

«8D06201 – Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесіне іздену үшін ұсынылған Тілеу Аян Оразбайұлының «Лазерлік газ сенсоры сигналының концентрациялық қанығуы» тақырыбындағы диссертациялық жұмысына ресми

РЕЦЕНЗЕНТТІҢ ЖАЗБАША ПІКІРІ

р/н №	Өлшемшарттар	Өлшемшарттарға сәйкестігі (жауап нұсқаларының бірін сызу)	Ресми рецензенттің ұстанымына негіздеме (ескертуді курсивпен көрсету)
1.	Диссертация тақырыбының (бекіту күніне) ғылымның даму бағыттарына және/немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкес болуы	1.1 Ғылымды дамытудың басым бағыттарына және/немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкестігі: 1) диссертация мемлекет бюджетінен қаржыландырылатын жобаның немесе нысаналы бағдарламаның аясында орындалған (жобаның немесе бағдарламаның атауы мен нөмірін көрсету); 2) диссертация басқа мемлекеттік бағдарлама аясында орындалған (бағдарламаның атауын көрсету); 3) диссертация Қазақстан Республикасының Үкіметі жанындағы Жоғары ғылыми-техникалық комиссия бекіткен ғылым дамуының басым бағытына сәйкес (бағытын көрсету) келеді.	Диссертациялық жұмыс «Техника ғылымдары саласындағы ғылыми зерттеулер мен әзірлемелер» ғылымды дамытудың басым бағыттарына сәйкес келеді. Диссертациялық жұмыс 2025-2027 жылдарға арналған, жеке тіркеу нөмірі (ЖТН) AP26102313 «Лазерлік сенсор сигналдарының когеренттілігі және қанығуы» ғылыми-зерттеу жұмысының (ҒЗЖ) жоспарларына сәйкес орындалған.
2.	Ғылым үшін маңыздылығы	Жұмыс ғылымға елеулі үлесін <u>қосады</u> /қоспайды, ал оның маңыздылығы <u>ашылған</u> /ашылмаған.	Диссертациялық жұмыста оптоэлектроника және газды сезу жүйелеріне негізделген өлшеу кешендерінде сигналдарды өңдеу мен деректерді талдау арқылы өлшеу нәтижелерінің дәлдігін арттыруға бағытталған тиімді әдістемелік шешімдер ұсынылған. Атап айтқанда, лазерлік газ сенсорларының когерентті сигналдарын өңдеу, шу әсерін азайту және сигналдың концентрациялық

			тәуелділігін талдау арқылы сезімталдық пен тұрақтылықты жақсарту жолдары қарастырылған. Сонымен қатар, өлшеу нәтижелерін әртүрлі орта жағдайларында (таза ауа және газ концентрациясы өзгерген кезде) салыстырмалы талдау жасау және сигналдың уақыттық өзгерісін модельдеу тәсілдері өлшеу сапасын арттырудың ғылыми негізделген бағыттарын көрсетеді. Осылайша, алынған нәтижелер лазерлік және жартылай өткізгіш негізіндегі газ сенсорларын дамытуға, сондай-ақ оптоэлектрондық өлшеу жүйелерінің дәлдігін арттыруға елеулі ғылыми және практикалық үлес қосады.
3.	Өзі жазу принципі	Өзі жазу деңгейі:	Автордың өзіндік зерттеу жұмысының деңгейі жоғары. Ізденуші теориялық талдау, эксперименттік жүйені құру, өлшеу деректерін жинау және өңдеу, сондай-ақ сигналдарды талдау мен модельдеу жұмыстарын тікелей өзі орындаған. Жалпы алғанда, диссертация автордың дербес ғылыми ізденісінің нәтижесі болып табылады және лазерлік газ сенсорлары мен оптоэлектрондық өлшеу жүйелерін дамытуға елеулі үлес қосады.
		1) жоғары;	
		2) орташа;	
		3) төмен;	
		4) өзі жазбаған.	
4.	Ішкі бірлік принципі	4.1 Диссертация өзектілігінің негіздемесі:	Диссертациялық жұмыстың өзектілігі лазерлік газ сенсорлары арқылы газ концентрациясын жоғары дәлдікпен анықтау қажеттілігімен байланысты. Өлшеу кезінде сигналдың тұрақсыздығы мен шу әсері нәтижелер дәлдігін төмендетеді. Осыған байланысты сигналдарды тиімді өңдеу және өлшеу әдістерін жетілдіру маңызды ғылыми-практикалық міндет болып табылады.
		1) негізделген;	
		2) ішінара негізделген;	
		3) негізделмеген.	
		4.2 Диссертация мазмұны диссертация тақырыбын айқындайды:	
		1) айқындайды;	Диссертациялық жұмыстың мазмұны көрсетілген тақырыпқа толық сәйкес келеді және логикалық тұрғыдан анық әрі жүйелі түрде баяндалған. Үш

		2) ішінара айқындайды;	бөлім және олардың бөлімшелері үйлесімді құрылымдалған және зерттеу тақырыбын толық қамтиды.
		3) айқындамайды.	
		4.3. Мақсаты мен міндеттері диссертация тақырыбына сәйкес келеді:	
		1) <u>сәйкес келеді;</u>	Тілеу Аянның зерттеу жұмысы барысында қойған мақсаты мен міндеттері тақырыпқа толықтай сәйкес келеді.
		2) ішінара сәйкес келеді;	
		3) сәйкес келмейді.	
		4.4. Диссертацияның барлық бөлімдері мен ережелері логикалық байланысқан:	Диссертациялық жұмыс кіріспеден, үш бөлімнен, қорытындыдан және әдебиеттер тізімінен тұрады. Бірінші бөлімде лазерлік газ сенсорлары мен оптоэлектрондық өлшеу жүйелерінде сигналдарды өңдеу және газ концентрациясын анықтау әдістеріне шолу жасалған. Екінші бөлімде эксперименттік деректерді алдын ала өңдеу, когерентті сигналдарды талдау және өлшеу дәлдігін арттыру әдістері қарастырылған. Үшінші бөлімде сигналды модельдеу және өлшеу нәтижелерін талдау негізінде газ концентрациясын болжау әдістері ұсынылған. Диссертациялық жұмыс бөлімдері логикалық түрде байланысқан: материал ретімен ұсынылған, әрбір бөлімде қорытынды жасалған және келесі бөлімдер тақырыпты одан әрі дамытып отырады.
		1) <u>толық байланысқан;</u>	
		2) ішінара байланысқан;	
		3) байланыс жоқ.	
		4.5 Автор ұсынған жаңа шешімдер (қағидаттар, әдістер) дәлелденіп, бұрыннан белгілі шешімдермен салыстырылып бағаланған:	
		1) <u>сыни талдау бар;</u>	Диссертациялық жұмыста алынған нәтижелер мен қорытындылар ғылыми негізділігімен ерекшеленеді және тиісті тәжірибелер арқылы расталған. Автор ұсынған әдістемелік шешімдерге толықтай талдау жүргізіліп, олардың тиімділігі, практикалық маңызы және әрбір тәсілдің мүмкіндіктері мен шектеулері сыни тұрғыдан қарастырылған.
		2) талдау ішінара жүргізілген;	
		3) талдау өз пікіріне емес, басқа авторлардың сілтемелеріне негізделген;	
		4) талдау жоқ.	

5.	Ғылыми жаңашылдық принципі	5.1 Ғылыми нәтижелер мен ережелер жаңа ма?	Диссертациялық жұмыста автор алғаш рет лазерлік газ сенсорлары негізіндегі өлшеу жүйелерінде сигналды өңдеу және талдау дәлдігін арттыруға бағытталған кешенді әдістемелік тәсілдерді ұсынған. Атап айтқанда, когерентті сигналдардың флукутациялық табиғатын ескере отырып, концентрациялық қанығу режиміндегі сигналдың физикалық механизмдері зерттеліп, бұл құбылыстың фотон–газ молекуласы өзара әсерлесуімен байланысы көрсетілген. Сонымен қатар, әртүрлі газ орталарында (метан, этанол, аммиак) сенсор сигналының қанығу режимі эксперименттік түрде анықталып, оның флукутациялық және акпараттық сипаттамаларымен байланысы дәлелденді. Сызықты және бейсызық жұмыс режимдерінде сигналдың корреляциялық функциялары мен акпараттық энтропиясы негізінде өлшеу дәлдігін бағалау критерийлері ұсынылып, бұл әдіс дәстүрлі өңдеу тәсілдерімен салыстырғанда сигналды талдау дәлдігін едәуір арттыруға мүмкіндік беретіні көрсетілді.
		1) <u>толығымен жаңа;</u>	
		2) ішінара жаңа (25-75% жаңа);	
		3) жаңа емес (жаңасы 25%-дан кем).	
		5.2 Диссертацияның қорытындылары жаңа ма?	
		1) <u>толығымен жаңа;</u>	
		2) ішінара жаңа (25-75% жаңа);	
		3) жаңа емес (жаңасы 25%-дан кем).	
		5.3 Техникалық, технологиялық, экономикалық немесе басқару шешімдері жаңа және негізделген бе?	
		1) <u>толығымен жаңа;</u>	
		2) ішінара жаңа (25-75% жаңа);	Техникалық, технологиялық және әдістемелік шешімдері толықтай жаңа және 2025 жылғы № 9374 пайдалы модельге патентпен расталған.
		3) жаңа емес (жаңасы 25%-дан кем).	

6.	Негізгі қорытындылардың негізділігі	Барлық негізгі қорытындылар ғылыми тұрғыдан қарағанда ауқымды дәлелдемелерде <u>негізделген</u> /негізделмеген (qualitative research (куолитатив ресеч) және өнер және гуманитарлық ғылымдар бойынша даярлық бағыттары үшін).	Диссертациялық жұмыстың қорытындылары зерттеу нәтижелеріне сүйене отырып ғылыми тұрғыдан негізделген, қолданылған әдістемелік тәсілдер өзара логикалық байланыста жүйеленген және алынған деректерге сәйкес нақты тұжырымдалған.
7.	Қорғауға шығарылған негізгі ережелер	Әрбір ереже бойынша келесі сұрақтарға жеке жауап беру қажет: 7.1 Ереже дәлелденді ме? 1) дәлелденді; 2) шамамен дәлелденді; 3) шамамен дәлелденбеді; 4) дәлелденбеді; 5) бұл тұжырымда ереженің дәлелденгенін тексеру мүмкін емес. 7.2 Тривиалды ма? 1) ия; 2) жоқ; 3) бұл тұжырымда ереженің тривиалды екенін тексеру мүмкін емес. 7.3 Жаңа ма? 1) ия; 2) жоқ; 3) бұл тұжырымда ереженің жаңашылдығын тексеру мүмкін емес. 7.4 Қолдану деңгейі: 1) тар; 2) орташа; 3) кең 4) бұл тұжырымда ереженің қолдану деңгейін тексеру мүмкін емес.	Тұжырым №1 • CuO/PS негізіндегі нанокұрылымдық сенсор тұрақты кернеу жағдайында газға сезімталдық сипаттамалары бойынша 1–3 минут ішінде ток шамасының 20% артуын көрсетеді. 7.1 дәлелденді 7.2 жоқ 7.3 ия 7.4 кең 7.5 ия Тұжырым №2 • Лазерлік сенсор сигналының әртүрлі газдар үшін концентрациялық қанығуы флуктуациялық-диссипациялық теоремамен анықталады. Қанығу концентрациясы әртүрлі газдар үшін келесі мәндерді береді: $C_*(NH_3) = 10^2 \text{ ppm}$, $C_*(C_2H_5OH) = 10^3 \text{ ppm}$, $C_*(CH_4) = 10^4 \text{ ppm}$. 7.1 дәлелденді 7.2 жоқ 7.3 ия 7.4 кең 7.5 ия

		7.5 Мақалада дәлелденген бе?	Тұжырым №3 • Өзұқсас информация $I_*=0.567$ және өзұқсас энтропия $H_*=0.806$ лазерлік газ сенсоры сигналының когеренттілік көрсеткішін келесі формуламен $\eta = (H_* - I_*)/(H_* + I_*) \approx 0,174$ анықтайды. 7.1 дәлелденді 7.2 жоқ 7.3 ия 7.4 кең 7.5 ия
		1) ия;	
		2) жоқ	
		3) бұл тұжырымда мақаладағы ереженің дәлелденгенін тексеру мүмкін емес.	
8.	Дәйектілік қағидаты. Дереккөздер мен ұсынылған ақпараттың дәйектілігі	8.1 Әдіснаманы таңдау – негізделген немесе әдіснама нақты жазылған:	Диссертациялық жұмыста қолданылған әдіснама жан-жақты негізделіп, зерттеу мақсаты мен міндеттеріне сәйкес нақты жазылған.
		1) <u>ия;</u>	
		2) жоқ.	Диссертациялық жұмыс барысында сенсор сигналдарын өңдеу, концентрациялық қанығу режимдерін зерттеу және нәтижелерді талдау корреляциялық функциялар. Шеннон энтропиясы, флуктуациялық-диссипациялық талдау әдістері және эксперименттік өлшеу деректерін өңдеу негізінде жүзеге асырылған.
		8.2 Диссертация жұмысының нәтижелері компьютерлік технологияларды қолдану арқылы ғылыми зерттеулердің қазіргі заманғы әдістері мен деректерді өңдеу және интерпретациялау әдістемелерін пайдалана отырып алынған:	
		1) <u>ия;</u>	
		2) жоқ.	Теориялық қорытындылар, модельдер және анықталған өзара байланыстар мен заңдылықтар эксперименттік зерттеулермен дәлелденген және расталған (педагогикалық ғылымдар бойынша даярлау бағыттары үшін нәтижелер педагогикалық эксперимент негізінде дәлелденеді):
		1) <u>ия;</u>	

		2) жок.	
		8.4 Маңызды мәлімдемелер нақты және сенімді ғылыми әдебиеттерге сілтемелермен расталған / ішінара расталған / расталмаған.	Диссертациялық жұмыс барысында қолданылған маңызды мәлімдемелер нақты және сенімді ғылыми әдебиеттерге сілтемелермен расталған.
		8.5 Пайдаланылған әдебиеттер тізімі әдеби шолуға жеткілікті /жеткіліксіз.	Әдеби шолу үшін пайдаланылған әдебиеттер тізімі толығымен жеткілікті. Диссертациялық жұмыстағы сілтемелердің жалпы саны – 92.
9	Практикалық құндылық қағидаты	9.1 Диссертацияның теориялық маңызы:	Диссертациялық жұмыстың теориялық маңыздылығы жоғары деңгейде, себебі зерттеу нәтижелерін лазерлік газ сенсорларының сигналдарын өңдеу, концентрациялық қанығу құбылыстарын талдау және флуктуациялық-энтропиялық модельдер құру барысында қолдануға болады.
		1) бар;	
		2) жок.	
		9.2 Диссертацияның практикалық маңызы бар және алынған нәтижелерді практикада қолдану мүмкіндігі жоғары:	Диссертациялық жұмыстың практикалық маңыздылығы жоғары, себебі алынған нәтижелерді лазерлік газ сенсорлары мен оптоэлектрондық өлшеу жүйелерінде сигналдарды өңдеу дәлдігін арттыруда, эксперименттік деректерді талдауда және өлшеу нәтижелерінің сенімділігін жоғарылатуда қолдануға болады.
		1) ия;	
		2) жок.	
		9.3 Практикалық ұсыныстар жаңа ма?	Диссертациялық жұмыста көрсетілген практикалық ұсыныстар жаңа болып табылады және олар лазерлік газ сенсорлары мен оптоэлектрондық өлшеу жүйелерінде сигналдарды өңдеу дәлдігін арттыруға, шектеулі өлшеулер негізінде сигналдық модельдерді калпына келтіруге және өлшеу жүйелерінің жалпы тиімділігін жақсартуға елеулі үлес қосады.
		1) толығымен жаңа;	
		2) ішінара жаңа (25-75% жаңа);	
		3) жаңа емес (жаңасы 25%-дан кем).	
10.	Жазу және ресімдеу сапасы	Академиялық жазу сапасы:	Диссертациялық жұмыс ғылыми-техникалық терминдерді қолдана отырып, түсінікті түрде жазылған. Жұмыстың академиялық жазу сапасы жоғары деңгейде орындалған.
		1) жоғары;	
		2) орташа;	
		3) орташадан төмен;	

		4) төмен.	
11.	Диссертацияға ескертулер	Диссертациялық жұмысқа қатысты ескертулер жоқ.	
12.	Докторант мақалаларының зерттеу тақырыбы бойынша ғылыми деңгейі (диссертация мақалалар сериясы нысанында қорғалған жағдайда ресми рецензенттер докторанттың зерттеу тақырыбы бойынша әр мақаласының ғылыми деңгейін зерделейді)	Диссертациялық жұмыс негізінде орындалған ғылыми мақалалардың деңгейі жоғары.	
13.	Ресми рецензенттің шешімі (осы Үлгі ереженің 28-тармағына сәйкес)	Жоғарыда айтылғандарды негізге ала отырып, «8D06201 – Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесіне іздену үшін ұсынылған Тілеу Аян Оразбайұлының «Лазерлік газ сенсоры сигналының концентрациялық қанығуы» тақырыбындағы диссертациялық жұмысы философия докторы (PhD) дәрежесін беру ережелерінің талаптарына сәйкес келеді. Тілеу Аян Оразбайұлына философия докторы (PhD) дәрежесін беру ұсынылады.	

Ресми рецензент:

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,
қауымдастырылған профессор, PhD



Медетов Бекболат Жаксылыкович



