

6D071900 – «Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» мамандығы бойынша (PhD) философия докторы ғылыми дәрежесін алу диссертациясына

## АННОТАЦИЯ

Сейдалиева Улжалгас Омиртаевна

### **Интеллектуалды сенсорларды қолдану арқылы ұшқышсыз ұшу аппаратын тиімді анықтауды зерттеу**

**Зерттеудің жалпы сипаттамасы.** Бұл жұмыс интеллектуалды камера сенсорларының негізінде ұшқышсыз ұшу нысандарының қорғалатын аймаққа рұқсатсыз енуін алдын ала анықтауға мүмкіндік беретін сенімді анықтау жүйесін құру әдістерін зерттеу және әзірлеуге арналады.

**Зерттеу тақырыбының өзектілігі.** DJI, Parrot және 3D Robotics сияқты нарықтағы ең үздік дрон-компанияларының «дрон» атауымен танымал ұшқышсыз ұшу аппараттарының (ҰҰА) қолжетімді және пайдалануға ыңғайлы модельдерін үздіксіз өндірісінің нәтижесінде дрондар тауарлар мен дәрі-дәрмектерді жеткізу, сурет және фильмдер түсіру, халық көп жиналатын жерлерді бақылау, алғашқы көмек, ауыл шаруашылығы сияқты коммерциялық мақсаттарда заңды түрде кеңінен қолданылуда. Алайда, дрондардың заңсыз мақсаттарда қолданылуы, мысалы – *контрабанда* мақсатында (шекараларда, шектеулі аймақтарға, түрмелерге заңсыз заттарды тасымалдау), *тыңшылық* мақсатта (жеке тұлғаларды, компанияларды, мемлекеттік ұйымдарды заңсыз бейнебақылау), авиацияның ұшу жолағында *коллизияны* тудыратын дрондар, жарылғыш, химиялық улы заттармен жүктелген дрондардың *шабуылдық* мақсатта қолданылуы [1] және т.б. жағдайлар қоғамға айтарлықтай проблема тудыруы мүмкін. Атап айтқанда, 2019 жылдың 31 наурызында Әскери полиция жасағының жедел әрекет ету тобының ҚР Қорғаныс министрлігі ғимаратының үстінен ұшқышсыз ұшу аппараты – квадрокоптердің рұқсатсыз ұшуына тосқауыл қоюы [2], 2019 жылы 14 қыркүйекте Қазақстан шекарасынан Өзбекстан шекарасына ұшқышсыз ұшу аппаратымен заңсыз өткізілген “Трамадол” психотропты препаратының Өзбекстан шекаралашылары тарапынан тәркіленуі [3], 2020 жылы 4 қыркүйекте Қазақстан түрме жүйесінің тарихында алғаш рет ұшқышсыз ұшу аппараты арқылы тыйым салынған заттардың колонияға тасымалдануы [4], 2022 жылы 13 маусымда мемлекеттік реестрде тіркелмеген ұшқышсыз ұшу аппаратын Ақтөбедегі әскери бөлімнің үстінен ұшырған тұрғынның тұтқындалуы [5] және т.б. орын алған келеңсіз оқиғалар ұшқышсыз ұшу аппараттарының абайсызда немесе қасақана

әуежайлардың, электр станцияларының, бейбіт тұрғындардың, ұйымдардың, тіпті тұтастай мемлекеттің әуе кеңістігіне қауіп төндіруі мүмкін екендігіне дәлел бола алады. Ұшқышсыз ұшу аппараттарының арнайы қорғалатын аймақтарға еніп кіруі ерте стадияда анықталмаса және уақытылы тоқтатылмаса, инфрақұрылым ақпараттық құпиялылыққа қол сұғу, ұшақтардың соқтығысуы, маңызды нысандарға шабуыл жасау, заңсыз заттарды тасымалдауға жол беру сияқты және т.б. қауіпті инциденттерден зардап шегуі мүмкін. Аталған қауіпті инциденттердің алдын алу үшін маңызды инфрақұрылымдардың территориясында ұшқышсыз ұшу аппараттарын нақты уақыт режимінде алдын ала анықтайтын тиімді анықтау жүйесін орнату маңызды болып табылады. Ұшқышсыз ұшу нысандарын анықтау және қадағалау жүйелерінде дәстүрлі радар және радиожиилік технологиялары жиі қолданылады, алайда ұшқышсыз ұшу аппараты сигнал бөгеуілі бар жерде ұшқан кезде немесе қабылданған сигнал бұғатталған жағдайда бұл сенсорлардың нысанды анықтау дәлдігі төмендейді. Арнайы қорғалатын аймаққа дронның жақындаған сәтінен бастап ұшу нысанын анықтап, визуалды шығыс нәтижені (bounding box) нақты уақыт режимінде қауіпсіздік қызметкерлеріне ұсынатын тиімді анықтау жүйесін дайындауда бағасының қолжетімділігі және салыстырмалы түрде жеткілікті қашықтықтан нысанды анықтау дәлдігінің нақтылығы бойынша интеллектуалды камера сенсорларын қолданған тиімді болып табылады.

Байланыс саласында да ұшқышсыз ұшу аппараттарымен төмендегідей кейбір ықтимал оқиғалар болуы мүмкін:

- Дрондар тудыратын кедергілерге байланысты телекоммуникациялық жүйелердің істен шығуы;
- Телекоммуникациялық жабдықты зақымдауы мүмкін дрондардың апаттары, мысалы, байланыс мұнаралары немесе кабельдер, бұл байланыстың үзілуіне және желілердің дұрыс жұмыс істемеуіне әкеледі;
- Байланыс мұнаралары немесе спутниктік станциялар сияқты телекоммуникациялық қондырғылардың жанында дрондарды пайдалану кезінде қауіпсіздік ережелерін бұзу, бұл жабдыққа зақым келтіруі және қызметкерлердің қауіпсіздігіне қауіп төндіруі мүмкін.
- Шпиондық операцияларды орындау немесе байланыс желілері арқылы берілетін құпия ақпаратты ұстау үшін дрондарды рұқсатсыз пайдалану.

Осылайша, ұшқышсыз ұшу аппараттарын анықтау және алдын алу технологияларын дамыту әртүрлі салалардағы дрондық оқиғалардың көбеюіне байланысты өзекті болып табылады, сондықтан соңғы уақытта дрондарды анықтау жүйесін зерттеу қарқынды дамуда.

**Зерттеудің проблемасы.** Арнайы қорғалатын аумақтың территориялық өлшеміне, орналасқан жеріне байланысты камера жүйесінің

талаптарына сәйкес нақты уақыт режимінде ұшқышсыз ұшу нысандарын дәлдік және жылдамдық жағынан тепе-теңдікті сақтай отырып анықтау кешенді проблема болып табылады, өйткені ұшқышсыз ұшу нысандары қозғалмалы нысан болғандықтан, кадрларда жылдам қозғалып, анықтау тапсырмасын қиындатады. Тиімді анықтауға қол жеткізу үшін дронның модельдерін қорғалатын инфрақұрылымның территориясына қашықтықтан жақындағаннан бастап ерте стадияда анықтау маңызды талап болып табылады, өйткені қашықтықта бейнелердегі дронның өлшемі пиксельдер бойынша өте шағын болып келеді.

**Зерттеудің мақсаты.** Интеллектуалды камера сенсорларының көмегімен нақты уақыт режимінде ұшқышсыз ұшу нысандарын анықтау жүйесін зерттеу және әзірлеу.

**Зерттеудің міндеттері.** Қойылған мақсатқа жетуде келесі тапсырмаларды орындау міндетті болып табылады:

- Ұшқышсыз ұшу нысандарын камера сенсорлары негізінде анықтау әдістеріне терең әдеби шолу;

- нейрондық желінің ұшқышсыз ұшу аппараттарын жоғары дәлдікпен анықтау мүмкіндігін беретін ұшқышсыз ұшу нысандарының деректер жиынын дайындау және алдын ала өңдеуді жүргізу.

- бір интеллектуалды сенсорлы анықтау жүйесін теориялық сипаттау.

- нақты уақыт режимінде статикалық фондық видеодағы дронды дәлдікпен анықтау жүйесін зерттеу және әзірлеу.

- бірнеше камера сенсорларын біріктіру әдістерін зерттеу.

**Зерттеудің нысаны** – ұшқышсыз ұшу аппараттарын анықтау жүйесі.

**Зерттеудің пәні** – ұшқышсыз ұшу нысандарын анықтау үшін бастапқы визуалды деректерді дайындау және видео сигналдарды өңдеу әдістері, нысандарды анықтауда және классификациялауда қолданылатын нейрондық желілердің құрылымы мен алгоритмдері, сенсорларды біріктіру әдістері.

**Зерттеу әдістері.** Қойылған міндеттерді шешу үшін зерттеу жұмысында сандық сигналдарды өңдеу әдістері, машиналық оқыту теориясы, нысандарды анықтау әдістері, суретті классификациялау әдістері, сондай-ақ, сенсорларды біріктіру әдістері қолданылды.

**Зерттеудің ғылыми жаңалығы.** Зерттеудің ғылыми жаңалығы ұшқышсыз ұшу аппараттарын көп ракурсты біріктірілген сенсорлармен анықтауда тағайындау әдісінің моделін және құрылымын зерттеу және әзірлеу.

**Анықталуы тиіс ғылыми тұжырымдар:**

- Деректерді алу, өңдеу және дайындау әдістері.

- Қозғалмалы нысандарды анықтау әдістері мен алгоритмдері.

- Қозғалмалы нысандарды классификациялау әдістері мен алгоритмдері.

- Сенсорларды біріктіру әдістері мен алгоритмдері.

- Эксперименттер, нәтижелер және талқылаулар.

**Зерттеудің теориялық маңыздылығы.** Визуалды камера сенсоры негізінде ұшқышсыз ұшу аппараттарын анықтауды жүргізуді мақсат еткен кез келген жеке тұлғалар камера сенсорын таңдау, деректерді жинау және алдын ала өңдеу, нейрондық желі моделін таңдау және оқыту бойынша осы ғылыми зерттеуді әдістемелік нұсқаулық ретінде пайдалана алады.

**Зерттеудің практикалық маңыздылығы.** Зерттеу жұмысында ұсынылып отырған ұшқышсыз ұшу аппаратын нақты уақыт режимінде интеллектуалды сенсорларды біріктіру арқылы тану моделі зерттеушінің болашақ жұмысы ретінде Жас ғалым жобасының «9. Ұлттық Қауіпсіздік және қорғаныс» басым бағыты бойынша AP14971031 «Ұшқышсыз ұшу аппараттарын нақты уақыт режимінде анықтаудың бимодальді жүйесін зерттеу және енгізу» тақырыбындағы зерттеу жобасында қолданылатын болады. Яғни, ұшу нысандарының қорғалатын инфрақұрылымдарға рұқсатсыз енуін нақты уақыт режимінде анықтауда LiDAR және камера сенсорларын біріктіретін бимодальді жүйені әзірлеуге негіз болады.

**Автордың жеке үлесі.** Диссертация автордың өзіндік жұмысы болып табылады, ғылыми зерттеулердің барлық нәтижелері автордың өзімен алынған. Зерттеудің мақсатына жетудегі қойылған тапсырмаларды бекіту, зерттеу әдістерін талдау және ұсынылған жүйені енгізу, ғылыми зерттеудің нәтижелерін талдау автор және оның ғылыми жетекшісі, шетелдік ғылыми кеңесшісінің бағыт-бағдарымен бірге орындалды.

**Зерттеу нәтижелерін апробациялау.** Диссертацияда көрсетілген зерттеудің негізгі ғылыми нәтижелері «The Fourth IEEE International Conference on Robotic Computing (IRC)» халықаралық конференциясында баяндалған және келесі нәтижелер IEEE Xplore жинағында жарияланған:

- U. Seidaliyeva, M. Alduraibi, L. Iipbayeva and A. Almagambetov, "Detection of loaded and unloaded UAV using deep neural network," 2020 Fourth IEEE International Conference on Robotic Computing (IRC), Taichung, Taiwan, 2020, pp. 490-494, DOI: [10.1109/IRC.2020.00093](https://doi.org/10.1109/IRC.2020.00093). **Conference Paper.**

- U. Seidaliyeva, M. Alduraibi, L. Iipbayeva and N. Smailov, "Deep residual neural network-based classification of loaded and unloaded UAV images," 2020 Fourth IEEE International Conference on Robotic Computing (IRC), Taichung, Taiwan, 2020, pp. 465-469, DOI: [10.1109/IRC.2020.00088](https://doi.org/10.1109/IRC.2020.00088). **Conference Paper.**

**Публикациялар.** Диссертациялық жұмыс шеңберінде қарастырылып отырған тақырып бойынша 6 ғылыми жұмыс жарияланған, оның ішінде 1 журнал мақаласы – халықаралық Scopus және Web of Science деректер базасына енгізілген бірінші квартильдегі рецензияланған журнал (Switzerland, MDPI Sensors), 3 журнал мақаласы – Қазақстан Республикасы Ғылым және Жоғары білім министрілігінің Білім және ғылым саласында сапаны қамтамасыз ету комитеті ұсынған басылымдарда, ал қалған 2 мақала – халықаралық конференциялардың мақала жинақтарындағы

жарияланымдарда (2020 Fourth IEEE International Conference on Robotic Computing (IRC)) баспадан шыққан.

**Жұмыстың көлемі мен құрылымы.** Диссертациялық жұмыс нормативтік сілтемелер, шатты белгілер мен қысқартулар тізімі, кіріспеден, 5 тарау, қорытынды, пайдаланылған әдебиеттер тізімі мен қосымшаларды құрайды. Зерттеу жұмысы кіріспеден басталады, онда автор жұмыстың жалпы сипаттамасын, зерттеудің өзектілігін, зерттеудің проблемасын және тапсырмаларды келтірген.

**Бірінші тарауда** ұшқышсыз ұшу нысандарын анықтау технологиялары кеңінен ашып түсіндірілген және бейнесигнал негізінде ұшқышсыз ұшу нысандарын анықтау бойынша осы күнге дейінгі жасалынған зерттеу жұмыстарына әдеби шолу ұсынылған.

**Екінші тарауда** бейне сигналдарды алу, сигналды өңдеу және деректерді дайындау әдістері зерттеліп қарастырылған.

**Үшінші тарауда** ұшқышсыз ұшу аппараттарын визуалды анықтау және классификациялау тапсырмалары үшін қолданылатын қозғалатын нысандарды анықтау және жіктеу әдістері мен алгоритмдері зерттеліп талданған.

**Төртінші тарауда** статикалық фондық видео сигнал негізінде дронды нақты уақыт режимінде анықтау моделінің эксперименті ұсынылған.

**Бесінші тарауда** ұшқышсыз ұшу аппараттарын көп ракурсты анықтау және жіктеу үшін тағайындау әдісін қолданатын смарт сенсорларды біріктіру жүйесінің моделі және алгоритмі ұсынылған.

Қорытындыда зерттеу жұмысының талдауы мен нәтижелері, оның алдағы бағыттары талқыланды.