy takomillashtirish bosqichida UUA lari keng vazifalarni bajarishga mo'ljallangan: kuzatish (razvedka qilish), zarba berish, yuklarni tashish, talofat yetkazish vositalariga nishonlarni koordinatalarini berish, operator yordamida real vaqt rejimida ma'lumotlarni boshqaruv punktlariga uzatish hamda oldindan dasturlangan holda avtonom ravishda harakat qilishlari mumkin. Zamonaviy UUA larini tarkibiy na'munasi 1-rasmda keltirilgan.

Maqolaning amaliy ahamiyati shundaki, keltirilgan ma'lumotlar UUA lar guruhi qo'llanilgan sharoitda havo hujumidan mudofaa (HHM) tizimlari, zenit raketa (artilleriya) komplekslari va

himoya etilayotgan qo'shnlarning jangovar samaradorligi hamda yashovchanligini tadqiqot qilishda dastlabki ma'lumotlarni shakllantirish uchun ishlatish mumkin.

Hozirgi vaqtda kichik va o'rta hajmli UUA larining yaratilishi jangovar harakatlar vaqtida ularni qo'llash taktikasining o'zgarishiga o'z ta'sirini ko'rsatdi. Jangovar harakatlar tajribasi UUA lar guruhini ommaviy qo'llanilishi HHM vositalarining jangovar komplektini tezda sarf bo'lishiga, keyinchalik esa ularni hattoki boshqariladigan havodan zarba berish vosita (samolyot, vertalyot) larini ham yakson qilish bo'yicha jangovar vazifani bajara olmaslik darajasiga yoki o'zlari yakson etilish holatlariga olib keladi.



1-rasm. UUA tarkibiy na'munasi

Rossiya Federatsiyasining Ukraina Respublikasida olib borayotgan maxsus harbiy operatsiyasining tajribalari UUA larini qo'llashning yangi taktik usullarini yaratilishiga sababchi bo'ldi va usullarning o'zgarganligini amalda isbotlamoqda.

Misol sifatida taktik usullarning birini keltirib o'tamiz. Bunda arzon va yengil UUA lari radiolokatsion, optika – elektron razvedka va radioelektron bostirish vositalar bilan jihozlangan kattaroq razvedkachi UUA larining himoyasida yakka yoki guruhlar tarkibida havo hujumidan mudofaa kompleks (HHMK) larini yakson qilishga jalb qilinmoqda [1]. UUA larini ommaviy qo'llash tajribasi HHMK larining e'tiborga molik va kelgusida rivojlantirishi shart bo'lgan kamchiliklarini ochib berdi.

Oxirgi 10-15 yil davomida havoda uchuvchi uchuvchi vositalarining rivojlanishi tahlili shuni ko'rsatadiki, qurolli to'qnashuv (urush) larda mutloq ustunlik "Masofadan boshqariladigan havo hujumi vositalari" ga tegishli ekanligini isbotladi. Bugungi kunda ular haqli ravishda robotlashtirilgan vositalar sifatida tasniflanadi. Darhaqiqat, UUA lari jadal sur'atlar bilan rivojlanmoqda va bir necha yil ichida ekzotik (oddiy) dizaynlardan to'liq miqyosli robotlashtirilgan (sun'iy intellektga ega) jangovar mashinalarga aylanishdi.

UUA larning jadal rivojlanishiga ushbu qurilmalarning ikkita maqsadga ega ekanligi yordam beradi, bular: harbiy sohada havo hujumi vositasi; sanoat va iqtisodiy sohasida va umuman kundalik hayotda samolyot (ular bu ikkala sohada ham ko'plab muammolarni samarali hal qilishga qodir).

Uchuvchisiz uchuvchi apparatlari sonining keskin ko'payishi va ulardan harbiy sohada foydalanishning oshishini harbiy mojaralarda qimmatbaho boshqariladigan samolyot (vertolyot) larning yo'qotishlarini sezilarli darajada kamaytirishi, jangovar konfidensiallik va aniqlikni oshirishi mumkinligi bilan izohlanadi [2].

Zamonaviy UUA lar (jangovar dronlar, ular bugungi kunda ko'pincha shunday nomlanadi) harbiy ishlarda haqiqiy inqilobni amalga oshirishdi. UUA lar haqiqatan ham strategik tendentsiyaga aylanib bormoqda. Ma'lumki, hozirda 30 ga yaqin davlatda 150 ga yaqin turli turdagi UUA lar ishlab chiqarilmoqda. Dunyo bo'ylab 50 dan ortiq davlatlarning Qurolli Kuchlari safiga 80 ga yaqin

turli xil UUA larni qurollanishga qabul qilindi, bu esa ularning roli va ahamiyatini tavsiflaydi. Ushbu qurollar sohasidagi yetakchilar Isroil, AQSh va Xitoydir. Masalan, AQSh da robot tizimlarini ishlab chiqish uchun ajratilgan mablag'larning taqsimlanishining tahlili shuni ko'rsatadiki, barcha xarajatlarning 90 foizi turli sinflardagi dronlarni sotib olish va rivojlantirishga sarflanadi [3].

Suriya, Iroq, Saudiya Arabistoni va Liviyadagi harbiy mojarolar paytida jangovar uchuvchisiz uchuvchi apparatlari tobora ko'proq foydalanila boshlandi. Suriyadagi Rossiya Federatsiyasining "Xmeymim" aviabazasiga tinimsiz uchuvchisiz uchuvchi apparatlarining reydlari, 2018-yil dekabr oyida Buyuk Britaniyadagi "Gatvik" aeroporti ishini to'sib qo'yilishi, Saudiya Arabistonidagi neft va gaz obyektlariga hujumlar, Eronning Al-Quds maxsus kuchlari qo'mondoni Suriyada yo'q qilinishi, General Qosim Sulaymoniyning 2020-yil boshidagi inqilobida Islom Gvardiyasi korpusining bir qismi va uning jamoasining yana yetti nafar a'zosi UUA laridan foydalanishning eng shov-shuvli misolidir. Jangovar UUA lar Ozarbayjon tomonidan "Tog'li Qorabog'"dagi so'nggi harbiy mojaro paytida keng qo'llanilgan. Bu Turkiyada ishlab chiqarilgan "Bayraktar TB2" ("Bayroqdor") uzoq parvozga ega bo'lgan o'rta toifali UUA bo'lib, uning hujumlariga "Tog'li Qorabog'"ning deyarli mavjud bo'lmagan havo hujumidan mudofaa tizimi bardosh bera olmadi [4].

Umuman olganda, bugungi kunga qadar bir qator mamlakatlar Qurolli Kuchlarida harbiy-texnologik nuqtai nazardan uchuvchili uchuvchi apparatlari, uchuvchisiz uchuvchi apparatlari va yuqori aniqlikdagi qurollar (YUAQ) dan hamda ushbu vositalar bortida bo'lgan qurollardan ommaviy ravishda birgalikda jangovar foydalanish konsepsiyasi ishlab chiqildi, ular qurolli to'qnashuvlar tajribalari natijalaridan kelib chiqib rivojlanib, takomillashib bormoqda. Ushbu konsepsiyada o'rta sinfdagi UUA lari muhim o'rin egallagan. Bu, havo hujumlarining rivojlanishini tahlil qiluvchi ekspertlarning fikriga ko'ra, hujum qiluvchi tomon taktik chuqurlikdagi jangovar harakatlarda va hatto harbiy harakatlar teatridagi (HHT) operatsiyalarda tashabbusni qo'lga olish va qo'llab-quvvatlash imkoniga ega bo'lish kerak.

Dushmanning UUA larini aniqlash, keyinchalik kuzatuvga olish bugungi kunning eng asosiy muammolaridan biridir. Ko'pgina turdagi zamonaviy zenit komplekslari turli xil xususiyatlarga ega bo'lgan radiolokatsion aniqlash stansiyalarini o'z ichiga oladi. Havo nishonlarini aniqlashning samarasi ma'lum parametrlarga, birinchi navbatda uning radiolokatsion to'lqinlarni samarali qaytarish yuzasi (RTSQY) ga bog'liq (2-rasm). Nisbatan katta UUA lari kattaroq RTSQY ga ega, bu esa ularni aniqlashni osonlashtiradi. Kichik o'lchamli qurilmalar kompozit (plastmassa) materiallardan keng foydalanish bilan yasalgan bo'lsa, RTSQY pasayadi va aniqlash vazifasi jiddiy darajada murakkablashadi [5].

Jangovar harakatlarda ishtirok etayotgan davlatlar qo'shinlarida mavjud zenit qurollari bilan kichik hajmli UUA larga faol qarshilik ko'rsatish imkoniyatlarini qisqacha baholaganlarida, an'anaviy shaklda ishlovchi zenit komplekslari bilan kichik hajmli UUA larini o'z vaqtida aniqlash va yakson qilish juda samarasiz ekanligi allaqachon o'z isbotini topdi.

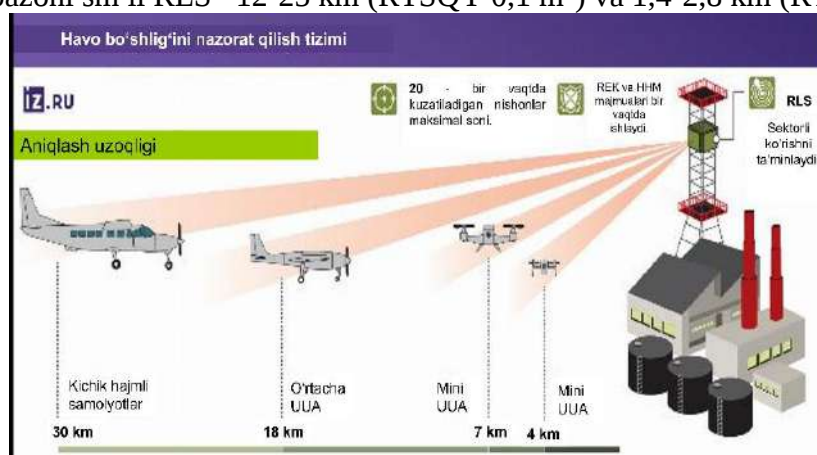
Hozirgi kunda qurollanishda mavjud bo'lgan va havo hujumi vositalariga qarshi kurash bo'linmalari tomonidan foydalanib kelinayotgan barcha zenit-raketa va zenit artilleriya qurollari qayta jihozlanmoqda hamda kichik, o'rta va katta o'lchamdagi UUA lariga qarshi kurashishga mo'ljallanmoqda.

Jangovar harakatlarda zenit komplekslarining samaradorlik sinovi RTSQY yuzasi

1 m² bo'lgan havo hujumi vositasi (HHV) (standart qiruvchi samolyot) da amalga oshirilgan. Endilikda esa rivojlangan davlatlar kichik hajmli (RTSQY 0,1 m² dan 1 m² gacha bo'gan) HHV (UUA) larini samarali yakson qilish imkoniyatiga ega bo'lgan zenit komplekslarini yaratishga urinishlari tobora ortib bormoqda. Bugungi kunda ko'pgina davlatlar qiruvchi samolyot tipidagidan ko'ra ikki uch barobar kichik bo'lgan UUA lariga ega, bu esa bunday tipdagi UUA larini razvedka qilish va o't ochib ular bilan kurashish samaradorligini kamaytiradi [6].

Masalan, UUA larining RTSQY ni hisobga olgan holda HHM bo'linmalarining qurollanishida mavjud modernizatsiya qilingan radiolokatsion stansiya (RLS) larning kichik hajmli UUA larini aniqlash uzoqligi quyidagicha:

ishlash diapazoni m li RLS –8-14 km (RTSQY 0,1 m²) va 1-1,5 km (RTSQY 0,01 m²);
ishlash diapazoni dm li RLS –9-16 km (RTSQY 0,1 m²) va 0,8-2 km (RTSQY 0,01 m²);
ishlash diapazoni sm li RLS –12-25 km (RTSQY 0,1 m²) va 1,4-2,8 km (RTSQY 0,01 m²).



2-rasm. Radiolokatsion to'liqlarni samarali qaytarish yuzasi

Demak yuqoridagi ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki an'anaviy shaklda ishlaydigan RLS bilan jihozlangan zamonaviy zenit komplekslari juda kichik RTSQY ga ega bo'lgan kichik hajmli UUA larini o'z vaqtida aniqlashni ta'minlab bera olmaydi.

Bu muammoni yangi ultra qisqa to'liqli radiolokatsion stansiyalar yordamida hal qilish mumkin. Ushbu texnologiyaning muhim afzalliklari quyidagilardan iborat:

RTSQY ni kichik hajmliligi va yon tomonlarining minimal darajasida bo'lganda uzoq masofalardan aniqlash imkoniyatining yuqoriligi;

doppler effektidan foydalanmasdan harakatlanuvchi nishonlarni tanlash algoritmini yaratish imkoniyati hamda har qanday tezlikda uchayotgan uchuvchi vositalarini aniqlash imkoniyatining mavjudligi. 1-jadvalda "Volna" kichik hajmli radiolokatsion stansiya (KH RLS) ning turlarini o'zaro solishtirish ko'rsatkichlari ko'rsatilgan.

"Volna" KH RLS ning modernizatsiya qilingan varyantlarining imkoniyatlari quyidagilar:

"Volna" KH RLS 20 - statsionar, yil davomida foydalanish imkoniyatiga ega;

"Volna" KH RLS 21 – olib yuriladigan, taktik bo'g'inda qo'llash uchun mo'ljallangan, modulli, avtonom quvvat manbayiga ega;

"Volna" KH RLS 31 – olib yuriladigan, taktik bo'g'inda qo'llash uchun mo'ljallangan, modulli, avtonom quvvat manbayiga ega, uch koordinatali;

"Volna" KH RLS 41 – tashishga mo'ljallangan, yil davomida foydalanish, uch koordinatali va uzoq masofali aniqlash imkoniga ega [7].

Uchuvchisiz uchuvchi apparatlari bilan kurashishning uchta usuli mavjud:

yakson qilish;

xalaqit qilish;

tutib olish.

Yakson qilish - bu dushman UUA dan qutulishning eng soda va mantiqqa yaqin usullaridan biri. Har qanday uchuvchi apparatini yakson qilish mumkin. Bu ishda asosiy muammo nishonni topish va unga sammarali o't otish. Yakson qilish uchun turli xildagi qurollardan foydalanish mumkin. Demak, yengil tipdagi UUA lari o't otish qurollari bilan yakson qilish mumkin, ammo og'ir turdagi UUA larini yakson qilish uchun esa zenit komplekslari jalb etiladi.

UUA ni yakson qilishdan oldin uni aniqlash kerak. HHM tizimida ularni aniqlashning asosiy vositasi radiolokatsion stansiyalardir. Bir qancha holatlarda mavjud RLS lar uchun ayniqsa yengil tipdagi UUA lar murakkab nishonlar hisoblanadi. Bu apparatlar kichik RTSQY ga ega, shuning uchun ularni aniqlash yetarlicha qiyin vazifa hisoblanadi va maksimal aniqlash uzoqligi kamayadi. Yengil tipdagi dushman UUA larga qarshi samarali kurashish uchun RLS ishlab chiqaruvchilar bir bir nechta vazifalarni yechishlariga to'g'ri kelmoqda. Bular:

RTSQY kam bo'lgan UUA larni aniqlash uchun stansiyaning tavsiflarini oshirish;

nishonni to'g'ri aniqlash. Yengil tipdagi UUA larni kichik RTSQY ga ega va uncha yuqori bo'lmagan tezlikda uchadi. Bunday hollarda, stansiya UUA larini qushlar galasi bilan adashtirishi mumkin, bu esa jangovar jamlanmani bekorga sarf bo'lishiga olib keladi.

Nishon to'g'ri tanlanib kuzatuvga olingandan so'ng uni yakson qilish uncha qiyin vazifa emas, chunki uni o'sha hududda mavjud bo'lgan barcha o't otar qurollardan foydalanib yakson qilish mumkin.

1-jadval

“Volna” kichik hajmli RLS ning turlarini o'zaro solishtirish ko'rsatkichlari

Parametr nomi	KH RLS 20	KH RLS 21	KH RLS 31	KH RLS 41
Aniqlash uzoqligi, km	10	10	15	40
Aniqlash balandligi, km	10	10	12	15
Yoyilish vaqti, daq.	8	3	3	10
Bir vaqtda kuzatadigan nishonlar soni	50	50	75	256
Antenna turi	FAR	FAR	AFAR	AFAR
Chastota diapazoni, GGs	9,2-9,5	9,2-9,5	9,2-9,5	9,2-9,5
Skayner qilish sektori, grad.	360	360	360	360
Burchak joyi, grad.	20	20	60	60
Ma'lumot uzatish tezligi, son.	1,5	1,5	1,25	1,25
Radiolokatsion quvvati, Vt.	2	2	56	56
Quvvat manbayi, V.	220	220/+12	220/+12	220
Bir nechta radarlarni bitta tarmoqqa birlashtirish imkoniyati	bor	bor	bor	bor
Bostirish tizimlari bilan integratsiya (REB, KZRK)	bor	bor	bor	bor
Avtomobilida joylashishi	bor	bor	bor	yo'q
Ishlash temperaturasi, grad.	-30 dan +50 gacha	-25 dan +50 gacha	-25 dan +50 gacha	-40 dan +50 gacha
Og'irligi, kg	25,5	16	31	90

Halaqit qilish - UUA ni yo'q qilish nishonni aniqlash va urish kabi qiyin vazifalardan biri hisoblanadi. Shuning uchun bunday texnologiyaga qarshi kurashish usullarini muhokama qilishda ko'pincha yo'q qilishning alternativ usullari taklif etiladi - radioelektron tizimlarni bostirish. Ayrim zamonaviy UUA larni u yoki bu vazifani avtonom ravishda bajarish imkoniyatiga ega, ammo ko'plab bunday texnikalar operator tomonidan boshqariladi, buyruqlar esa radio kanal orqali yuboriladi. Demak, boshqaruv kanalini radioelektron kurash (REK) vositalari orqali bostirish yoki hech bo'lmaganda vazifasini bajarishga xalaqit qilish mumkin.

Tutib olish - oxirgi yillarda fransuzlarning maxsus xizmatlari UUA larini havo sarhadlarini yopiq hududlardan noqonuniy kirib kelishi kabi muammolarga katta etibor qaratishdi, chunki kichik UUA larni bir necha bor harbiy baza, avtonom elektrostansiyalar va boshqa muhim obyektlar ustida kuzatilgan. Hozirgi vaqtda bunday ehtimoliy dushman bilan kurashish uchun maxsus vositalar ishlab chiqarilmoqda. “Malou Tech” kompaniyasi tomonidan ishlab chiqarilgan maxsus ramaga qotirilgan to'ri bilan jihozlangan katta geksakopter (uchuvchisiz – vertolyot oltita vintli) sinovini o'tkazdi. Sinovlar vaqtida bu UUA “DJI Phantom 2” uncha katta bo'lmagan apparatlarga muvoffaqiyatli yaqinlashdi (2-rasm) va o'zining to'ri bilan uni tutib oldi, bunday usulda UUA lariga qarshi kurashish rivojlanish huquqiga ega [8].

Xulosa o'rnida shuni ta'kidlash mumkinki, uchuvchisiz uchuvchi apparatlari sohasidagi taraqqiyot bunday uskunalarga qarshi turish tizimlarini ishlab chiqishdan sezilarli darajada oshib ketdi. Hozirgi vaqtda turli mamlakatlar turli xil sinfdagi UUA larni aniqlash va urish qobiliyatiga ega bo'lgan ma'lum miqdordagi turli xil turdagi zenit-raketa tizimlari bilan qurollangan. Shuningdek, REK sohasida aniq rivojlantirish tadbirlari amalga oshirilmoqda. Nostandart va

g'ayrioddiy tutib olish tizimlari, o'z navbatida, prototiplarni sinovdan o'tkazish bosqichini hali tark eta olmaydi.

Uchuvchisiz texnologiyalar juda tez sur'atlarda rivojlanishda davom etmoqda. Dunyoning ko'pgina mamlakatlarida barcha ma'lum sinflarning o'xshash tizimlari ishlab chiqilmoqda va yangi noodatiy komplekslarning paydo bo'lishi uchun zamonaviy shartlar yaratilmoqda. Bu ishlarning barchasi kelajakda UUA guruhlarini takomillashtirilgan uskunalar, shu jumladan butunlay yangi sinflar bilan qayta jihozlashga olib keladi. Masalan, o'lchamlari bir necha santimetrdan oshmaydigan va bir gramm og'irlikdagi o'ta kichik qurilmalar yaratilmoqda. Texnologiyadagi bunday o'zgarishlar, shuningdek, boshqa sohalaridagi taraqqiyot istiqbolli havo hujumidan mudofaa tizimlariga alohida talablarni qo'yadi.

Havo hujumidan mudofaa, radioelektron kurash va boshqa tizimlar yaratuvchilari endi o'z loyihalarini yaratishda yangi tahdidlarni hisobga olishlari shart. Hozirda qurollanishda mavjud bo'lgan havo nishonlarini aniqlash va faol yakson qilish vositalari bilan kichik o'lchamli UUA larni parvoz paytida muvaffaqiyatli mag'lub etish deyarli mumkin emas. Hozirgi vaqtda juda samarali qurol turining barcha tarkibiy qismlariga, ya'ni kichik o'lchamli UUA laridan foydalanish tizimiga kompleks qarshi kurashish bo'yicha maxsus chora-tadbirlar tizimi ishlab chiqilmoqda va amalda sinovdan o'tkazilmoqda.

Shunday qilib, joy relyefining murakkab sharoitlarida kichik o'lchamli va past balandlikda uchadigan UUA lari bilan kurashishda o'rta va uzoq masofaga otadigan zenit raketa (artilleriya) tizimlari yuqori samaradorligi bilan ajralib turadi, ammo shunga qaramasdan bu tizimlar jangovar vazifani bajara olmasligi mumkin, chunki bunday murakkab va qimmat zenit raketa (artilleriya) tizimlarini jangovar to'plamini kamaytirish maqsadida arzon, kichik hajmli, qo'lbola jihozlardan yasalgan, guruh tarkibida harakatlanuvchi va masofadan boshqariluvchi UUA lari ularni chalg'itish (yakson qilish) uchun yuboriladi. Natijada esa zenit raketa kompleksi o'zining jangovar to'plamini bir necha daqiqalarda sarflab bo'ladi, ularni qayta o'qlash uchun esa 30-50 daqiqa (bazida 1 soat 40 daqiqa) vaqt sarflanadi. Bu esa ularni UUA lari uchun yaqqol nishon bo'lish ehtimolini 70-80 % ekanligini urush (qurolli to'qnashuv, maxsus harbiy operatsiya) lar tajribasidan ko'rishimiz mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

[1] Urunov F.S. "Зоркий "Глаз" ПВО: к вопросу разведки воздушного противника в войсках ПВО сухопутных войск" / F.S.Urunov, U.K.Azizov // Chirchiq OTQMBY "Zirhli Qalqon" ilmiy axborot jurnali. – 2020. - 3-son. - 27 b.

[2] Leonkov A.P. «Дроны начинают и выигрывают» // Арсенал Отечества. 2019. № 1. С. 32-34

[3] .M.Mavlanov. Uchuvchisiz uchuvchi apparatlari va havo hujumi vositalari. O'quv qo'llanma. Chirchiq-2024. 66-67 b.

[4] Уринов Ф. «Особенности боевого применения беспилотных летательных аппаратов и борьба с ними в вооружённых конфликтах». Т.-2021. - с 76-82.

[5] Tinchlik va urush davrida uchuvchisiz uchuvchi apparatlarini jangovar qo'llash bo'yicha qo'llanma. Т.-2024. 2-3 b.

[6] Потери турецких БПЛА в Ливии // livejournal.com [Электронный ресурс]. 06.08.2020. – URL: <https://colonelcassad.livejournal.com/592471.html> (kirish sanasi 24.10.2025.)

[7] Internet portal Украины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dw.com> В фокусе.ru – murojat qilish sanasi 24.10.2025.

[8] Интернет портал Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.invoen.ru> – murojat qilish sanasi 24.09.2025.

MUHAMMAD SHAYBONIYXON DAVLATCHILIGI DAVRIDA HARBIY SAN'ATNING RIVOJLANISHI

dotsent. A.Sh. XUDAYAROV, dotsent O.A. MAMARAUPOV

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

Annotatsiya. *“Shayboniylar sulolasi” asoschisi Sulton Muhammad Shayboniyxon ibn Budoq Sulton ibn Abulxayrxon (1451–1510–yy.), Abulxayrxonning nabirasi, Budoq sultonning o‘g‘li. Tug‘ilganda unga turkiylar odatiga ko‘ra ikki ism– Muhammad (arabcha) va Shayboniyxon (turkiycha) ismlari qo‘yilgan. Abulxayrxon unga Shohbaxt deb laqab qo‘ygan. Shayboniyxon g‘oyat katta jismoniy kuchga, harbiy tashkilotchilik qobiliyatiga ega edi. “Boburnoma” asarida esa u “Shayboqxon”, ya’ni “kuch–qudrat egasi” deb ataladi.*

Kalit so‘zlar: *Shayboniyxon, Shohbaxt, Shoyboq, Sheboni, “Bahr–ul xudo”, Temurilar, Bastom, Domg‘omda, Muhammad Mazid Tarxon, Amir Temur.*

Аннотация. *Султан Мухаммад Шайбонийхан ибн Будақ Султан ибн Абулхайрхан (1451–1510), внук Абулхайр-хана, сын Будақ Султана, основателя «династии Шейбанидов». Абулхайрхан назвал его шахбахом. Шайбанихан обладал большой физической силой и военными организационными способностями. В Бобурнаме его называют «Шайбакхан», что означает «обладатель власти».*

Ключевые слова: *Шайбонийхан, Шахбах, Шойбак, Шебони, «Бахр-уль Аллах», Темури, Бастом, Домгамда, Мухаммад Мазид Тархан, Амир Темур.*

Abstract. *Sultan Muhammad Shayboniykhan ibn Budak Sultan ibn Abulkhairkhan (1451–1510), grandson of Abulkhayr Khan, son of Budak Sultan, founder of the "Shaybanid dynasty". Abulkhairkhan named him Shahbakh. Shaibanikhan had great physical strength and military organizational skills. In Boburname, he is referred to as "Shaybakkhan", which means "the possessor of power".*

Keywords: *Shayboniykhan, Shahbakh, Shoybak, Sheboni, "Bahr-ul Allah", Temuri, Bastom, Domgamda, Muhammad Mazid Tarkhan, Amir Temur.*

Shayboniy yollanma qo‘shin boshlig‘idan xon darajasiga ko‘tarilgan tarixiy shaxsdir. U nafaqat sarkarda balki, Shohbaxt, Shoyboq, Sheboni, Shohibek, Shayboniy taxalluslari bilan g‘azal, ruboiylar bitgan shoir hamdir. Shayboniyxonning adabiy merosidan bizgacha bir nechta o‘zbekcha g‘azal, ruboiy va “Bahr–ul xudo” (1508–yil 14–may Bastom, Domg‘omda yozib tugallangan) nomli dostoni va 1507–1508–yillarda yozilgan o‘g‘li valiahd Temur sultonga atalgan pand–nasihatlardan iborat kitobi mavjud (uning yagona nusxasi hozir Turkiyada saqlanadi). U yoshligida otasi Budoq sulton va onasi Qo‘zibegimdan yetim qolgach, otasining sodiq xizmatkori Qorachabek oilasida tarbiyalanadi. Keyinchalik Shayboniyga Turkiston va O‘tror hukmdori Muhammad Mazid Tarxon homiylik qiladi. Shayboniy yoshligida Buxoro madrasasida ta’lim oladi.

Shayboniylar sulolasi (1500–1601)

Muhammad Shaybonixon–1500–1510;

Ko‘chkunchixon–1510–1530;

Abu Saidxon–1531–1533;

Ubaydullaxon–1533–1539;

Abdullaxon I–1539–1540;

Abdulazizxon (Buxoroda)–1540–1550;

Abdulatifxon (Samarqandda)–1540–1551;

Navro‘z Ahmadoxon (Baroqxon)–1551–1556;

Pirmuhammadxon I–1557–1561;

Iskandarxon–1561–1583;

Abdullaxon II–1583–1598;

Abdulmo‘minxon–1598–1599 (6 oy);

Pirmuhammadxon II–1599–1601.

Shayboniy Dashti Qipchoqqa qaytib borib lashkar to'plashga muvaffaq bo'lgan. U buyuk davlatni tiklash yo'lida xatti–harakatni dastlab o'z qo'shini bilan temuriylarga yollanma qo'shin lashkarboshisi sifatida xizmat qilishdan boshlagan [1].

Dastlab Shayboniy parchalangan Amir Temur davlatining shimoliy chegarasida noiblik qilayotgan homiysi Mazid Tarxondan uni o'z xizmatiga olishni so'raydi. Avvaliga bu taklifga rozi bo'lgan Mazid Tarxon tezda Shayboniyni o'z hokimiyatiga xavf solishi mumkinligini anglab etadi. Natijada, u Shayboniyni Buxoro hokimi Darvish Muhammad Tarxon ixtiyoriga jo'natib yuborish orqali undan qutuladi. Chunki, Darvish Muhammad bunday yordamga muhtoj edi. Uning xizmatidan boshqa hukmdorlar ham foydalanganlar. Shayboniy o'z qo'shini bilan Mo'g'uliston, Movarounnahr hamda Xorazm hukmdorlariga xizmat qilib, ularning qo'shnilariga va ichki raqiblariga qarshi kurashdi.

Shayboniy ko'chmanchi o'zbeklar davlatini qayta tiklash yo'lida kurash olib borgan, biroq, "o'zbek–qozoq" qabilalari tomonidan kuchli qarshilikka duch kelgan. Bu qabilalar Shayboniyni qo'llab–quvvatlagan qabilalarni asta–sekin janubga tomon siqib chiqarganlar. Shayboniy bobosi Abulxayrxon vafotidan parokanda bo'lib ketgan qabilalarni birlashtirdi va beayov qonli urushlar natijasida 1480–yilda ko'chmanchi o'zbeklar davlatini qayta tiklashga muvaffaq bo'ldi [2].

Shayboniyni hayot tarixida e'tiborga molik uch muhim nuqta bor.

Birinchidan u O'rta Osiyoliklarning ichki kuchlariga tayanib yurishlar qilgan va oqibatda chegarasi Amudaryo doirasidan juda uzoqqa cho'zilgan bir mamlakatni barpo etgan buyuk sohibqironlarning oxirgisi edi. Bundan keyingi jangovar yo'l boshchilar, mahorat va hirslari qanchalik katta bo'lsada, bu boradagi baxt–omadga erisholmadilar.

Ikkinchidan, bundan keyin O'rta va G'arbiy Osiyoda qabilalar urushi qat'iy tugadi. O'zbeklar Turon yaylovidan janubiy g'arbga tushgan qavmlarning eng so'nggi qabilasi bo'ldilar.

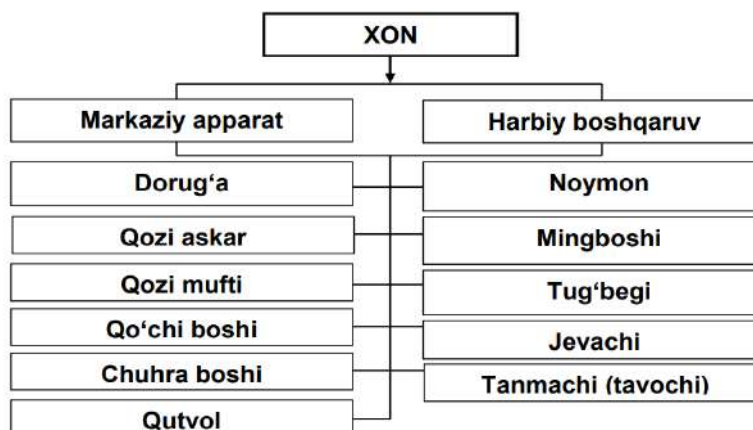
Uchinchidan, ilk Amu va Sir daryolarining narigi tarafidagi musulmonlar bilan G'arbiy Osiyodagi din qardoshlari o'rtasida juda yaqin bo'lmasa–da, doimiy bir aloqa bor edi. Temuriylarning inqirozi va halokatlari bilan bu aloqa tamom bo'ldi. Xususan, Safaviylarning shialikni quvvatlashlari sababli aloqa uzilishi yanada chuqurlashdi. Shayboniyni ko'chmanchi qavmlari bilan bu o'lkaning shimol tarafiga yurishi, bunda tamomila ma'lum diniy–ijtimoiy o'zgarish qilgan (shialik tarqalishi) vaqtlarga to'g'ri kelgani uchun Movarounnahr yanada tezroq mustaqil bo'lib oldi: juda qadim zamonlardagi kabi Movarounnahrning suv hududi Turon bilan Eron orasida asosiy bir chegara holini oldi.

O'zbek sultonlari Ubaydulla va Mahmud Temur o'zlari uchun yaratilgan qulay fursatdan foydalanib, 1512–yilning boshida Movarounnahrda bostirib kirdi. Ubaydulla Sirdaryo bo'yidagi shahar Arkukdan besh minglik qo'shini bilan yurishni boshladi va bir necha kundan keyin G'ijduvonga yetib keldi. Bu yerdan u Buxoroga yo'l oldi. Buxoro sardori qal'aga yashirindi. Shayboniylar harbiy yurishlarni boshlaganliklaridan xabar topgan Bobur, o'z qo'shinini ikki qismga bo'lib, bitta otryadini Toshkentga jo'natdi, o'zi esa ikkinchisi bilan Buxoroga qarab yo'l oldi. Boburning armiyasi safarda saf bo'lib emas, to'da–to'da bo'lib, ovga chiqqan singari harakatlandi. Ubaydulla Buxorodagi pozitsiyalarini tashlab, Xayrobod tumani hududiga chekindi [3].

Buxoro sardori Boburni tezroq o'zbek otryadlariga yetib olishga chaqirdi. Nihoyat, Xayrobod va Qorako'l o'rtasidagi Ko'li–Malik yaqinida qarama–qarshi tomonlar uchrashdi va 1512–yilning 28–aprelida bu yerda hal qiluvchi jang bo'lib o'tdi. Dushmanni qurshab olishni mo'ljallagan Bobur, Ubaydullaning qarshi manyovrini sezmasdan, o'zi qurshovga tushib qoldi. Boburning qo'shini tor–mor etildi.

Tarixchilar uni qattiq qo'l jangchi deb ta'riflagan: u bir necha marta eronliklarni tor–mor etib, o'z qo'shini bilan ko'p marotaba Xurosonga talon–torojlik yurishlarini amalga oshirgan. Bir vaqtlar u Xuroson va Xorazmning qariyb hamma viloyatlarini zabt etgan edi. Ubaydullaxonning izdosh avlodlari davlatning tarqalib ketishini to'xtatib qola olmadi. Shayboniy hukmdorlari o'rtasida uzoq vaqt davom etgan urushlar boshlandi.

O‘z hukmronligining so‘nggi yillarida Abdullaxon hamma kuchlarini Xorazmni bosib olishga qaratdi. Xivaga u uch marta harbiy yurishni amalga oshirdi va 1593–1594–yillarda Xorazmni zabt etdi. Abdullaxon ketganidan keyin Xivaliklar shahardan u qoldirib ketgan hamma ishonchli vakillarini haydab chiqardi va Buxoro garnizonlarini yakson qildi. 1595–1596–yillarda Abdullaxon Xorazmga yangi harbiy yurishni boshladi va Hazoraspn egalladi. Faqat uning o‘limidan keyingina (1598–y.) Xorazm o‘z mustaqilligini tikladi [4].



1-rasm. Shayboniylar davlatining harbiy boshqaruvi chizmasi

Dorug‘a–shahar hokimi;

Qozi askar–harbiy sudya;

Qozi mufti–diniy sudya;

Qo‘rchiboshi–xonning shaxsiy qo‘riqllov boshlig‘i;

Chuhra boshi–xonning shaxsiy gvardiyasi boshlig‘i;

Qutvol–qal‘a komendanti;

Noyon–10 ming qo‘shinning harbiy boshlig‘i;

Mingboshi–1000 jangchining boshlig‘i;

Tug‘begi (bayroqdorlar begi)–bayroqdorlar otryadi boshlig‘i;

Jevachi–qo‘shinni qurol–yarog‘ bilan ta‘minlashga mas‘ul shaxs;

Tanmachi (tavochi)–qo‘shinni yig‘ish, uning jangovar tayyorgarligi va jang maydonida saflanishiga mas‘ul shaxs.

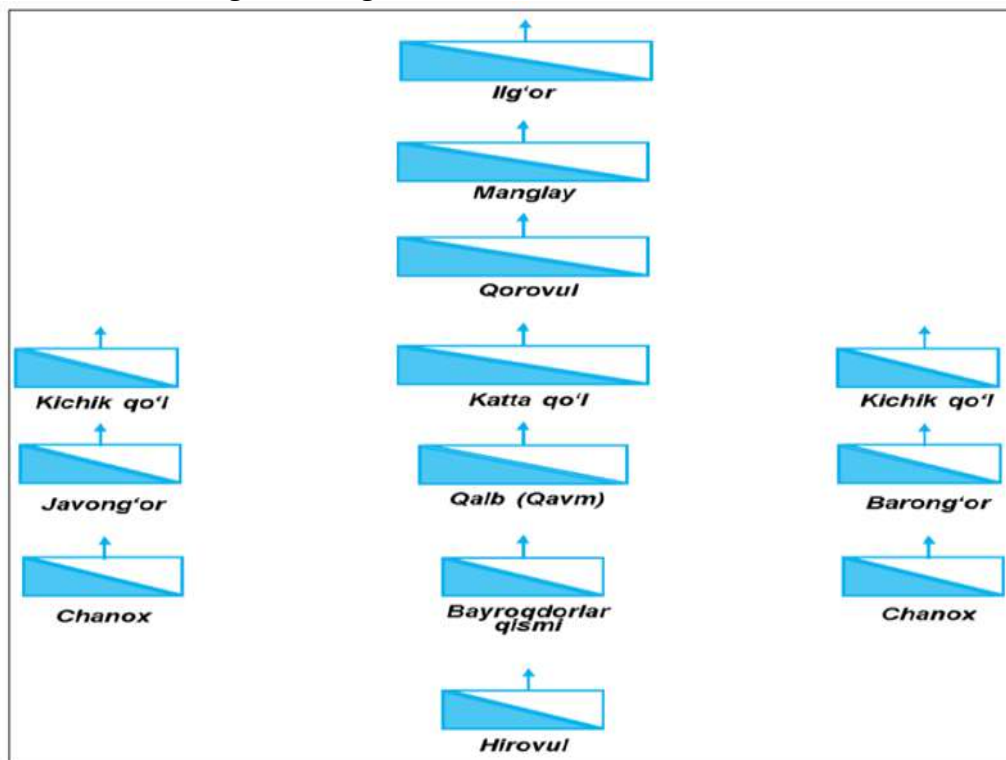
Shayboniylarning harbiy san‘ati. Shayboniylar davlatining siyosiy hayoti va boshqaruv tizimida yirik sarkardalar va harbiy boshliqlar katta ahamiyatga ega bo‘ldi. Tashqi va ichki xavf–xatarni daf qilish, yangi yerlarni zabt etish uchun qo‘shinning soni, ularning jangovar tayyorgarligi muhim ahamiyat kasb etdi. Shayboniylar qo‘shini o‘zbek qabilalari otryadlaridan yig‘ildi. U otliqlardan va piyodalardan tashkil topdi. Qo‘shinning asosiy qismini otliqlar tashkil etdi. Ular o‘q–yoylar, uzun nayzalar, qilichlar, gurzilar, uzun sopli jangovar boltalar (tabardin) va ilgaklar bilan qurollangan. Abdullaxon II davrida alohida jangchilar chet elda ishlab chiqarilgan piltal o‘qotar qurollar bilan qurollangan [5].

Himoya uchun jangchilar qalqonlardan foydalangan, usti shoyi va baxmal mato bilan yopilgan kolchugalar–javshon (forschada baxtar) kiygan, bundan tashqari temir yoki po‘latdan tayyorlangan jibalar (jeva) ham kiygan. Abdullaxon II hukmronlik paytida Yevropadan olib kelingan javshon–fransuz kolchugalaridan ham foydalanilgan. Otlarni o‘qlardan himoya qilish uchun ularning ustiga maxsus yopinchiqlar–gajamalar (kajama) to‘shalgan.

Qo‘shinning safida manjaniqlar (katapultalar), neft uloqtiruvchi va tosh uloqtiruvchi moslamalar bo‘lib, ular shahar devorlari va qal‘alarni shturm yoki qamal qilishda qo‘llanilgan. XVII asrning ikkinchi yarmidan Abdullaxon II qo‘shiniga chet elda ishlab chiqarilgan kichik to‘plar kiritildi.

Shayboniylarning jangovar tartibi asosan quyidagi qismlardan tashkil topgan: markaz (qalb yoki qo'l), o'ng (barang'or yoki maymana) va chap (jarang'or yoki maysara) qanotlar hamda aryergard (xiravul).

O'z navbatida, qanotlar chanox (to'sib turuvchi) va avangardga ega bo'lgan. Markaz (qalb, qo'l), asosan, zaxira vazifasini bajargan va uning safi qo'shin umumiy sonining 1/3 qismini tashkil etgan. Uni xonning o'zi yoki e'tiborli sulton, yoki bo'lmasa Amir boshqargan. Qo'shinning tashkiliy tarkibi, uning jangovar tartibi, jang olib borish taktikasi Chingizxon va Amir Temurning tashkiliy tarkibi va taktikasiga asoslangan edi [6].



2-rasm. Shayboniylar qo'shinining jangovar tartibi.

Ilg'or–kichik harakatchan bo'linmalar;

Manglay–avangard, yarim oy shaklida saflangan, qo'shin oldida boruvchi qism;

Qorovul–qo'shin oldida va yon tarafda boruvchi maxsus bo'linma;

Katta qo'l–asosiy qo'shinning oldida harakatlanuvchi bo'linma;

Kichik qo'l–o'ng qanotning oldida harakatlanuvchi bo'linma;

Kichik qo'l–chap qanotning oldida harakatlanuvchi bo'linma;

Qalb (qavm)–markaz (zaxira);

Barong'or–o'ng qanot;

Javong'or–chap qanot;

Chanox–o'ng qanot himoyasi;

Chanox–chap qanot himoyasi;

Bayroqdorlar qismi–zaxira;

Hirovul–aryergard.

Ularda ko'chmanchi o'zbeklarning harakatlariga xos yangi jang olib borish usullari ham kiritilgan. Boburning qoldirgan ma'lumotiga qaraganda, Shayboniixonning qo'shini "to'lg'ama" manyovr usulini puxta egallagan va mohirlik bilan qo'llagan. To'lg'ama manyovri dushmanning qanotlarini qamrab olish va uning front ortiga zarba berishdir. O'zbek qo'shinlari harakat davomida va qal'alarni himoya qilish paytida ma'lum bir usullarni qo'llagan. Jangchilar kam kuchlar bilan harakatlanganda, ular sekin, ehtiyotkorlik bilan harakatlangan, dam olish uchun to'xtash joylari

aravalar bilan to'silib, aravalar bir-birlariga zanjirlar bilan bog'langan, aravalarning oldida chuqur va keng xandaqlar qazilgan.

Bunday sharoitlarda bir kunlik harakatlanish sur'ati 7–8 kilometrga yetgan. Qal'alarni mudofaa qilish uchun qo'shin uch qatorda saflangan. Birinchi qator xandaqlarning oldida saflangan va ularning vazifasi dushmanning ulardan o'tishiga yo'l qo'ymaslik bo'lgan. Ikkinchi qator shahar devori oldida saflanib, xandaqlardan hamda boshqa to'siqlardan o'tishga muvaffaq bo'lgan dushmanning yo'lini to'sgan [5,6].

Xulosa tariqasida shuni aytish mumkinki, so'nggi yillarda O'zbekiston Respublikasida harbiy kadrlarni tayyorlashning murakkab zamonaviy tizimi tashkil etilganligi hammamizga ma'lum. Asosiy vazifa sifatida mamlakatimiz Qurolli Kuchlarida harbiy xizmatini o'tayotgan turli pog'onadagi ofitserlarni (tinglovchi, kursantlarni), ya'ni strategik, operativ yoki taktik pog'onadagi kadrlarimizni nazariy jihatdan bilimlarini rivojlantirish, qolaversa ularni umumiy dunyoqarashini kengaytirish hozirda ham dolzarb vazifa bo'lib qolmoqda. O'rta asrlar davrida harbiy san'atning o'sha paytda mavjud jamiyatlar sharoitlari o'zgarishi ta'siri ostida rivojlanishi umuminsoniy tarixiy jarayonining qolgan davrlariga nisbatan alohida xususiyatlarga egaligi borasida ma'lumotlar berilganligi o'rganuvchilarni o'sha davr harbiy san'ati rivojlanishi haqidagi tasavvurini yanada kengaytiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

[1] Samarov R., Axrorov S., Xolmo'minov J., Sadriddinov S. Sohibqiron Amir Temur harbiy san'ati / monografiya. – Toshkent: Ma'naviyat, 2022. – 280 b.

[2] Sharafuddin Ali Yazdiy. Zafarnoma / So'z boshi, tabdil, izohlar va ko'rsatkichlar muallifi va nashrga tayyorlovchilar: A. Ahmad, H. Bobobekov: mas'ul muharrir B.Eshpo'latov–Toshkent: Sharq, 1997. – 384 b.

[3] Shihobiddin Muhammad an-Nasaviy. Sulton Jaloliddin Manguberdi. / K.Matyoqubov tarj.–Toshkent: O'zbekiston–Yozuvchi, 1999. – 432 b.

[4] O'zbekistonning yangi tarixi. 1 kitob. Turkiston chor Rossiyasi mustamlakachiligi davrida. Tuzuvchilar: H. Sodiqov, R. Shamsutdinov, P. Ravshanov va boshq. Tahrir hay'ati: A. Azizxo'jayev (rais) va boshq. Toshkent: Sharq. 2000. – 464 b.

[5] Askarov A. A. O'zbek xalqining etnogenezi va etnik tarixi, 2007.

[6] Azimdjanova S.A. Gosudarstvo Babura v Kabule i Indii.–M.: Nauka, 1977. –176 s.

SUN'IY INTELLEKT TEXNOLOGIYALARINING OLIV TA'LIM TIZIMIDAGI JORIY HOLATI

U.A. ABDURAXIMOV

O'R HX va MU Quruqlikdagi qo'shinlar instituti

Annotatsiya. Ushbu maqolada AQSH, Xitoy va O'zbekiston Respublikasi oliy ta'lim tizimida sun'iy intellekt texnologiyalarini joriy holati, yutuq va kamchiliklari haqida fikr bildirilgan.

Kalit so'zlar: sun'iy intellekt, oliy ta'lim tizimi, ta'lim, platformalari, sun'iy intellekt texnologiyalari, sun'iy intellekt repetitorlari, virtual reallik texnologiyalari, baholash texnologiyalari, ta'lim chat-botlari.

Аннотация. В данной статье рассматривается текущее состояние, достижения и недостатки технологий искусственного интеллекта в системах высшего образования США, Китая и Республика Узбекистан.

Ключевые слова: искусственный интеллект, система высшего образования, образовательные платформы, технологии искусственного интеллекта, репетиторы на основе искусственного интеллекта, технологии виртуальной реальности, технологии оценки, образовательные чат-боты.

Abstract. The article examines the current status, achievements and shortcomings of artificial intelligence technologies in the higher education systems of the USA, China and the Republic of Uzbekistan.

Keywords: artificial intelligence, higher education systems, educational platforms, artificial intelligence technologies, ai-based tutors, virtual reality technologies, assessment technologies, educational chatbots.

So'ngi yillarda zamonaviy texnologiyalar oliy ta'lim tizimi arxitekturasini tubdan o'zgartirib yubordi. Oliy ta'lim muassasalari faoliyatiga sun'iy intellektning kirib kelishi esa mazkur jarayonlarni yanada tezlashtirdi. Dunyoning rivojlangan yetakchi oliy ta'lim muassasalari allaqachon sun'iy intellektni ta'lim tizimiga integratsiya qilib ham ulgurdi. Sun'iy intellekt texnologiyasi pedagog va talabalarning chinakam ko'makchisiga aylanib bormoqda. Ular mashg'ulotlar davomida bevosita sun'iy intellekt texnologiyasidan foydalanishni boshlashdi. Ammo, sun'iy intellekt texnologiyasining salbiy jihatlari ham yuzaga chiqa boshladi. Talabalar o'rtasida ko'chirmachilik (plagiat) holatlari avj olib ketdi. Sun'iy intellekt chatbotlari tomonidan taqdim etilayotgan ma'lumotlarning har doim ham to'g'ri bo'lmashligi talabalarning tegishli fan yoki mavzuga oid noto'g'ri bilim va ko'nikmalar olishiga sabab bo'lmoqda. Shuningdek, professor-o'qituvchilar tomonidan sun'iy intellekt imkoniyatlaridan foydalanib dars mashg'ulotlariga bir yoqlama tayyorgarlik ko'rish, qo'shimcha manbalar bilan ishlamaslik, sun'iy intellekt platformalari taqdim etgan ma'lumotlarni filtrlamasdan talabalarga to'g'ridan-to'g'ri uzatish holatlari ham uchramoqda. Shundan kelib chiqib, dunyoning flagman oliy ta'lim muassasalarida sun'iy intellekt texnologiyasining salbiy oqibatlariga qarshi kurashish hamda sun'iy intellektning ijobiy jihatlaridan keng foydalanish borasida bahs-munozaralar ketmoqda.

Bugungi kunda mamlakatimiz oliy ta'lim tizimiga sun'iy intellekt texnologiyalarini integratsiya qilish va foydalanish hamda talabalarga ushbu yo'nalishda bilim berishga hukumat darajasida katta e'tibor qaratilmoqda. Xususan ta'lim tizimida sun'iy intellekt texnologiyalarini rivojlantirishga oid qonunlar, prezident farmonlari va qarorlar qabul qilinmoqda. Ushbu rahbariy hujjatlarda ta'lim sohasiga sun'iy intellekt texnologiyalarini integratsiya qilish, rivojlantirishga oid bir qator maqsadlar, vazifalar va yo'nalishlar belgilab berilmoqda.

O'zbekiston Respublikasi harbiy ta'lim tizimida esa sun'iy intellekt texnologiyalarini integratsiya qilish va ushbu texnologiyalarni qo'llab ta'lim berishda bir qancha o'ziga xosliklar mavjud, to'g'ri oxirgi yillarda harbiy ta'lim tizimida sun'iy intellekt texnologiyalarini qo'llashga katta e'tibor berilmoqda. Birgina O'zbekiston Respublikasi harbiy ta'lim tizimini transformatsiya

qilishga doir Prezidentimizning qaroriga binoan tashkil etilgan O'zbekiston Respublikasi Harbiy xavfsizlik va mudofaa universiteti va uning tarkibidagi harbiy ta'lim muassasalarida istiqbolli harbiy texnologiyalar kafedralari va ularning tarkibida sun'iy intellekt va kiberxavfsizlik sikllari, o'quv fanlari joriy qilinishi va o'quv moddiy bazalari foydalanishga topshirilishi ushbu sohaga katta e'tibor berilayotganligini tasdiqlab turibdi. Ammo harbiy ta'lim muassasalarida faoliyat olib borayotgan pedagoglarning sun'iy intellekt texnologiyalarini qo'llab ta'lim berishga oid bilim va ko'nikmaning pastligi, bugungi kunda harbiy ta'lim tizimiga sun'iy intellekt texnologiyalari integratsiya qilish qilishda ayrim muammolarning mavjudligi tanlangan mavzusining naqadar dolzarb ekanligini ifodalaydi.

Sun'iy intellekt - insonning bilim va ko'nikmalariga taqlid qilish imkonini beruvchi (shu jumladan, mustaqil ravishda o'rganish va yechimlarni izlash) hamda aniq vazifalarni bajarishda inson aqliy faoliyati natijalari bilan taqqoslanadigan natijalarni olish imkonini beradigan texnologik yechimlar majmuidir.

Umuman olganda, sun'iy intellekt olingan ma'lumotlar asosida muayyan xulosalar chiqarishga qodir bo'lgan modellar va usullar to'plamidir.

"Sun'iy intellekt" atamasi birinchi marta Jon Makkarti tomonidan 1956- yilda Amerika Ayvi Ligasi universiteti Dartmut kollejida bo'lib o'tgan seminarda ishlatilgan. Birinchi sun'iy intellekt dasturi 1951-yilda Buyuk Britaniyalik kompyuter olimi Kristofer Strachey tomonidan ishlab chiqilgan. 1952-yilda ushbu sun'iy intellekt dasturi sheriklarining harakatlarini bashorat qilish bilan birga, odamlar bilan shashka o'ynashni o'rgangan edi. Ingliz matematigi va kompyuter olimi Alan Tyuring hatto o'sha paytda nashr etilgan shaxmat dasturlash bo'yicha maqolasida mazkur tizim haqida alohida so'z yuritgan edi.

Sun'iy intellekt sohasidagi taraqqiyotning navbatdagi bosqichi 1990-yillarning o'rtalariga to'g'ri keladi. Xususan, 1997-yilda shaxmatchi Garri Kasparovni mag'lub etishga muvaffaq bo'lgan IBM Deep Blue superkompyuteri katta shov-shuvlarga sabab bo'ladi.

Sun'iy intellekt texnologiyalarining ta'limga joriy etilishi 1970-yillarga borib taqaladi. Dastlabki urinishlar har bir talaba uchun o'rganishni avtomatik ravishda moslashtirish yoki individuallashtirish qoidalariga asoslangan sun'iy intellekt usullaridan foydalanish orqali namoyon bo'ldi. Mazkur davrdan boshlab ta'limda sun'iy intellekt texnologiyalarining rivojlanishi bir necha yo'nalishlarda talabalarga yo'naltirilgan sun'iy intellekt, o'qituvchiga yo'naltirilgan sun'iy intellekt va tizimga yo'naltirilgan sun'iy intellekt ko'rinishida davom etdi.

Sun'iy intellekt sohasi bilan shug'ullanadigan olimlar sun'iy intellekt texnologiyasini to'rtta asosiy turga ajratishadi:

1. Zaif sun'iy intellekt - tajriba to'plash va to'plangan ma'lumotlardan foydalanish imkoniyatiga ega bo'lmagan sun'iy intellekt. Zaif sun'iy intellekt muayyan bir vazifani amalga oshirish uchun yaratilgan bo'lib, qo'shimcha funksiyalarni bajara olmaydi.

2. Cheklangan xotiraga ega sun'iy intellekt - ma'lumotlar parchalarini eslab qolish va ular asosida mavjud vaziyatni tahlil qilish uchun mo'ljallangan. To'plangan tajriba xotirada saqlanmaydi va boshqa ma'lumotlar bilan integratsiyaga kirishmaydi.

3. Kuchli sun'iy intellekt - kuchli mashinalar odamlarning fikrlashi va motivlarini egallashi, inson bilan muloqot qilishi, hattoki ijtimoiy va hissiy aqlga ega bo'lishi mumkin. Kuchli sun'iy intellektga o'xshash mashinalar allaqachon mavjud. Apple kompaniyasining Siri, Yandeks kompaniyasining Alisa va OPEN AI kompaniyasining Chat GPT nomli virtual yordamchilari va chat botlari shular jumlasidandir. Mazkur kuchli sun'iy intellekt vositalari odamlar bilan muloqot qilish usullarini o'rgatadi.

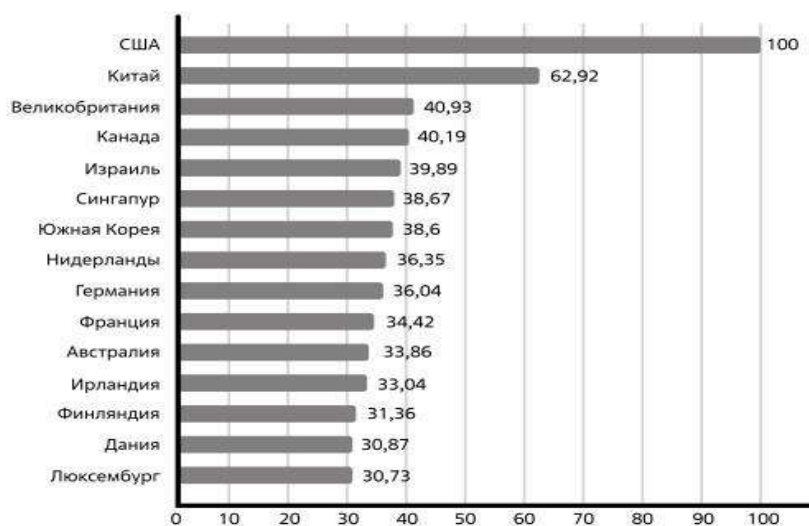
4. Super intellekt - har tomonlama odamlardan oshib ketadigan sun'iy intellektni rivojlantirishning yakuniy bosqichi. Bunday darajadagi tizimlarning paydo bo'lishi olimlar inson ongining ishlash tizimini to'liq o'rganib, modellashtirish mumkin bo'ladi.

Rivojlangan davlatlarda sun'iy intellekt texnologiyalarining ta'lim tizimidagi joriy holati

Dunyo XXI-asrga kelib barcha sohalarda jadal rivojlanish yo'lidan bormoqda, bunga asosiy sabab axborot texnologiyalar rivojlanishi, unda inson ishtiroki kamayib sun'iy intellekt

texnologiyalarining ulushi ortib bormoqda. Bunday vaziyatda insoniyat oldida turgan asosiy vazifalardan biri insonlarni tez va to'g'ri ma'lumotlar bilan ta'minlaydigan texnologiyalarni yaratishga bo'lgan ehtiyoji yuzaga keladi. 2000-yildan boshlab dunyoning rivojlangan mamlakatlari ta'lim tizimida inqilob qilishga urinmoqdalar, bu inqiloblarni amalga oshirishda sun'iy intellekt texnologiyalarining o'rni beqiyos.

Quyidagi 1-rasmda 2024-yil yakunlariga ko'ra "Global AI Index" reytingida sun'iy intellekt texnologiyalarini rivojlanganlik darajasi bo'yicha top-15 joy olgan davlatlar keltirilgan, ular quyidagilar:



1-rasm. Global AI Index reytingi

Bu davlatlar sun'iy intellekt texnologiyalarining oliy ta'limda qo'llanilishi bo'yicha ko'plab innovatsiyalar va tajribalarni amalga oshirmoqda. Shu o'rinda o'z o'zidan savol tug'iladi hozirda ushbu davlatlarda oliy ta'lim tizimida sun'iy intellekt

texnologiyalarning joriy holati, yutuq va kamchiliklari nimalardan iborat degan, ushbu savollarga quyida javob berishga harakat qilamiz.

Rivojlangan davlatlarning ta'lim tizimi haqida fikr bildirilar ekan ko'z oldimizga o'z-o'zidan AQSH ta'lim tizimi keladi. Darhaqiqat bugungi zamonaviy ta'limda AQSH sun'iy intellekt texnologiyalarini qo'llash bo'yicha birinchi o'rinda turadi. AQSH oliy ta'lim tizimida sun'iy intellekt texnologiyalarining qo'llanilishi 1980-yillarga borib taqaladi, lekin sun'iy intellektning asosiy rivojlanish jarayonlari 2000-yillardan keyin boshlandi va hozirda rivojlanib bormoqda.

Bugungi kunda AQSHning barcha maktab, kollej va universitet (institut)larida sun'iy intellekt texnologiyalaridan keng foydalanilmoqda.

Olimlarining ta'kidlashicha AQSH oliy ta'lim sohasida asrimizning boshidan, bugungi kunga qadar sun'iy intellekt texnologiyalarini joriy qilinishi o'tgan asrning oxirgi o'n yilligiga nisbatan 60 % ga ko'paygan. AQSH oliy ta'limda sun'iy intellekt foydalanishda inqilob qilmoqda.

Bundan tashqari, oliy ta'lim muassasalari talabalarining 97% va undan ko'prog'i virtual reallik (VR)ni o'z ichiga olgan kurslarda o'qish istagini bildirishmoqda va har 10 o'qituvchidan 9 nafari virtual reallikni o'z ichiga olgan kurslar talabalarining o'qishga faolligini oshirishi mumkinligini ta'kidlashmoqda.

2024-yil yakunida AQSH oliy ta'lim tizimida sun'iy intellekt texnologiyalarning joriy holati yuzasida statistik ma'lumotnomani taqdim qildi (2-rasm).

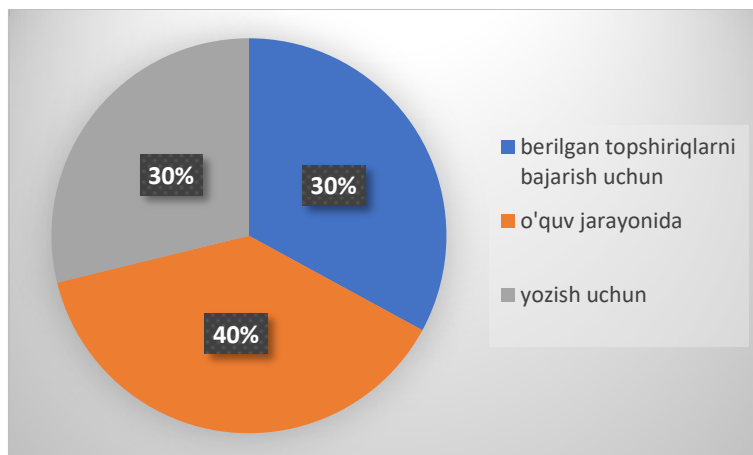
Universitet (institut) talabalarining oliy ta'limda sun'iy intellekt foydalanish holati:

AQSH universitetlari talabalarining 95% o'zlarining o'quv yoki mustaqil tayyorgarlik vaqtlarida sun'iy intellektning Chat-GPT chat-botlaridan foydalanishlarini ta'kidlashgan;

shu bilan birga, sun'iy intellekt talabalarining 17% Bing chat botidan foydalanishini va 8% Google Bard/Geminidan foydalanishni qayd etgan;

talabalarining yana 28% o'quv jarayonida sun'iy intellektdan foydalanishini bildirgan. Shu bilan birga, talabalarining 40 % berilgan topshiriqlarni bajarish va yozish uchun sun'iy intellektdan foydalanishni qayd etgan;

AQSH universitetlari talabalarining 95% o'zlarining o'quv yoki mustaqil tayyorgarlik vaqtlarida sun'iy intellektning Chat-GPT chat-botlaridan foydalanishlarini ta'kidlashgan.



2-rasm. AQSH oliy ta'lim muassasalarida 2024-yilda sun'iy intellekt texnologiyalaridan foydalanishning joriy holati

Shu bilan birga, sun'iy intellektdan talabalarining 17% Bing Chat foydalanishini va 8% Google Bard/Geminidan foydalanishni qayd etgan.

AQSHda mashg'ulot davomida o'qituvchilar ham sun'iy intellekt vositalaridan foydalanishadi. Bugungi kunda AQSH da 10 nafar o'qituvchidan 6 nafari sinf mashg'ulotlarida sun'iy intellekt vositalaridan foydalanishmoqda. Statistik ma'lumotlarga qaraganda

26-yoshgacha bo'lgan yosh o'qituvchilar sinf mashg'ulotlarida sun'iy intellekt vositalaridan ko'proq foydalanishmoqda. O'qituvchilarning 51% sinf mashg'ulotlarida sun'iy intellektga asoslangan ta'lim o'yinlaridan foydalangan, 43% esa sinf mashg'ulotlarida moslashtirilgan o'quv platformalaridan foydalanishini bildirgan.

O'qituvchilarning 65% o'z darslarida sun'iy intellekt texnologiyalaridan foydalanadilar.

O'qituvchilarning deyarli yarmi ta'limdagi sun'iy intellekt texnologiyalarida foydalanishdan xursand ekanligini bildirgan.

Bundan tashqari, o'qituvchilarning 44% sun'iy intellektdan tadqiqot maqsadlarida foydalanishini, 38% esa mashg'ulot rejalarini tuzishda foydalanishlarini bildirgan.

O'qituvchilarning 75% dan ortig'i sun'iy intellektdan muntazam foydalanmasligini aytdi.

Bundan tashqari, universitet (institutlarning) uchdan biridan ko'prog'i o'z talabalariga sun'iy intellektdan qanday samarali foydalanishni o'rgatish uchun Gen AI platformasidan foydalanmoqda.

AQSH oliy ta'lim tizimida sun'iy intellekt texnologiyalarini qo'llash natijasida quyidagi yutuqlarga erishdi. Bular quyidagilar:

1. Moslashuvchan ta'limning rivojlanishi, sun'iy intellekt texnologiyalari har bir talabaning darajasidan kelib chiqib bilim darajasini aniqlash, o'quv dasturlari, topshiriqlar ishlab chiqish imkonini bermiqda.

2. Topshiriqlarni avtomatik baholash va tahlil qilish, talabalar bajargan test, uy vazifalari, esse boshqa vazifalarni tahlil qilish va baholash, grammatik va imloviy xatolarni hamda plagiatni aniqlash imkonini bermiqda bu esa o'z navbatida o'qituvchilar yuklamasini ancha kamaytirmiqda.

3. Sun'iy intellekt yordamchilari rivoji, ko'plab universitetlar sun'iy intellekt texnologiyasiga asoslangan platformalar, chat-botlar va virtual yordamchilar joriy qilgan bo'lib, ular talabalar uchun umumiy va individual dars jadvalarini tuzish, uyga vazifalar yaratish va talabalarga jo'natish, yuzaga kelgan savollarga tezkor javoblar tayyorlash va ma'lumotlarni tahlil qilish imkonini bermiqda.

4. Talabalarga masofaviy ta'lim berish, xorijiy tillarni bilmaydigan talabalarga mashg'ulotni real vaqt rejimida tarjima qilish, mashg'ulot nutqini matnga aylantirib berish, talabalar davomati va faolligini onlayn kuzatish imkoniyatini bermozda.

5. Inklyuziv (nogironlar) ta'limi uchun qulaylik, mashg'ulot matnlarini ovozga aylantirish, ko'zi ojiz talabalar uchun navigatsiya berish, materiallarni nutq bilan boshqarish imkoniyatini berish kabi imkoniyatlarni bermozda.

Xulosa qilib aytganda, AQSH oliy ta'lim tizimida sun'iy intellekt texnologiyalari keng qo'llanilmozda. Buning uchun ularda malakali pedagoglar, infrastruktura va o'quv moddiy bazalari yetarli darajada desak mubolag'a bo'lmaydi.

Xitoy har jabhada yetakchilikka intilmozda chunki XXI-asrda Xitoy texnologik davlatga aylanib ulgurdi. U barcha sohada ulkan yutuqlarga erishmozda, buning zampirida esa sifatli ta'lim va tarbiya jarayoni yotibdi desak adashmagan bo'lamiz. Xitoy hukumati sun'iy intellekt texnologiyalarini mamlakat ta'lim sohasini rivojlantirishning asosiy yo'nalishlaridan biri sifatida ko'radi va bu borada bir qator strategiyalarni ilgari surmozda.

Xitoy Xalq Respublikasi hukumati 2017-yilda "Sun'iy intellektni rivojlantirish bo'yicha milliy strategiya"ni e'lon qildi. Bu strategiya 2030-yilga qadar Xitoyni sun'iy intellekt bo'yicha global liderga aylantirishni maqsad qilgan.

Xitoy ta'lim tizimida sun'iy intellekt texnologiyalarini joriy qilish va rivojlantirishga investitsiyalarni oshirishda davom etmozda. 2020-yilda Xitoy ta'lim tizimiga sun'iy intellekt texnologiyalarini rivojlantirishga ajratgan mablag'lari 30 milliard dollarni tashkil qilgan bo'lsa 2025-yilda bu ko'rsatgich 70 milliard dollarni tashkil qildi.

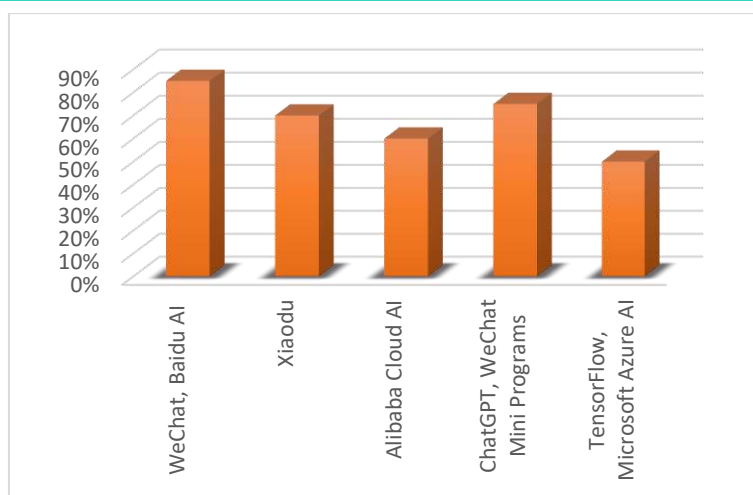
Xususan oliy ta'lim tizimida sun'iy intellekt texnologiyalarini qo'llanilishi so'ngi yillarda sezilarli darajada rivojlanmozda. Bu jarayon talabalarni ta'lim jarayonida yanada samarali va interaktiv usulda qo'llashga imkon beruvchi yangi imkoniyatlar yaratmozda.

Bugungi kunda Xitoyda ko'plab universitetlar va ta'lim muassasalari sun'iy intellekt texnologiyalari asosida ishlaydigan ta'lim platformalarini ishlab chiqmozda va ta'lim tizimiga joriy qilmozda. Bu platformalar talabalar uchun individual o'qish rejalarini yaratish, bilim darajasini baholash va o'qish jarayonini nazorat qilish hamda optimallashtirish imkonini bermozda. Sun'iy intellekt texnologiyalari yordamida yaratilgan virtual o'qituvchilar va chatbotlar talabalarga 24/7 rejimida ta'lim olish imkonini taqdim etmozda. Bundan tashqari sun'iy intellekt texnologiyalari asosida yaratilgan maxsus dasturlar orqali o'qituvchilar o'z malakalarini oshirishlari, talabalar tomonidan berilgan topshiriqlarni qisqa vaqt davomida tekshirishlari va tahlil qilishlari mumkin. Bu esa o'qituvchilarga mashg'ulotlarni sifatli o'tkazishga yordam bermozda.

Hozirda Xitoyda oliy ta'lim muassasalarida 200 dan ortiq sun'iy intellekt texnologiyalari asosida ta'lim beradigan platformalar qo'llanilmozda. Bu platformalar asosan dasturlash, algoritmlar bo'yicha ta'lim berishga yo'naltirilgan. Hukumat tomonidan 2025-yilda oliy ta'lim tizimida sun'iy intellekt texnologiyalarini rivojlantirishga 12-milliard dollar atrofida mablag' ajratilgan.

2024-yilda Xitoy oliy ta'lim tizimida sun'iy intellekt texnologiyalaridan foydalanish bo'yicha statistik ma'lumotlarni taqdim qildi (3-rasm).

Xitoyda 2025-yil holatiga ko'ra oliy ta'lim tizimida 40 milliondan ortiq talaba sun'iy intellekt texnologiyalari asosida ta'lim olmozda hamda sun'iy intellekt dasturlari va platformalaridan foydalanmozda. 2020-2025-yillar oralig'ida Xitoy oliy ta'lim muassasalarida sun'iy intellekt bo'yicha ta'lim berish maqsadida 200 mingdan ortiq ish o'rinlari yaratilgan. 2022-2025-yillar oralig'ida Xitoyda 10 mingdan professor-o'qituvchilar tarkibi sun'iy intellekt texnologiyalarini ta'lim jarayonida qo'llash bo'yicha malakasi oshirilgan va maxsus treninglardan o'tkazilgan.



3-rasm. Talabalar foydalanadigan SI texnologiyalari

Ammo sun'iy intellekt texnologiyalarini oliy ta'lim tizimida ta'lim jarayonida qo'llash jarayonida bir qator kamchiliklar aniqlanmoqda. Bular quyidagilar:

1. Sun'iy intellektga ortiqcha qaramlik vujudga kelishi, natijada talabalarda mustaqil fikrlash, ijodkorlik, mantiqiy tahlil kabi ko'nikmalari pasayib ketmoqda. Ya'ni talabalar ta'lim platformalari va chatbotlari tomonidan berilgan berilgan ma'lumotlarga ishonib qolmoqda. Buning natijasida ko'plab xatoliklar yuzaga keladi.

2. Xavfsizlik va shaxsiy ma'lumotlarga tahdidlarning paydo bo'lishi, sun'iy intellekt texnologiyalari talabalarga ma'lumot berishdan oldin u bilan muloqotga kirishadi va ko'plab shaxsiy va faoliyatga doir ma'lumotlarni olishga intiladi, bu esa maxfiylik hamda kasbiy va shaxsiy ma'lumotlar xavfsizligiga ta'sir ko'rsatadi.

3. Tengsizlik va tafovut, sun'iy intellekt texnologiyalarini oliy ta'lim muassasalariga joriy etishda poytaxt va yirik shaharlardagi universitet (institut)lar juda ilg'or, kichik shaharlarda joylashga universitetlar esa ancha ortda qolmoqda. Bu ko'plab omillar bilan tavsiflanmoqda bular, infrastruktura, malakali kadrlar va o'quv moddiy bazalari bilan bog'liq.

4. O'qituvchilarning ta'lim jarayonida sun'iy intellekt texnologiyalarini qo'llash bo'yicha bilim va ko'nikmalarining yetishmasligi, universitet (institut) o'qituvchilarning o'rtacha yoshi 45-50 yoshni tashkil etishi va ular sun'iy intellekt texnologiyalaridan to'liq foydalana olmayotganligi hamda zamonaviy raqamli texnologiya, dasturlar va platformalardan foydalanish bo'yicha tayyorgarlik darajasining pastligi bilan ifodalanadi.

5. Oliy ta'limda inson omilining pasayishiga olib kelmoqda, talabalarga berilgan topshiriqlarni tekshirish, ularni baholash hamda maxsus dasturlar va platformalar orqali o'qitish o'qituvchi va talabalar o'rtasida muloqot kamayadi hamda ta'lim sifatiga o'z ta'sirini ko'rsatadi.

Xulosa qilib aytganda, Xitoy oliy ta'lim tizimida sun'iy intellekt texnologiyalarining qo'llanilishi jadal sur'atlarda rivojlanib bormoqda va bu jarayon ta'lim sifatini oshirishga xizmat qilmoqda.

Mamlakatimiz ta'lim tizimiga sun'iy intellekt texnologiyalari 2016-yildan boshlab kirib kela boshladi. Bugungi kunda ta'lim tizimida sun'iy intellekt texnologiyalarni joriy qilish va rivojlantirish maqsadida Prezidentimizning bir qator farmon va qarorlari ishlab chiqildi, ular quyidagilar:

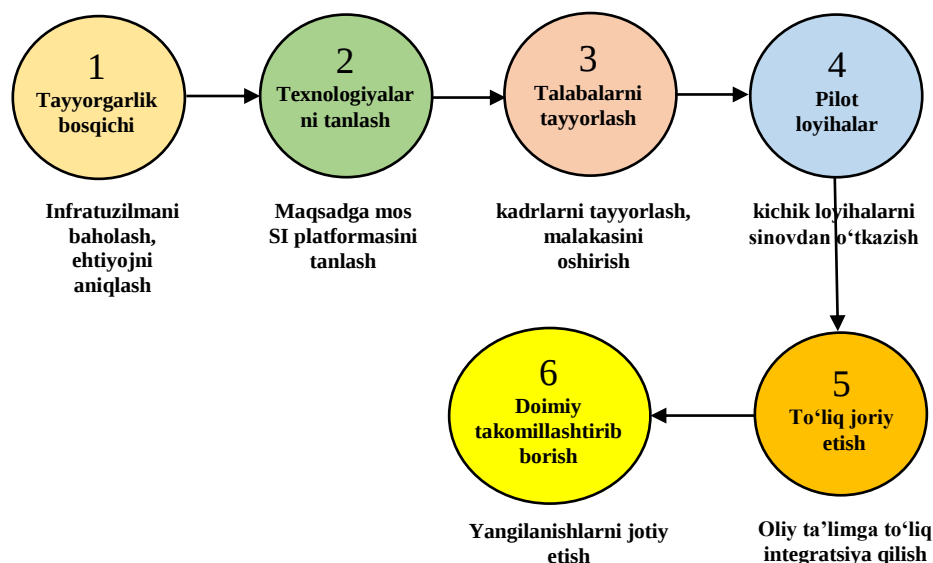
O'zbekiston Respublikasi bugungi raqamli transformatsiya davrida sun'iy intellekt (SI) texnologiyalari hayotimizning barcha jabhalariga, shu jumladan oliy ta'lim sohasiga ham jadal kirib kelmoqda. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 5-oktabrdagi PF-6079-sonli farmoni bilan tasdiqlangan "Raqamli O'zbekiston - 2030" strategiyasi, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 17-fevraldagi PQ-4996 – sonli "Sun'iy intellekt texnologiyalarini jadal joriy etish uchun shart-sharoitlar yaratish chora-tadbirlari" to'g'risidagi qarori hamda O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2024-yil 14-oktabrdagi PQ-358-sonli "Sun'iy intellekt

texnologiyalarini 2030-yilga qadar rivojlantirish strategiyasini tasdiqlash” to’g’risidagi qarorlari imzolandi va sohani rivojlantirishga huquqiy asos bo’lib xizmat qilmoqda [1,2,3]. O’zbekiston ta’lim tizimida sun’iy intellekt texnologiyalarini joriy etish jarayoni endigina shakllanayotgan bo’lsada, bu borada muhim qadamlar tashlana boshlandi.

Xususan, mamlakatimizda raqamli ta’lim platformalari yaratilmoqda, masofaviy ta’lim tizimi rivojlantirilmoqda va o’quv jarayoniga zamonaviy axborot texnologiyalari joriy etilmoqda. Biroq, sun’iy intellekt texnologiyalarining oliy ta’lim tizimiga joriy etishda muammolar va bajarilishi zarur bo’lgan vazifalar yuzaga kelmoqda.

O’zbekiston Respublikasi oliy ta’lim tizimi bugungi kunda sun’iy intellekt texnologiyalarini joriy etishda bir qator muammolarga duch kelmoqda: ta’lim sifatidagi farqlar, malakali pedagog kadrlar yetishmovchiligi, zamonaviy o’quv materiallari va texnik resurslarga cheklangan kirish, ta’lim dasturlarining mehnat bozori talablariga to’liq mos kelmasligi va boshqalar. Sun’iy intellekt texnologiyalari bu muammolarni hal qilish uchun samarali vosita bo’lib xizmat qiladi. Birinchidan, SI texnologiyalari o’quv jarayonini individuallashtirish orqali har bir talabaning ehtiyojlari, qiziqishlari va o’qish sur’atiga moslashuvchan yondashuvni ta’minlaydi. Ikkinchidan, bu texnologiyalar o’qituvchilarni ortiqcha ishlardan ozod qilib, ularning asosiy e’tiborini o’qitish sifatini oshirishga qaratish imkonini beradi. Uchinchidan, SI ta’lim muassasalari boshqaruvini optimallashtirish, iqtisodiy samaradorlikni oshirish va ma’muriy jarayonlarni avtomatlashtirish imkoniyatini beradi.

Oliy ta’lim tizimiga sun’iy intellekt texnologiyalarini joriy etish quyidagi davrlarga bo’lingan (4-rasm).



4-rasm. Oliy ta’lim tizimiga SI joriy etish bosqichlari

Mamlakatimizda sun’iy intellekt texnologiyalarini oliy ta’lim tizimiga joriy qilish va rivojlantirish maqsadida quyidagi loyihalar amalga oshirildi:

2021/22 o’quv yilidan boshlab 15 ta oliy ta’lim muassasasida sun’iy intellekt texnologiyalarining iqtisodiyot tarmoqlari hamda davlat boshqaruvi tizimida amaliy qo’llanilishi bo’yicha kurslar va fanlar joriy etildi;

2023/24 o’quv yilidan boshlab har yili “sun’iy intellekt” yo’nalishida kadrlar tayyorlash uchun 12 ta oliy ta’lim muassasasiga 572 nafar talaba (510 nafar bakalavr, 62 nafar magistratura) o’qishga qabul qilindi;

“El-yurt umidi” jamg’armasi tomonidan “sun’iy intellekt” yo’nalishi bo’yicha ta’lim olish istagini bildirgan yoshlar yetakchi xorijiy oliy ta’lim muassasalariga yuborilmoqda;

raqamli texnologiyalar vazirligi huzurida ixtisoslashgan laboratoriyalarga ega raqamli texnologiyalar va sun’iy intellektni rivojlantirish ilmiy-tadqiqot instituti tashkil etildi;

O'zbekiston Respublikasi ochiq ma'lumotlar portali faoliyati doirasida sun'iy intellekt asosidagi dasturiy ta'minotdan foydalanish uchun davlat organlari ma'lumotlari va boshqa ma'lumotlar to'plamlarini olish imkoniyatini taqdim etuvchi raqamli ma'lumotlar platformasi (data.egov.uz) ishga tushirildi;

oliy ta'lim muassasalarida shaxsni identifikatsiya qilish orqali talabalar davomatini monitoring qilish hamda xavfsizligini ta'minlash;

fanlar, mavzular, o'quv guruhlar bo'yicha ta'lim jarayonidagi kamchiliklarni aniqlash, shuningdek, talabalarning aqliy va jismoniy rivojlanishini tahlil qilib borish hamda maktab boshqaruvi samaradorligini oshirish;

bilim sifatini baholashni avtomatlashtirish va o'quv natijalari to'g'risidagi ma'lumotlarni tahlil qilish;

dasturlash tillari va sun'iy intellektni o'rganish imkoniyatlarini kengaytirish;

oliy ta'limda masofaviy hamda onlayn o'qitish texnologiyalarini joriy etish va rivojlantirish uchun onlayn kurslar ishlab chiqish;

talabalar o'rtasida ularning intellektual va ijodiy qobiliyatlarini rivojlantirishga qaratilgan tadbirlar sonini ko'paytirish.

Yuqoridagi fikrlardan ko'rinib turibdiki mamlakatimiz ta'lim tizimida sun'iy intellekt texnologiyalarini joriy qilish jadal sur'atlarda rivojlanib bormoqda.

Bugungi kunda oliy harbiy sohasiga ham sun'iy intellekt texnologiyalarini integratsiya qilish va rivojlantirish bo'yicha islohotlar olib borilmoqda, xususan O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2025-yil 29-iyuldagi "Mudofaa vazirligi harbiy kadrlarni tayyorlash tizimini transformatsiya qilishga oid qo'shimcha chora tadbirlarga to'g'risida"gi 235-sonli qaroriga asosan oliy ta'lim muassasalarida sun'iy intellekt va istiqbolli texnologiyalar kafedralari

va sikllari tashkil etildi va o'z faoliyatini olib bormoqda.

Mamlakatimiz oliy ta'lim tizimiga sun'iy intellekt texnologiyalarini integratsiya qilish va rivojlantirish bo'yicha ko'plab mablag'lar kiritilmoqda va loyihalar joriy qilinmoqda, shunga qaramasdan biz sun'iy intellekt texnologiyalarni ta'lim tizimida joriy qilishda uning o'ziga xosligi, ijobiy va salbiy tomonlarini ham inobatga olishimiz zarur.

Bugungi kunda mamlakatimiz oliy ta'lim tizimida sun'iy intellekt texnologiyalarini qo'llashning quyidagi ijobiy va salbiy tomonlari mavjud (1-jadval).

1-jadval

Sun'iy intellekt texnologiyalarining mamlakatimiz oliy ta'lim tizimidagi ijobiy va salbiy tomonlari

Ijobiy tomonlari	Salbiy tomonlari
Ta'lim jarayonini individuallashtirish	Inson bilan o'zaro hamkorlik yoki muloqotning kamligi
Samarali baholash va baholanishning mavjudligi	O'qituvchilar orasida ishsizlikning ortishi
Intellektual o'qitish tizimiga egaligi	Moliyaviy muammoning ortib borishi
O'qituvchilarning yuklamasini kamaytirish	Emotsional jarayonning yo'qligi
Maxsus ehtiyojli talabalarni qo'llab-quvvatlash	Sun'iy intellekt texnologiyalariga bog'lanib qolish
Interaktiv ta'lim berish imkoniyati	SI texnologiyalari berayotgan ma'lumotlardagi muammolar
Ta'lim sifatini oshirish	Talabalarning o'ylash imkoniyatlarini pasaytiradi
Uzluksiz ta'lim olish imkoniyati	Xizmat ko'rsatishdagi muammolar
Real vaqt rejimida qayta aloqa	SI texnologiyalari uchun infratuzilma yetishmasligi
Innovatsion ta'lim metodlarini rivojlantirish	Muloqotdagi to'siqlar

Xulosa o'rnida shuni aytishimiz mumkin, sun'iy intellekt oliy ta'lim tizimini o'zgartirishda davom etadi va ahamiyati tobora ortib boradi;

sun'iy intellekt texnologiyalari ta'lim tizimida qo'llanilishi talabalar va o'qituvchilarning bilim darajasini yangi bosqichga olib chiqishi mumkin;

sun'iy intellekt texnologiyalarini ta'lim tizimida keng qo'llash orqali o'qitishni individuallashtirish yanada samarali va keng rivojlanib boradi;

oliy ta'lim muassasalari professor-o'qituvchilarining sun'iy intellekt texnologiyalarini qo'llash bo'yicha bilim va ko'nikma bo'lishi zarur;

Oliy harbiy ta'lim muassasalariga sun'iy intellekt texnologiyalarini integratsiya qilishdan oldin professor – o'qituvchilar tarkibini malakasini oshirish, infratuzilma va maxfiylikga oid masalalarni hal qilish lozim.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

[1] O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 17-fevraldagi "Sun'iy intellekt texnologiyalarini jadal joriy qilish etish uchun shart sharoitlar yaratish chora tadbirlari" to'g'risidagi PQ-4996 - sonli qarori // Toshkent. - 2021, 10 b.

[2] O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 11-sentabrdagi "O'zbekiston-2030" strategiyasi to'g'risida" PF-158-sonli farmoni // Toshkent -2023, 37 b.

[3] O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2024-yil 14-oktabrdagi "Sun'iy intellekt texnologiyalarini 2030-yilga qadar rivojlantirish strategiyasini tasdiqlash" to'g'risidagi PQ-358-sonli qarori // Toshkent. – 2024, 30 b.

[4] G'ulomov S.S. va boshqalar "Axborot tizimlari va texnologiyalari". Oliy o'quv yurti talabalari uchun darslik. - T: "Sharq", 2000 y. 336-368 b.

[5] Raximov N.O. Intellektual o'qitish tizimlarida bilimlarni ifodalash modellari//TATU xabarlari. – Toshkent. №4. 2010. 64-68 b.

[6] Kadirov M.M. "Axborot texnologiyalari" fanidan o'quv qo'llanma. 1-qism. - T.: "Sano-standart" nashriyoti, - 2018. 192-237 b.

[7] Brusilovskiy P.L. Intellektualniye obuchayushiye sistemi.//Informatika. Nauka-texnicheskiy sbornik. Kiyev, 1990. № 2.

[8] Bessmertniy I.A. "Iskusstvenniy intellekt" Uchebnoye posobiye. Sankt-Peterburg 2010. 27-32 s.

[9] "Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning" edited by Rose Luckin, Wayne Holmes, Tiffany Barnes, and Xiangen Hu (2019).

[10] "Intelligent Tutoring Systems: 15th International Conference, ITS 2021, Athens, Greece, June 22–27, 2021, Proceedings" edited by Ioannis M. Hatzilygeroudis, Sergey A. Karpov, George Pavlidis, and Antonija Mitrovic (2021).

[11] "The Future of AI in Education: Ethical, Legal, and Social Issues" edited by Danilo Persi Paoli and Benedict du Boulay (2022).

[12] "Artificial Intelligence and the End of Work: The Human Advantage" by Nigel M. de S. Cameron (2022).

“INNOVATION TECHNOSYSTEMS” ilmiy texnik jurnali.
O‘R HX va MU AKT va HAI, 2025-y. – 258 b.



***Eslatma:** Maqolalar mazmuniga javobgarlik mualliflar zimmasiga yuklatiladi.*

© Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari va harbiy aloqa instituti, 2025-yil.

Terishga berildi: 20.12.2025.
Bosishga ruxsat etildi: 30.12.2025.
Qog‘ozga bichimi: 60/84 1/8.
Shartli bosma tabog‘i – 20.
Adadi – 2 nusxa.