

МУҲИМ ВА ТОИФАЛАНГАН ОБЪЕКТЛАРНИНГ МУҲОФАЗАСИ ВА ХАВФСИЗЛИГИНИ ТАЪМИНЛАШ

Муслимов Хусан Нишонбоевич
Ўзбекистон Республикаси
ИИБ Малака ошириш институти
Жанговар тайёргарлик
цикли ўқитувчиси, майор
тел: +99899 822-89-91

Аннотация: Мақолада миллий хавфсизлик ва иқтисодий барқарорликни таъминлашда муҳим аҳамиятга эга стратегик объектларни ҳимоя қилиш масалалари муҳокама қилинган. Замонавий таҳдидларнинг турлари — киберҳужумлар, террорчилик, дронлар орқали хуружлар, ахборот манипуляцияси таҳлил этилган. Шу билан бирга, объектларни ҳимоя қилишда самарали ечимлар сифатида инновацион технологиялар, анти-дрон воситалари, пассив радарлар ва радиочастота асосида аниқлаш усуллари тавсия этилган. Канаданинг Оттава шаҳридаги тажриба асосида дронларга қарши курашишда рақамли телевидение сигналларидан фойдаланиш орқали кичик ҳажмли учувчисиз аппаратларни аниқлашнинг самарадорлиги кўрсатиб берилган. Мақолада шунингдек, дрон операторларининг геолокациясини радиочастота сенсорлари ёрдамида

аниқлаш, камуфляжланган нано-дронларни аниқлаш муаммолари ва ечимлари ёритилган.

Калит сўзлар: стратегик объектлар, миллий хавфсизлик, учувчисиз учиш аппаратлари, дронлар, пассив радарлар, киберхавфсизлик, анти-дрон технологиялар, радиочастота сенсорлари, ахборот инфратузилмаси.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОХРАНЫ И БЕЗОПАСНОСТИ ВАЖНЫХ И КАТЕГОРИРОВАННЫХ ОБЪЕКТОВ

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы защиты стратегических объектов, имеющих важное значение для обеспечения национальной безопасности и экономической стабильности. Проанализированы современные виды угроз, такие как кибератаки, терроризм, атаки с использованием дронов, информационные манипуляции. В качестве эффективных решений по защите объектов предложены инновационные технологии, антидроновые средства, пассивные радары и методы обнаружения на основе радиочастот. На примере практики города Оттава (Канада) продемонстрирована эффективность выявления малогабаритных беспилотных летательных аппаратов с использованием сигналов цифрового телевидения. Также в статье освещаются вопросы определения геолокации операторов дронов с помощью радиочастотных сенсоров, а также проблемы и решения, связанные с обнаружением замаскированных нано-дронов.

Ключевые слова: стратегические объекты, национальная безопасность, беспилотные летательные аппараты, дроны, пассивные радары, кибербезопасность, антидроновые технологии, радиочастотные сенсоры, информационная инфраструктура.

ENSURING THE PROTECTION AND SECURITY OF IMPORTANT AND CATEGORIZED FACILITIES

Abstract: This article examines the protection of strategic facilities that play a crucial role in ensuring national security and economic stability. It analyzes modern types of threats such as cyberattacks, terrorism, drone-based assaults, and information

manipulation. As effective solutions for safeguarding these facilities, the article proposes the use of innovative technologies, anti-drone systems, passive radars, and radio frequency-based detection methods. The experience of Ottawa, Canada, is presented as an example, demonstrating the effectiveness of using digital television signals to detect small unmanned aerial vehicles. The article also addresses issues related to identifying drone operators' geolocation through radio frequency sensors, as well as the challenges and solutions in detecting camouflaged nano-drones.

Keywords: strategic facilities, national security, unmanned aerial vehicles, drones, passive radars, cybersecurity, anti-drone technologies, radio frequency sensors, information infrastructure.

Ҳар қандай мамлакатнинг миллий хавфсизлиги ва иқтисодий барқарорлигини таъминлашда ўта муҳим ва тоифаланган объектларнинг аҳамияти беқиёсдир. Бундай объектларга энергетика, алоқа, транспорт, муҳофаа, сув таъминоти ва бошқа стратегик тармоқларга тегишли инфратузилмалар киради. Уларнинг изчил фаолият юритиши нафақат иқтисодий ўсиш, балки жамиятнинг ижтимоий барқарорлиги ва давлат суверенитети учун ҳам ҳал қилувчи аҳамиятга эга.

Сўнгги йилларда дунё миқёсида геосиёсий зиддиятлар, технологик тараққиёт ва рақамлашув жараёнлари натижасида бу каби объектларга таҳдидлар кўлами ва кўриниши тобора мураккаблашмоқда. Киберхужумлар, террорчилик ҳаракатлари, дронлардан фойдаланган хуружлар, ахборот манипуляцияси ва гибрид хатарлар объектларнинг хавфсизлигига жиддий таҳдид солмоқда. Бу таҳдидларга қарши анъанавий ҳимоя воситалари етарли эмаслиги, хавфсизлик соҳасида инновацион ва комплекс ёндашувларни талаб этмоқда.

Мазкур мақолада ушбу объектларга бўлган замонавий таҳдидлар турлари таҳлил этилиб, уларни бартараф этиш ва ҳимоя қилишдаги замонавий технологиялар, ҳукукий механизмлар ва халқаро тажриба асосида самарали ечимлар таклиф қилинади. Шу орқали стратегик объектларнинг барқарор фаолиятини таъминлашга хизмат қилувчи тавсиялар ишлаб чиқилади.

1. Замонавий таҳдидларнинг кўпқиррали эканлиги.

Ҳозирги таҳдидлар бир йўналишли эмас — кибер, физик, ахборот ва гибрид шаклларда намоён бўлади. Улар тез ўзгарувчан, аниқлаш ва баҳолаш қийин бўлган хусусиятга эга. Ушбу муаммога ечим сифатида қуйидагиларни мисол қилиш мумкин: объектларнинг хавф таҳлилини доимий равишда янгилаб бориш, ҳар бир объект учун махсус **харита ҳамда тизимли мониторингини жорий этиш**, кибер ва физик таҳдидларни бир вақтда ҳисобга оладиган **комплекс хавфсизлик стратегиясини ишлаб чиқиш**.

2. Киберхавфсизлик тизимларининг етарлича ривожланмаганлиги.

Кўплаб объектларда автоматлаштирилган бошқарув тизимлари (SCADA, PLC) киберҳимоя элементларисиз ёки эскирган дастурий таъминот асосида ишлайди. Бу эса хакерлар учун осон ўлжага айланади. Мазкур муаммони бартараф қилиш учун SCADA/PLC тизимларини изоляциялаш ва замонавий **шифрлаш протоколларини жорий этиш**, ноодатий фаолиятни аниқловчи интеллектуал киберкузатув воситаларини татбиқ қилиш шунингдек, кибер хужумларга қарши **миллий сертификатлаштириш тизимини жорий этиш** орқали анча юқори натижага эришиш мумкин бўлади.

3. Дронлар ва автоном қурилмалар орқали амалга оширилаётган таҳдидлар.

Физик ҳимоя тизимлари учувчисиз учадиган аппаратлари, квадрокоптерлар ҳамда нано-дронларни аниқлаш ва уларни йўқ қилиш хусусиятига эга эмаслиги замонавий таҳдидларни олдини олишда бир қатор муаммолар туғдираяпти. Бу борада ҳам бир қатор тавсияларни айтиб ўтиш мақсадга мувофиқ бўлади. Масалан: **Анти-дрон** технологиялари: радиосигнал сканерлари, GPS сигнални блоклаш қурилмалари, лазерли йўқ қилиш тизимларидан унумли фойдаланиш мумкин. Замонавий таҳдидлар яъни, учувчисиз учадиган аппаратларнинг муҳим стратегик объектларга таҳдидларини олдини олиш, ҳимоя тизимининг ишончлилигини таъминлашда учувчисиз учиш аппаратларини аниқлашнинг истиқболли дастурларидан бири пассив радардир. Бунда ҳаётимиз давомида

мунтазам фойдаланиладиган телевизион сигналли антенналардан фойдали маълумотларни узатувчи қурилмалар ҳисобланади. Масалан: йирик телеканаллар томонидан узатиладиган телевизион сигналлар учувчисиз учадиган аппаратларни, ҳатто энг кичик ҳажмдаги ёки нано-дронларни ҳам аниқлаш учун етарли қувватга эга бўлади. Шаҳар жойларда телевизион сигнал узатиш антенналари ландшафтнинг ажралмас қисми бўлганлиги сабабли, инсонлар мазкур антенналардан унумли фойдаланиш усулини маъқул кўришади. Чунки, телевизион сигналлар бепул ва телевизион сигналлар узатгичига уланиш учун ҳеч қандай ортиқча тўлов ҳамда маблағ талаб қилинмайди. Қулайлигининг яна бир жиҳати шундаки, телевизион сигнал доимий равишда, узлуксиз, яъни 24/7 режимида узатилади. Бу радар кузатувининг энг қулай манбаи бўлиб хизмат қилади.

Шаҳар жойларда кичик ҳажмли учувчисиз учадиган аппаратларни пассив радар орқали аниқлаш усули Канаданинг Оттава шаҳрида қўлланилган. Оттава шаҳридаги Кемп-Форчун (Cemp-Forchun) тоғли ҳудудидаги дам олиш масканида телевизион сигнал узатувчи қурилма мавжуд. Бу қурилма кичик ҳажмли учувчисиз учадиган аппаратларнинг кузатиш ва маълумот олиш фаолиятини аниқлаш учун хизмат қилиб келмоқда. Мазкур қурилмани ўз навбатида ахборот инфратузилмасининг муҳим объектлари яқинида радар сифатида ҳам қўллаш мумкин бўлади. Барча иншоотлар телевизион узатиш минорасидан камида 17 километр радиусда жойлашган. Телевизор сигналидан фойдаланган ҳолда пассив радар кичик ҳажмли учувчисиз учадиган аппаратларни аниқлай олади. Қуйидаги биринчи жадвалда COTS-технологияларининг (Commercial Off The Shelf) учувчисиз учадиган аппаратларини аниқлаш имкониятларини баҳолайдиган ҳисоб-китоб натижалари келтирилган.

Тоифаланган объектлар яқинида рақамли телевидение сигналларини узатиш орқали пассив радар ёрдамида кичик ҳажмли учувчисиз учадиган аппаратларини аниқлаш.

1-жадвал

Узатгичнинг жойлашуви	Кэмп-Форчун, Квебек
Телевизион узатгичнинг қуввати, (ЭИИМ. СИНҚ) (Самарали изотропик нурланиш қуввати)	311 кВт
Видеосигнал частотаси, ϕ	537,25 МГц
Тўлқин узунлиги, c/ϕ	0,558 м
Тармоқ кенлиги, β	6 МГц
Узатгичдан нишонгача бўлган масофа, P_1	30 км
Нишондан қабул қилувчигача бўлган масофа, P_2	5 км
Электрон парамагнит резонанси нишон, σ	0,001 м ²
Қабул қилувчи антеннанинг кучайтирилган коэффициенти, Гр	100
Қабул қилувчи антеннанинг майдони, А	2,5 м ²
Қабул қилувчи қуввати	$2,18 \cdot 10^{-16}$ Вт
Қабул қилувчи томонидан қабул қилинган сигналнинг сигнал/шовқин нисбати	0,6
Аниқлаш чегарасига эришиш учун зарур бўлган сигнал/шовқин нисбати = 40	67

Канаданинг Отава шаҳрида жойлашган Кэмп-Форчун дам олиш масканидаги телевизион минора ҳаттоки ҳашаротлар сингари жуда кичик ҳажмдаги учувчисиз учадиган аппаратларни излаш ва аниқлаш учун етарли электрон парамагнит резонанс кучига эга. Ушбу телевизион минора Оттава халқаро аэропорти атрофида 5 км. радиусда кузатув дронлари ёки учувчисиз учиш аппаратларини аниқлай олади. Бу кўрсаткич эса ҳозирги глобаллашув давридаги талабларга тўлиқ жавоб беради деб, бемалол айтишимиз мумкин. Телевизион минора юқорида таъкидлаб ўтганимиздек жуда қулай имкониятларга эга¹. Телевизион миноранинг самарадорлигини аниқлаш бўйича ҳисоб-китоблар 2-жадвалда келтирилган.

Рақамли телевидение сигнал узатгичи ёрдамида Оттава халқаро аэропорти атрофида пассив радар ёрдамида кичик ўлчамли дронларни аниқлаш.

2-жадвал

Узатгичнинг жойлашуви	Кэмп-Форчун, Квебек
Телевизион узатгичнинг қуввати, (ЭИИМ. СИНҚ) (Самарали изотропик нурланиш қуввати)	311 кВт
Видеосигнал частотаси, ϕ	537,25 МГц
Тўлқин узунлиги, c/ϕ	0,558 м

¹ М.С.Иванов, П.В.Рябов, С.В.Петренко. “Ахборотдаги алгоритмик ва дастурий воситалар технологияси, радиоэлектроника ва телекоммуникация техник каналларини шакллантириш”. Халқаро сиртки илмий-техник конференция II - мақолалар тўплами. ПВГУС, 2014.

Тармоқ кенглиги, β	6 МГц
Узатгичдан нишонгача бўлган масофа, P_1	30 км
Нишондан қабул қилувчигача бўлган масофа, P_2	5 км
Электрон парамагнит резонанси нишон, σ	0,001 м ²
Қабул қилувчи антеннанинг кучайтирилган коэффиценти, G_p	100
Қабул қилувчи антеннанинг майдони, A	2,5 м ²
Қабул қилувчи қуввати	$2,18 \cdot 10^{-16}$ Вт
Шовқин кучи (олд қабул қилгич), η	$2,85 \cdot 10^{-14}$ Вт
Қабул қилувчи томонидан қабул қилинган сигналнинг сигнал/шовқин нисбати	$7,64 \cdot 10^{-3}$
Аниқлаш чегарасига эришиш учун зарур бўлган сигнал/шовқин нисбати = 40	5236

Учувчисиз учадиган аппаратларини аниқлашнинг яна бир усули улардан келаётган сигналлар орқали аниқлаш усули ҳисобланади. Ҳозирги вақтда мазкур ғоядан унумли фойдаланадиган ва бундай тизимларни ишлаб чиқадиған компанияларнинг тўлиқ рўйхати ҳам шакллантирилган. Ҳаракат пайтида қабул қиладиган сигналнинг юқори кучи орқали учувчисиз учадиган аппаратлар сенсорларини аниқлаш радиочастотали нурланиш туфайли анча осонлашади. Бу эса ўз ўрнида, пассив радар тизимидаги шовқин ва сигнал бузилишининг олдини олишда жуда ҳам қўл келади. Радиочастотани аниқлаш бевосита радиочастота нурларини тарқатувчи объектга боғлиқ бўлади. Чунки тўғри йўналиш ҳамда фойдали маълумотларни тўплаш учун учувчисиз учадиган аппаратлар диспетчер билан мунтазам алоқада бўлиши керак. GPS координаталари ва видео ёзувлар ёрдамида маълум бир автоном учувчисиз учадиган аппаратлар йўналишларини дастурлаш мумкин бўлади. Энг асосийси улар радиочастота сигналларини чиқармайди.

Кичик ҳажмли учувчисиз учадиган аппаратлардан кузатув ва маълумот олишда фойдаланиш учун оператор ҳамда учувчисиз учадиган аппаратлар ўртасидаги ўзаро алоқани доимий равишда таъминлаш талаб этилади. Кузатув, маълумот олиш ва таҳдидларни аниқлашнинг самарали усулидан яна бири учувчисиз учадиган аппаратларни радиочастота сигналлари ёрдамида аниқлашдир. Радиочастотали аниқлаш усули, учувчисиз учадиган

аппаратларни кузатиш ҳамда операторларнинг геолокациясини аниқ кузатиш имконини беради. 3-жадвалда операторга видео сигналини узатувчи, эркин савдода бўлган оддий учувчисиз учадиган аппаратлар учун ҳисоб-китоб натижалари келтириб ўтилган.

3-жадвал

Учувчисиз учадиган аппаратлардан чиқадиган радиочастота сигналини аниқлаш (оддий квадрокоптер мисолида).

Узатгичнинг жойлашуви	Кэмп-Форчун, Квебек
Телевизион узатгичнинг қуввати, (ЭИИМ. СИНҚ) (Самарали изотропик нурланиш қуввати)	0,1 Вт
Видеосигнал частотаси, f	5,8 ГГц
Тўлқин узунлиги, c/f	0,055 м
Тармоқ кенглиги, β	17,5 МГц
Нишондан қабул қилувчига бўлган масофа, R	5 км
Қабул қилувчи антеннанинг кучайтирилган коэффициенти, Гр	4
Қабул қилувчи антеннанинг майдони, A	2,5 м ²
Қабул қилувчи қуввати	$2,21 \cdot 10^{-14}$ Вт
Шовқин кучи (олд қабул қилгич киритиш), η	$8,5 \cdot 10^{-14}$ Вт
Қабул қилувчи томонидан қабул қилинган сигналнинг сигнал/шовқин нисбати	0,26
Аниқлаш чегарасига эришиш учун зарур бўлган сигнал/шовқин нисбати = 40	154

Радиочастотани аниқлашнинг яна бир усули кичик ҳажмли дронларни аниқлаш ҳамда уларни кузатиш ҳисобланади. Нано-дронлар кафтдек ёки ундан ҳам кичикроқ ўлчамга эга бўлиши мумкин. Ушбу дронларнинг кичик куш кўринишида бўлганлиги яшириниш, чалғитиш ва маневр қилиш учун жуда қулайдир. Бу эса мазкур дронларни излаш ва аниқлаш имконини қийинлаштиради. Расмда кўрсатилган кичик дронларни кузатув ва маълумот олиш учун юқори аниқликка эга бўлган камералар билан жиҳозлаб, уларни масофадан бошқариш мумкин. Мазкур дронларнинг жуда ҳам кичик бўлганлиги сабабли, улар узоқ вақт давомида кузатув ўтказиш учун етарлича кучли қувват манбаига эга эмас. Улардаги қувват манбаи фақат маълум бир нуқтага етиб бориш ва орқага қайтиш учун етади. Лекин ушбу дронлар

объектда кузатув ва маълумот олиш ишларини олиб бориш жараёнида дарахтларнинг кичик шохларига ва буталарга осон ўрнашиб олиши мумкин. Нано-дронларни парвоз қилмаган вақтда ҳам аниқлаш мумкин. Аммо дарахт шохига жойлашиб олган нано-дронларни топиш бироз қийин бўлади. Чунки ушбу нано-дрон муҳитга мос ҳолда жойлашиб олган бўлади.

Сунъий йўлдош орқали бошқариладиган, нисбатан каттароқ ҳажмга эга бўлган учувчисиз учадиган аппаратларни радиочастотали нурланишини аниқлаш ва дроннинг ҳолатини кузатиш мумкин. Мазкур учувчисиз учадиган аппаратларнинг узатувчи антенналари катта йўналишга ҳамда сунъий йўлдошлар томонга йўналтирилган бўлса-да, агар биз “Iridium” сунъий йўлдош уяли алоқа тизимининг антеннасида фойдалансак, уларнинг узатиш қуввати сезиларли даражада анча юқори, яъни тахминан 7 ватт бўлади².

Антеннадан сигнал тарқалиш қуввати ердаги сенсорлар томонидан аниқланиши учун етарли қувватга эга бўлади. Ҳозирги вақтда аксарият сенсорлар жуда сезгир масалан, йўлларда автотранспорт воситаларида қўлланиладиган GPSлар орқали сунъий йўлдошнинг фақат 10-16 ватт сигналин аниқлаш мумкин. Техника ва технологияларнинг ривожланиши натижасида замонавий сенсорларнинг сезгирлиги 10-19 ваттни ташкил қилди. Учувчисиз учадиган аппаратлардан сунъий йўлдошларга уланиш, одатий сунъий йўлдошли алоқа сигналларига қараганда бошқа частота диапазонида узатилади. Бу эса дронлар томонидан узатиладиган сигналлар радиочастота детекторлари учун фарқ қилишини англатади. Учувчисиз учадиган аппаратларнинг операцион тизимини такомиллаштириш учун баъзи РИТ (Россиянинг интеграциялашган тизимлари) технологиялари ёрдамида керакли маълумотларни олиш имкониятини яратувчи манбага айлантириш мумкин. Радиочастотали аниқлаш усули учувчисиз учадиган аппаратларни ўз вақтида, тез фурсатда аниқлашни таъминлайди. Бу усул орқали “камикадзе

² Р. Зхасеми-Заргани, Н.В.Игнатенко, А.Н.Поликанин ва бошқ. “ИСП-HORAD огоҳлантириш тизимининг глобал самарадорлигини баҳолашга асосланган тизимлар ва аэрокосмик огоҳлантириш тизимларининг аниқ нусхаси”. // 2016 йил учун илмий ҳисоботи 2021 йил.

дронлари”нинг зарар етказишини сезиларли даражада камайтириш мумкин. Радиочастотани аниқлаш барча турдаги ва ҳажмдаги учувчисиз учадиган аппаратлар кузатув ва маълумот олишга қарши самарали восита ҳисобланади.

Хулоса

Хулоса ўрнида шуни таъкидлаш жоиз, радарлар ва радиочастоталарни аниқлаш усули яқин келажакда амалиётда қўлланилиши кутилаётган иккита самарали ёндашувдир. Шаҳар жойларда телевизион сигнал узатилишидан унумли фойдаланиб, хатто жуда кичик ҳажмдаги электрон парамагнит резонансли дронларнинг таҳдидларини аниқлаш усули истиқболли усуллардан бири ҳисобланади. Шунингдек, мазкур усул ёрдамида минимал операцион тизимлар билан кечаю-кундуз мониторинг қилиш имконияти мавжуд бўлади. Чунки, телевизион сигнал бизнинг ҳаётимизда анча вақтдан буён қўлланилади ҳамда бу умуман ортиқча ҳаракат ва маблағ талаб қилмайди. Ҳозирги даврда ишлаб чиқилган ва амалиётда қўлланилаётган замонавий пассив аниқлаш усули ёрдамида учувчисиз учадиган аппаратларни ҳолатини аниқлаш, электрон парамагнитли резонанслар орқали бир вақтнинг ўзида бир нечта бундай дронларни кузатишга имкон беради. Бу ўз навбатида, учувчисиз учадиган аппаратларни зарарсизлантириш ва яқсон қилишни сезиларли даражада осонлаштиради. Деярли барча ўлчамдаги учувчисиз учадиган аппаратлар ўзидан сигнал чиқаради. Радиочастотани аниқлаш эса ушбу учувчисиз учадиган аппаратларни аниқлашнинг ишончли ва самарали усули ҳисобланади.

Фойдаланилган адабиётлар

1. Гусев В.Е., Панфилов А.Ф. — **“Комплексная безопасность объектов критической инфраструктуры”** // М.: Наука, 2021.
2. "Cybersecurity in Industrial Control Systems" — ICS-CERT Guidance, U.S. Department of Homeland Security, 2020.

3. Kovacs, A., & Jones, B. — **“Detection and Neutralization of Small Drones Using Passive Radar”** // IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, 2022.
4. Набиуллин Р.Р. — **“Методы борьбы с беспилотниками на особо важных объектах”** // Журнал "Оборонные технологии", №2, 2023.
5. Муслимов Х.Н. “Кичик ҳажмли учувчисиз учадиган аппаратлардан кузатув олиб боришда фойдаланиш ва уларга қарши курашиш усуллари”. Ўзбекистон Республикаси ИИВ Малака ошириш институти №4-сон “Ахборотнома”си 82-94-б. 2024.
6. International Telecommunication Union (ITU). — **“Radio Regulations and Drone Frequency Management”**, Geneva, 2020.
7. Smith, J., & Collins, D. — **“Radio Frequency Detection Techniques for UAVs”** // NATO Research Report, 2021.
8. Державин А.И. — **“Гибридные угрозы национальной безопасности в цифровую эпоху”** // Безопасность и право, №4, 2022.
9. UAV Detections and Countermeasures: **“Real-World Applications in Urban Environments”** // Defence Research and Development Canada, 2021.