

6D071900 – «Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» мамандығы бойынша философия докторы

(PhD)

дәрежесін алуға ұсынылған Утебаева Дана Жолдыбайқызының «Акустикалық деректерді тануды қолдану арқылы ұшқышсыз әуе көліктерін тиімді анықтауды зерттеу» тақырыбындағы диссертациялық

жұмысына

РЕСМИ РЕЦЕНЗЕНТТІҢ ЖАЗБАША ПІКІРІ

№	Критерийлер	Критерийлер сәйкестігі	Ресми рецензенттің ұстанымы
1.	Диссертация тақырыбының (бекіту күніне) ғылымның даму бағыттарына және/немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкес болуы	<p>1.1 Ғылымның даму бағыттарына және/немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкестігі:</p> <p>1) Диссертация мемлекет бюджетінен қаржыландырылатын жобаның немесе нысаналы бағдарламаның аясында орындалған (жобаның немесе бағдарламаның атауы мен нөмірі);</p> <p>2) Диссертация басқа мемлекеттік бағдарлама аясында орындалған (бағдарламаның атауы)</p> <p>3) Диссертация Қазақстан Республикасының Үкіметі жанындағы Жоғары ғылыми-техникалық комиссия бекіткен ғылым дамуының басым бағытына сәйкес (бағытын көрсету)</p>	<p>Жұмыс Қазақстан Республикасының БҒМ қаржыландыратын «Жас ғалым» жобасы аясында «Ұлттық Қауіпсіздік және Қорғаныс» басымдық бағыты бойынша "Күдікті ұшқышсыз ұшу аппараттарын анықтаудың жиілікке негізделген сенімді жүйесін SDR және акустикалық белгілерді пайдалану көмегімен әзірлеу" тақырыбы бойынша АР14971907 ЖТН ғылыми-зерттеу жұмысының бөлігі ретінде орындалды. Жобаның ғылыми жетекшісі үміткердің өзі Д.Ж. Утебаева.</p>

2.	Ғылымға маңыздылығы	Жұмыс ғылымға елеулі үлесін <u>қосады</u> /қоспайды, ал оның маңыздылығы <u>ашылған</u> /ашылмаған.	Диссертациялық жұмыс акустикалық деректерді тану көмегімен ұшқышсыз әуе көліктерін анықтауды нақты уақытта жүзеге асыратын жүйені әзірлеуді ұсынды. Ұшқышсыз әуе көліктерінің акустикалық деректерін Мелспектрограмма жиілік қабаты көмегімен тануды жүзеге асырған және «Gated Recurrent Neural Network» негізіндегі нейрондық архитектураны қолдану арқылы зерттеді.
3.	Өзі жазу принципі	Өзі жазу деңгейі: <u>1) жоғары;</u> 2) орташа; 3) төмен; 4) өзі жазбаған	Д.Ж. Утебаеваның диссертациялық жұмысы инновациялық шешімі бар ғылыми-зерттеу жұмысы болып табылады. Диссертациялық жұмыстың әдеби шолуы мен теориялық негізін жазуда автордың жоғары жүйелі жазу стилистикасын, тәжірибиелік бөлігін талдау барысында жоғары сараптау қабілетін, және жеткілікті дәрежедегі тәуелсіздігін байқауға болады. Д.Ж. Утебаева әдеби шолу жасау барысында рецензияланатын, нормативтік және патенттік дереккөздерге шолу жасап, ұшқышсыз әуе көліктерін акустикалық деректері арқылы тануды өзге де дәстүрлі әдістермен танудың негізгі Радар, Радиожиілік сенсоры және компьютерлік көру секілді үш әдістерімен толықтай салыстыра отырып, өзектілігін айқындады. Сонымен қатар, ұшқышсыз әуе көліктерінің акустикалық сигналдарын өңдеу

			үрдісін нейрондық желі архитектурасына біріктіруді бейімдеді.
4.	Ішкі бірлік принципі	4.1 Диссертация өзектілігінің негіздемесі: 1) негізделген; 2) жартылай негізделген; 3) негізделмеген.	Соңғы кездері технологияның қарқынды дамуы әсерінен ұзақ уақыт ұша алатын, көптеген бұрыштардан икемді фото және бейне түсіріре алатын және әртүрлі аймақтарға кедергісіз кіру мүмкіндігі бар ұшқышсыз әуе көліктерінің көптеп шығарыла бастады, бұл өз кезегінде ұшқышсыз әуе көліктерімен болатын инциденттердің көптеп орын алуына әкелді. Нәтижесінде қорғаулы аймақтар үшін рұқсатсыз енуі мүмкін болатын ұшқышсыз әуе көліктерін тану жүйесі өте өзекті ғылыми сұрақ болып отыр. Ал жұмыс осындай рұқсатсыз енуі мүмкін болатын жағдайлар үшін нақты уақытта танылуы өзекті болып отырған ұшқышсыз әуе көліктерін және олардың жүктемесі бар күйлерін қоса тануды жүзеге асыратын акустикалық сенсор әдісін ұсынды және жұмыс зерттеуі тәжірибиелік сынақтар нәтижесімен негізделген.
		4.2 Диссертация мазмұны диссертация тақырыбын айқындайды 1) айқындайды; 2) жартылай айқындайды; 3) айқындамайды	Диссертациялық жұмыстың құрамы оның мазмұнынан, нормативтік анықтамалардан, символдар мен қысқартулардан, кіріспеден, негізгі зерттеуді қамтитын бес бөлімнен және қорытындыдан тұрады. Диссертациялық жұмыстың кіріспесінде зерттеудің мақсаты, тапсырмасы, өзектілігі, және

			<p>қолдану аясы жүйелі берілді. Сонымен қатар диссертациялық жұмыстың қорытындысы сынақтар нәтижесімен дәйекті тұжырымдалған. Диссертациялық жұмысты орындау барысында мазмұны мен зерттеу қадамдарының құрылымы логикалық дұрыс реттілікпен қойылған және диссертация тақырыбын айқындайды.</p>
		<p>4.3. Мақсаты мен міндеттері диссертация тақырыбына сәйкес келеді: 1) сәйкес келеді; 2) жартылай сәйкес келеді; 3) сәйкес келмейді</p>	<p>Диссертациялық жұмыстың мақсаты тақырыпқа толықтай сәйкес келеді. Ал жұмыстың міндеттері қойылған мақсатты орындауға сәйкес нақты айқындалып қойылған.</p>
		<p>4.4. Диссертацияның барлық бөлімдері мен құрылысы логикалық байланысқан: 1) толық байланысқан; 2) жартылай байланысқан; 3) байланыс жоқ</p>	<p>Диссертациялық жұмыс кіріспеден, бес бөлімнен, қорытындыдан, пайдаланылған әдебиеттер тізімінен және қосымшалардан тұрады. Кіріспе бөлімінде ізденуші зерттеудің өзектілігін, алға қойған мақсатын, міндеттерін және жаңалығын сипаттады. Зерттеу бөлімдерінде ізденуші ұшқышсыз әуе көліктерін акустикалық деректерімен тануды жүзеге асырудың теориялық негіздемесін және зерттеу барысын тәжірибиелік тұрғыда нәтижелермен сипаттады.</p> <p>Ескертпе ретінде кіріспе бөлімінің 1.4.2 бөлімшесін кеңірек сипаттау қажеттілігін көрсетуге болады.</p>

			Дегенмен, жалпы жұмыста алынған нәтижелердің тану дәлдігінің жоғарылығы мен зерттелетін мәселелердің міндеттері өзара байланысы бар екендігі туралы қорытынды жасауға болады.
		4.5 Автор ұсынған жаңа шешімдер (қағидаттар, әдістер) дәлелденіп, бұрыннан белгілі шешімдермен салыстырылып бағаланған: 1) сыни талдау бар; 2) талдау жартылай жүргізілген; 3) талдау өз пікірін емес, басқа авторлардың сілтемелеріне негізделген	Диссертациялық жұмыста ұшқышсыз әуе көліктерін акустикалық сенсормен тануда дыбыстық дерекқорды бұрынғы зерттелген жұмыстардың дыбыстық дерекқорының құрамымен, ұшқышсыз әуе көліктерінің алдыңғы зерттеулерде қолданылған модельдерімен алынған тану дәлдіктерімен, акустикалық сенсормен зерттелген бұрынғы жұмыстардың интеллектуалдық өңдеу әдістерінің тереңдіктерімен салыстырылған, және осы бағыттағы алдыңғы зерттеулер нәтижелері мен осы зерттеудегі тану дәлдіктерін қатар қойып сыни талдау жасалған.
5.	Ғылыми принципі жаңашылдық	5.1 Ғылыми нәтижелер мен қағидаттар жаңа болып табыла ма? 1) толығымен жаңа; 2) жартылай жаңа (25-75% жаңа болып табылады); 3) жаңа емес (25% кем жаңа болып табылады)	Бұл жұмыста ұшқышсыз әуе көліктерінің дыбыстық сигналдарын интеллектуалдық өңдеу қадамын нейрондық желі архитектурасына қосуды алғаш рет тәжірибиелік тұрғыда жүзеге асырып, нақты уақыт үшін жүктемесі бар ұшқышсыз әуе көліктерін кеңейтілген дерекқормен орындау толығымен жаңа әдіс негізінде орындалды.

		<p>5.2 Диссертацияның қорытындылары жаңа болып табыла ма? 1) толығымен жаңа; 2) жартылай жаңа (25-75% жаңа болып табылады); 3) жаңа емес (25% кем жаңа болып табылады)</p>	<p>Нәтижелер мен қорытындылар көптеген теориялық және тәжірибиелік материалдарға негізделген. Зерттеу барысында алынған нәтижелер мен жасалған тұжырымдар телекоммуникация саласы үшін толықтай жаңа әдіс, яғни жаңа сенсор болып табылады.</p>
		<p>5.3 Техникалық, технологиялық, экономикалық немесе басқару шешімдері жаңа және негізделген бе? 1) толығымен жаңа; 2) жартылай жаңа (25-75% жаңа болып табылады); 3) жаңа емес (25% кем жаңа болып табылады)</p>	<p>Диссертациялық жұмыстың зерттеуі нәтижесінде ұсынылып отырған интеллектуалдық акустикалық сенсор техникалық құрылым бойынша қарапайым құрастырылатындығымен экономикалық тұрғыдан тиімді әрі оны басқару шешімдері толығымен жаңа және ол атқаратын қызметі мен қолданатын әдістері бойынша толығымен жаңа болып табылады.</p>
6.	Негізгі қорытындылардың негізділігі	<p>Барлық қорытындылар ғылыми тұрғыдан қарағанда ауқымды дәлелдемелерде негізделген/негізделмеген (qualitative research және өнертану және гуманитарлық бағыттары бойынша)</p>	<p>Диссертациялық жұмыстың өзектілігін анықтау барысында кіріспе бөлімінде және бірінші бөлімдерде ұшқышсыз әуе көліктерін тану мәселесін рецензияланған ашық және жабық базаларда публикацияланған зерттеу жұмыстары көмегімен кеңінен толықтай талқылап аша түскен. Сондай-ақ, осы тану мәселесін шешу барысында келтірілген тұжырымдар, теориялық зерттеулер, бағдарламалық архитектура блоктары және тәжірибиелік сынақ нәтижелері</p>

			жүйелі логикамен үйлесімделген. Олар диссертацияның қағидаларын толығымен растады.
7.	Қорғауға шығарылған негізгі қағидаттар	<p>Әр қағидат бойынша келесі сұрақтарға жауап беру қажет:</p> <p>7.1 Қағидат дәлелденді ме?</p> <p>1) дәлелденді;</p> <p>2) шамамен дәлелденді;</p> <p>3) шамамен дәлелденбеді;</p> <p>4) дәлелденбеді</p> <p>7.2 Тривиалды ма?</p> <p>1) ия;</p> <p>2) жоқ</p> <p>7.3 Жаңа ма?</p> <p>1) ия;</p> <p>2) жоқ</p> <p>7.4 Қолдану деңгейі:</p> <p>1) тар;</p> <p>2) орташа;</p> <p>3) кең</p> <p>7.5 Мақалада дәлелденген бе?</p> <p>1) ия;</p> <p>2) жоқ</p>	<p>Қорғауға ұсынылған негізгі нәтижелер тәжірибелік сынақтар жүзінде дәлелденген. Теориялық негіздер тәжірибелік нәтижелермен расталған.</p> <p>Диссертациялық жұмыста тривиальдылық элементтері жоқ.</p> <p>Зерттелетін барлық үрдістердің табылған заңдылықтары мен ерекшеліктері жеңілдетілген түрде емес, инновациялық жаңа әдістермен қарастырылды.</p> <p>Д.Ж. Утебаеваның қорғауға ұсынылған нәтижелері мен шешімдері жаңа болып табылады, өйткені диссертация тақырыбы бойынша зерттеу нәтижелері басқа рецензияланған зерттеу жұмыстарында және өзге де әдебиеттерде бұрын сипатталмаған.</p> <p>Қорғауға ұсынылған интеллектуалдық акустикалық сенсор ұшқышсыз әуе көліктерінің рұқсатсыз енуі мүмкін болған аймақтар үшін бимодалды тану әдістерінің бір құрамы ретінде және қамту аймағы шағын аумақтар үшін қолданылуы мүмкін. Сонымен қатар, зерттеу нәтижелері әлемдік деңгейде қорғаныс</p>

			<p>мәселесінде сұранысқа ие инновациялық және оңтайлы технологиялық өнім болып табылады. Оны әзірлеу тұрғысынан Қазақстан Республикасы «Ұлттық Қауіпсіздік және Қорғаныс» үшін қызығушылық тудырды.</p> <p>Диссертация тақырыбы бойынша 5 ғылыми мақала, оның ішінде нөлдік емес импакт-факторы бар 1 мақала, ҚР БҒМ Білім және ғылым саласындағы бақылау комитеті ұсынған ғылыми басылымдарда 2 мақала және скопус базасына енетін конференцияларда 2 мақала жарияланды.</p>
8.	<p>Дәйектілік Дереккөздер ұсынылған дәйектілігі</p> <p>принципі мен ақпараттың</p>	<p>8.1 Әдістеменің таңдауы - негізделген немесе әдіснама нақты жазылған 1) ия; 2) жоқ</p> <p>8.2 Диссертация жұмысының нәтижелері компьютерлік технологияларды қолдану арқылы ғылыми зерттеулердің қазіргі заманғы әдістері мен деректерді өңдеу және интерпретациялау әдістемелерін пайдалана отырып алынған:</p>	<p>Автор әдістемені таңдауды зерттеу бағытына терең әдеби шолулар жасау барысында және тәжірибелік сынақтарды жүргізу қажеттігін анықтай отырып таңдады. Қойылған міндеттерді шешу үшін диссертант сараптау әдістерін, эмперикалық сынақ жүргізуді, математикалық модельдеу және бағдарламалық қамсыздандыру әдістерін дұрыс қолдана білді.</p> <p>Диссертациялық жұмыстың зерттеуінің мақсаты мен міндеттерін жүзеге асыру үшін Python бағдарламалық ортасы, KAPRE дыбыстарды интеллектуалдық өңдеу кітапханалары қолданылды. Сондай-ақ нейрондық желілермен өңдеуді жүзеге асыруға</p>

		<p><u>1) ия;</u> 2) жоқ</p>	<p>қажетті Keras кітапханасындағы нейрондық қабаттар бағдарламалық тұрғыда қолданыс тапқан.</p>
		<p>8.2 Теориялық қорытындылар, модельдер, анықталған өзара байланыстар және заңдылықтар эксперименттік зерттеулермен дәлелденген және расталған (педагогикалық ғылымдар бойынша даярлау бағыттары үшін нәтижелер педагогикалық эксперимент негізінде дәлелденеді): <u>1) ия;</u> 2) жоқ</p>	<p>Диссертациялық жұмыста ізденуші ұсынған әдістердің математикалық модельдері және бағдарламалық алгоритмдері жасалып, нәтижелері тәжірибелік эксперименттермен іс жүзінде тексерілді. Тәжірибелерді іс жүзінде бағдарламалық қамсыздандыру фотосуреттерінде көрсетілген. Зерттеу нәтижелері ҚР «Ұлттық қауіпсіздік және Қорғаныс» үшін жоба бөлігі ретінде тағайындалу үстінде.</p>
		<p>8.4 Маңызды мәлімдемелер нақты және сенімді ғылыми әдебиеттерге <u>сілтемелермен расталған</u> / ішінара расталған / расталмаған</p>	<p>Маңызды мәлімдемелер нақты және сенімді рецензияланатын ғылыми әдебиеттерге сілтемелермен расталған.</p>
		<p>8.5 Пайдаланылған әдебиеттер тізімі әдеби шолуға <u>жеткілікті</u>/жеткіліксіз</p>	<p>Пайдаланылған әдебиеттер тізімі диссертациялық жұмыстың тақырыбы бойынша 92 дереккөзден (ғылыми әдебиет, стандарттар, тәжірибелік эксперименттер нәтижелері және т.б.) тұрады. Бұл автордың тақырыпты жан жақты қарастырып, әдеби шолуды толық жүргізу үшін жеткілікті болып табылады.</p>

9	Практикалық құндылық принципі	9.1 Диссертацияның теориялық маңызы бар: <u>1) ия;</u> 2) жоқ	Диссертациялық жұмыста ұшқышсыз әуе көліктерінің акустикалық деректерін тану үшін Реккурентті нейрондық желілердің түрлері теориялық тұрғыдан кеңінен жүйелі берілген.
		9.2 Диссертацияның практикалық маңызы бар және алынған нәтижелерді практикада қолдану мүмкіндігі жоғары: <u>1) ия;</u> 2) жоқ	Ізденушімен ұсынылып отырған жүйе ұлттық қауіпсіздік жүйелеріне, атап айтқанда халық тығыз орналасқан аймақтардың, әуежайлардың, мемлекеттік мекемелердің, балабақшалардың, мектептердің, жоғары оқу орындарының, мемлекеттік шекаралардың, кеден және стратегиялық орындардың қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін ұсынылады және практикалық маңызы бар.
		9.3 Практикалық ұсыныстар жаңа болып табылады? <u>1) толығымен жаңа;</u> 2) жартылай жаңа (25-75% жаңа болып табылады); 3) жаңа емес (25% кем жаңа болып табылады)	Ізденуші ұсынған ұшқышсыз әуе көліктерінің акустикалық деректерін интеллектуалдық өңдеу әдісі жаңа болып табылады.
10.	Жазу және ресімдеу сапасы	Академиялық жазу сапасы: <u>1) жоғары;</u> 2) орташа; 3) орташадан төмен; 4) төмен.	Диссертациялық жұмыс оқырманға түсінікті ғылыми-техникалық тілде жазылған. Баяндау стилі нақты және рецензияланған зерттеу жұмыстарына сілтемелер жасау арқылы дәйекті жазылған. Негізгі ережелер мен

			қорытындылардың тұжырымдары логикалық байланыспен берілген. Жұмыста шағын стилистикалық қателер бар.
--	--	--	--

Диссертация бойынша ескертулер мен ұсыныстар:

1. Диссертациялық жұмыста ұсынылған кейбір визуалды мәліметтерде елеусіз қателерді байқауға болады.
2. Диссертациялық жұмыста ұшқышсыз әуе көліктерінің жүктемесі бар күйін анықтау мәселесін түсіндіруді кеңірек ашу қажеттілігін көрсетуге болады.

Айтылған ескертулер ұсынымдық сипатқа ие және ұсынылып отырған ғылыми зерттеудің маңыздылығын төмендетпейді.

Қорытынды

Көрсетілген ескертулер диссертациялық жұмыстың жалпы оң бағасын төмендетпейді. Утебаева Дана Жолдыбайқызының «Акустикалық деректерді тануды қолдану арқылы ұшқышсыз әуе көліктерін тиімді анықтауды зерттеу» тақырыбындағы диссертациялық жұмысы толық көлемде орындалған, жұмыстың жаңалығы мен өзектілігі бар PhD диссертациялық жұмыстарына қойылатын барлық талаптарға сәйкес келеді, сондықтан ізденуші Д.Ж. Утебаеваны 6D071900 – «Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алуға лайықты деп есептеймін.

**Рецензент, «Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» мамандығы бойынша PhD докторы,
 Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы Энергетика және байланыс университетінің доценті,
 «Электроника және робототехника» кафедрасының меңгерушісі**



С.Қ. Оразалиева

2023 жылғы «__» _____

WRITTEN REVIEW OF THE OFFICIAL REVIEWER

on the dissertation work of Utebaeva Dana Zholdybaykyzy

who is an applicant for the degree of Doctor of Philosophy (PhD) in the specialty 6D071900 – "Radio Engineering, Electronics and Telecommunications" on the topic "Research of effective UAV detection using acoustic data recognition"

№	Criteria	Matching criteria	Official reviewer's opinion
1.	Dissertation topic (at the date of approval) should be consistent with directions of development of science and/or state programs	1.1 Correspondence to the directions of development of science and/or state programs: <u>1) The dissertation was completed within the framework of a project or target program financed from the state budget (name and number of the project or program);</u> 2) Dissertation completed within the framework of another state program (name of the program) 3) Dissertation in accordance with the priority direction of science development approved by the Higher Scientific and Technical Commission under the Government of the Republic of Kazakhstan (indicate the direction)	The work was carried out within the framework of the research project AP14971907 within the program of the "Zhas Galym" project funded by the ME&S of the Republic of Kazakhstan in the priority area "National Security and Defense" on the topic "Development of a robust frequency-based detection system for suspicious UAVs using SDR and acoustic signatures". The scientific supervisor of the project is the applicant herself D.Zh. Utebayeva.
2.	Significance for science	The work <u>makes</u> /does not make a significant contribution to science, and its significance <u>is</u> /is not revealed.	The dissertation proposed the development of a real-time detection system for unmanned aerial vehicles using acoustic data recognition. The acoustic data of

			UAVs was studied using the Melspectrogram frequency layer using a neural architecture based on the "Gated Recurrent Neural Network".
3.	The principle of self-writing	<p>Self-writing level:</p> <p>1) high; 2) average; 3) down; 4) she did not write</p>	<p>Dissertation work of Utebayeva D.Zh. represents a research work with an innovative solution. When writing a literary review and the theoretical base of the dissertation, it can be noted that the author was highly systematic, a high level of professionalism in the analysis of the practical part, she has a sufficient degree of independence. D.Zh. Utebayeva analyzed peer-reviewed, regulatory and other sources in a literature review and determined the relevance of UAV recognition based on their acoustic data, fully comparing them with other conventional recognition methods such as radar, RF sensor and Computer vision. In addition, she adapted the processing of acoustic signals from unmanned aerial vehicles into the architecture of a neural network.</p>
4.	The principle of internal unity	<p>4.1 Reasons for relevance of the dissertation:</p> <p>1) justified; 2) partially justified; 3) not justified.</p>	<p>Recently, due to the rapid development of technology, a large number of unmanned aerial vehicles have been released, which can fly for a long time, can take photos and videos from different angles flexibly, have the ability to freely enter various areas, which in turn has led to a large number of incidents with participation of unmanned aerial vehicles. As a result, a system for recognizing unmanned aerial vehicles that can enter without</p>

			<p>permission is a very relevant scientific issue for protected areas. And the work proposes an acoustic sensor for recognition of unmanned aerial vehicles and their loaded states, which are relevant for real-time recognition in cases of such unauthorized access, and the study of the work is based on the results of practical tests.</p>
		<p>4.2 The content of the dissertation determines the topic of the dissertation 1) defines; 2) partially defines; 3) does not define</p>	<p>The composition of the dissertation work consists of its content, normative definitions, symbols and abbreviations, introduction, five parts containing the main study and conclusion. In the introduction of the dissertation, the goal, objectives, relevance and scope of the study were given systematically. In addition, the conclusion of the dissertation work was formulated consistently with the test results. In the course of the dissertation work, the content and structure of the research stages are arranged in a logical order and determine the topic of the dissertation.</p>
		<p>4.3. The goals and objectives correspond to the topic of the dissertation: 1) matches; 2) partially matches; 3) does not match</p>	<p>The purpose of the dissertation fully corresponds to its topic. And the objectives of the work are clearly defined according to the fulfillment of the set goal.</p>
		<p>4.4. All sections and structure of the</p>	<p>The dissertation work consists of an introduction,</p>

		<p>dissertation are logically connected:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) fully connected; 2) partially connected; 3) no connection 	<p>five parts, a conclusion, a list of references and applications. In the introductory part, the researcher described the relevance of the study, the purpose, objectives and novelty of the study. In the research sections, the researcher described the theoretical basis for drone recognition using acoustic data and the research process with practical results.</p> <p>As a side note, a broader description of section 1.4.2 of the introductory section is needed.</p> <p>However, it can be concluded that the results obtained in the general work are associated with a high recognition accuracy and the tasks of the problems under study.</p>
		<p>4.5 New solutions (principles, methods) proposed by the author are proven and compared with already known solutions:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) there is a critical analysis; 2) the analysis is partially conducted; 3) the analysis is based on the references of other authors, not their own opinion 	<p>In the dissertation, the sound database in the recognition of unmanned aerial vehicles by an acoustic sensor is compared with the composition of the sound base of previously studied works, the results with the recognition accuracy obtained by the models of unmanned aerial vehicles used in previous studies, the depths of the intellectual processing methods of previous works studied with an acoustic sensor, and the results of previous studies in this direction and the accuracy of recognition in this study was a critical analysis.</p>
5.	The principle of scientific novelty	5.1 Are scientific results and principles new?	In this work, for the first time, the integration of the stage of intelligent processing of audio signals from

		<p>1) completely new; 2) semi-new (25-75% are new); 3) not new (less than 25% is new)</p>	<p>unmanned aerial vehicles into the architecture of a neural network is experimentally implemented, based on a completely new method for performing loading of unmanned aerial vehicles in real time from an extended database.</p>
		<p>5.2 Are the conclusions of the thesis new? 1) completely new; 2) semi-new (25-75% are new); 3) not new (less than 25% is new)</p>	<p>Results and conclusions are based on many theoretical and practical materials. The results obtained during the research and the conclusions made are a completely new method for the field of telecommunications, i.e. a new sensor.</p>
		<p>5.3 Are the technical, technological, economic or management decisions new and reasonable? 1) completely new; 2) semi-new (25-75% are new); 3) not new (less than 25% is new)</p>	<p>As a result of the study of the thesis, the proposed intelligent acoustic sensor is economically efficient due to its simple construction in terms of technical structure, its control solutions are completely new, and its functions and methods are completely new.</p>
6.	<p>Validity of the main conclusions</p>	<p>All conclusions <u>are</u>/are not based on extensive evidence from a scientific point of view (in the areas of qualitative research and arts and humanities)</p>	<p>In the course of determining the relevance of the thesis, the introduction and first parts have discussed the problem of recognition of unmanned aerial vehicles with the help of research works published in peer-reviewed open and closed databases. Also, the findings, theoretical studies, software architecture blocks, and experimental test results in the course of solving this recognition problem are combined with systematic logic. They fully confirmed the principles of the thesis.</p>

7.	Basic principles proposed for defense	<p>The following questions should be answered for each principle:</p> <p>7.1 Has the principle been proven? <u>1) proved;</u> 2) approximately proven; 3) approximately not proven; 4) not proved</p> <p>7.2 Trivial? 1) yes; <u>2) no</u></p> <p>7.3 New? <u>1) yes;</u> 2) no</p> <p>7.4 Level of use: 1) narrow; 2) average; <u>3) wide</u></p> <p>7.5 Is the article proven? <u>1) yes;</u> 2) no</p>	<p>The main results presented to the defense have been proved by practical tests. Theoretical foundations are confirmed by experimental results.</p> <p>There are no elements of triviality in the dissertation.</p> <p>The discovered principles and features of all the researched processes were considered not in a simplified way, but with innovative new methods.</p> <p>Submitted to the defense of Utebayeva D.Zh. the results and solutions are new, as the results of the research on the topic of the dissertation have not been previously described in other peer-reviewed scientific papers and other literature.</p> <p>The proposed intelligent acoustic sensor for protection can be used as a component of bimodal recognition methods for areas where unmanned aerial vehicles may enter without authorization and for small areas of coverage. In addition, the research results are an innovative and optimal technological product, which is in demand in the field of defense at the world level. From the point of view of its development, the Republic of Kazakhstan has been of interest for "National Security and Defense".</p> <p>5 scientific articles on the topic of the dissertation, including 1 article with a non-zero impact factor, 2 articles in scientific publications recommended by</p>
----	---------------------------------------	---	--

			the Education and Science Control Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, and 2 articles in conferences included in the Scopus database were published.
8.	The principle of consistency of sources and presented information	8.1 Choice of Methodology - Reasonable or clearly written methodology 1) yes; 2) no	The author chose the methodology while conducting in-depth literature reviews of the research direction and determining the need to conduct experimental objectives. To solve the tasks, the dissertation student was able to correctly use the methods of examination, conducting empirical tests, mathematical modeling and software.
		8.2 The results of the dissertation work were obtained using modern methods of scientific research and data processing and interpretation methods using computer technologies: 1) yes; 2) no	Python programming environment, KAPRE libraries for intelligent sound processing were used to implement the research goals and objectives of the dissertation. Keras libraries and layers, which are necessary for processing with neural networks, are also used in software.
		8.2 Theoretical conclusions, models, identified interrelationships and laws are proven and confirmed by experimental research (for training areas in pedagogical sciences, the results are proven on the basis of pedagogical experiments): 1) yes;	Mathematical models and software algorithms of the methods proposed by the researcher were created in the dissertation work, and the results were verified in practice with practical experiments. The software of the experiments is shown in the photos. Research results are being assigned as part of the project for "National Security and Defense" of the

		2) no	Republic of Kazakhstan.
		8.4 Important statements are confirmed / partially confirmed / not confirmed by references to accurate and reliable scientific literature	Important statements are supported by references to clear and reliable peer-reviewed scientific literature.
		8.5 The list of references is sufficient /insufficient for the literature review	The bibliography consists of 92 sources (scientific literature, standards, results of practical experiments, etc.) on the topic of dissertation. This is sufficient for the author to comprehensively consider the topic and conduct a complete literary review.
9	Practical value principle	9.1 The thesis has theoretical significance: 1) yes; 2) no	In the dissertation, the types of recurrent neural networks for recognition of acoustic data of unmanned aerial vehicles are presented in a theoretical and systematic way.
		9.2 The dissertation has practical significance and the possibility of applying the obtained results in practice is high: 1) yes; 2) no	The system proposed by the applicant is recommended for national security systems, in particular for ensuring the security of densely populated areas, airports, government institutions, kindergartens, schools, higher education institutions, state borders, customs and strategic places.
		9.3 Are the practical recommendations new? 1) completely new; 2) semi-new (25-75% are new); 3) not new (less than 25% is new)	The method of intelligent processing of acoustic data of unmanned aerial vehicles proposed by the researcher is new.

10.	Quality of writing and design	Quality of academic writing: 1) high ; 2) average; 3) below average; 4) down.	The dissertation is written in a scientific and technical language understandable to the reader. The narrative style is clear and consistent with references to peer-reviewed research. The main rules and conclusions are presented in a logical connection. There are some minor stylistic errors in the work.
-----	-------------------------------	--	--

Dissertation notes and recommendations:

1. Insignificant errors can be observed in some visual details presented in the dissertation work.
2. In the dissertation work, it is possible to show the need to open the interpretation of the problem of determining the loaded state of unmanned aerial vehicles.

The mentioned remarks are suggestive in nature and do not reduce the importance of the proposed research.

Conclusion

These notes do not reduce the overall positive assessment of the dissertation work. The dissertation of Utebayeva Dana Zholdybaykyzy on the topic “Research of effective UAV detection using acoustic data recognition” is fully completed, the work is new and relevant, and meets all the requirements for Ph.D. worthy of receiving the degree of Doctor of Philosophy (PhD) in the specialty 6D071900 - "Radio Engineering, Electronics and Telecommunications".

Reviewer, PhD in "Radio engineering, electronics and telecommunications", associate professor of Almaty University of Energy and Communications named after Gumarbek Daukeev, Head of the department "Electronics and robotics".



S.K. Orazaliyeva

2023, «__» May