

«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 зерттеуде оптоэлектрондық және газды анықтау жүйелеріне негізделген өлшеу құрылғыларында сигналдарды өңдеу мен алынған деректерді талдау әдістерін пайдалану арқылы өлшеу дәлдігін жоғарылатуға арналған тиімді ғылыми-әдістемелік тәсілдер ұсынылған. Атап айтқанда, лазерлік газ сенсорларынан алынатын когерентті сигналдарды өңдеу, кедергілер мен

			шудың әсерін төмендету, сондай-ақ сигналдың газ концентрациясына тәуелді өзгерістерін зерттеу негізінде жүйенің сезімталдығы мен сенімділігін арттыру жолдары қарастырылған. Сонымен бірге, өлшеу нәтижелерін әртүрлі орта жағдайларында (таза ауада және газ концентрациясы өзгерген жағдайда) салыстырып бағалау, сондай-ақ сигналдың уақыт бойынша өзгеру заңдылықтарын модельдеу әдістері өлшеу сапасын жетілдірудің ғылыми тұрғыдан негізделген бағыттарын айқындайды. Осылайша, зерттеу барысында алынған нәтижелер лазерлік және жартылай өткізгіш технологиялар негізіндегі газ сенсорларын одан әрі жетілдіруге, сондай-ақ оптоэлектрондық өлшеу кешендерінің нақтылығы мен тиімділігін арттыруға маңызды ғылыми әрі практикалық үлес қосады.
3.	Өзі жазу принципі	Өзі жазу деңгейі: 1) жоғары; 2) орташа; 3) төмен; 4) өзі жазбаған.	Автордың ғылыми-зерттеу жұмысына қосқан жеке үлесінің деңгейі жоғары деп бағаланады. Зерттеуші теориялық зерттеулер жүргізу, эксперименттік қондырғыны әзірлеу, өлшеу нәтижелерін алу және өңдеу, сонымен қатар сигналдарды талдау мен математикалық модельдеу кезеңдерінің барлығын өз бетінше орындаған. Жалпы алғанда, диссертациялық жұмыс автордың дербес ғылыми ізденістерінің нәтижесін көрсетеді және лазерлік газ талдау жүйелері мен оптоэлектрондық өлшеу технологияларын жетілдіру саласына маңызды ғылыми үлес болып табылады.
4.	Ішкі бірлік принципі	4.1 Диссертация өзектілігінің негіздемесі: 1) негізделген; 2) ішінара негізделген;	Диссертациялық зерттеудің өзектілігі лазерлік газ сенсорларын пайдалану арқылы газдардың концентрациясын жоғары нақтылықпен анықтау

	3) негізделмеген.	мәселесімен айқындалады. Өлшеу процесінде сигналдың тұрақсыздығы мен әртүрлі кедергілердің әсері алынатын нәтижелердің сенімділігі мен дәлдігіне кері ықпал етеді. Сондықтан сигналдарды өңдеудің заманауи тәсілдерін әзірлеу, сондай-ақ өлшеу технологияларын жетілдіру газды талдау жүйелерінің тиімділігін арттыруға бағытталған өзекті ғылыми және практикалық міндеттердің бірі болып табылады.
	4.2 Диссертация мазмұны диссертация тақырыбын айқындайды:	Диссертациялық жұмыстың мазмұны көрсетілген тақырыпқа толық сәйкес келеді және логикалық тұрғыдан анық әрі жүйелі түрде баяндалған. Үш бөлім және олардың бөлімшелері үйлесімді құрылымдалған және зерттеу тақырыбын толық қамтиды.
	1) <u>айқындайды;</u>	
	2) ішінара айқындайды;	
	3) айкындамайды.	Тілеу Аянның зерттеу жұмысы барысында қойған мақсаты мен міндеттері тақырыпқа толықтай сәйкес келеді.
	4.3. Мақсаты мен міндеттері диссертация тақырыбына сәйкес келеді:	
	1) <u>сәйкес келеді;</u>	
	2) ішінара сәйкес келеді;	Диссертациялық жұмыс кіріспе бөлімінен, үш негізгі тараудан, қорытындыдан және пайдаланылған әдебиеттер тізімінен құралған. Бірінші тарауда лазерлік газ сенсорларының жұмыс істеу принциптері, оптоэлектрондық өлшеу жүйелеріндегі сигналдарды өңдеу ерекшеліктері және газ концентрациясын анықтаудың заманауи әдістері талданған. Екінші тарауда эксперименттік мәліметтерді бастапқы өңдеу, когерентті сигналдардың сипаттамаларын зерттеу және өлшеу нәтижелерінің нақтылығын арттыруға арналған тәсілдер қарастырылған. Үшінші тарауда
	3) сәйкес келмейді.	
	4.4. Диссертацияның барлық бөлімдері мен ережелері логикалық байланысқан:	
	1) <u>толық байланысқан;</u>	
	2) ішінара байланысқан;	
	3) байланыс жоқ.	

			сигналдардың математикалық модельдері негізінде алынған нәтижелерді талдау және газ концентрациясын бағалау мен болжау әдістері ұсынылған. Жұмыстың құрылымы жүйелі түрде құрылған және тараулар арасында өзара сабақтастық сақталған. Материал ғылыми логикаға сәйкес баяндалған, әр бөлімнің соңында тиісті қорытындылар келтірілген, ал кейінгі тараулар алдыңғы бөлімдерде қарастырылған мәселелерді тереңдетіп, әрі қарай дамытады.
		4.5 Автор ұсынған жаңа шешімдер (қағидаттар, әдістер) дәлелденіп, бұрыннан белгілі шешімдермен салыстырылып бағаланған:	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.
		1) <u>сыни талдау бар;</u>	
		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 зерттеуде автор алғаш рет лазерлік газ сенсорларына негізделген өлшеу кешендерінде сигналдарды өңдеу мен интерпретациялау дәлдігін жоғарылатуға арналған кешенді ғылыми-әдістемелік шешімдерді әзірлеген. Атап айтқанда, когерентті сигналдардың флукуациялық ерекшеліктерін ескере отырып, концентрациялық қанығу аймағындағы сигналдың қалыптасу заңдылықтары зерттеліп, аталған құбылыстың фотондар мен газ молекулалары арасындағы өзара әрекеттесумен байланысты екендігі негізделген. Сонымен қатар, метан, этанол және аммиак сияқты әртүрлі газ орталарында сенсор сигналының қанығу
		1) <u>толығымен жаңа;</u>	
		2) ішінара жаңа (25-75% жаңа);	
		3) жаңа емес (жаңасы 25%-дан кем).	

			режимі тәжірибелік жолмен анықталып, оның флуктуациялық параметрлермен және ақпараттық сипаттамалармен өзара байланысы көрсетілген. Сигналдың сызықты және бейсызықты жұмыс аймақтарындағы корреляциялық қасиеттері мен ақпараттық энтропия көрсеткіштеріне сүйене отырып, өлшеу нақтылығын бағалаудың жаңа критерийлері ұсынылған. Зерттеу нәтижелері бұл тәсілдің дәстүрлі сигнал өңдеу әдістерімен салыстырғанда ақпаратты талдау сапасы мен дәлдігін айтарлықтай жақсартуға мүмкіндік беретінін дәлелдейді.
		5.2 Диссертацияның қорытындылары жаңа ма?	Диссертациялық жұмыстың қорытындылары толығымен жаңа және импакт факторы жоғары ғылыми журналдарда жарияланған деректермен расталған.
		1) толығымен жаңа;	
		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?	Техникалық, технологиялық және әдістемелік шешімдері толықтай жаңа және 2025 жылғы № 9374 пайдалы модельге патентпен расталған.
		1) толығымен жаңа;	
		2) ішінара жаңа (25-75% жаңа);	
		3) жаңа емес (жаңасы 25%-дан кем).	
6.	Негізгі қорытындылардың негізділігі	Барлық негізгі қорытындылар ғылыми тұрғыдан қарағанда ауқымды дәлелдемелерде негізделген /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:	Тұжырым №1
		7.1 Ереже дәлелденді ме?	• CuO/PS негізіндегі нанокұрылымдық сенсор тұрақты кернеу жағдайында газға сезімталдық

	1) дәлелденді;	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
	2) шамамен дәлелденді;	
	3) шамамен дәлелденбеді;	
	4) дәлелденбеді;	
	5) бұл тұжырымда ереженің дәлелденгенін тексеру мүмкін емес.	
	7.2 Тривиалды ма?	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
	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 жанашылдығын тексеру мүмкін емес.	
	7.4 Қолдану деңгейі:	
	1) тар;	
	2) орташа;	
	3) кең	
	4) бұл тұжырымда ереженің қолдану деңгейін тексеру мүмкін емес.	Тұжырым №3 • Өзқсас информация $I_*=0.567$ және өзқсас 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
	7.5 Мақалада дәлелденген бе?	
	1) ия;	
	2) жоқ	
	3) бұл тұжырымда мақаладағы ереженің дәлелденгенін тексеру мүмкін емес.	

			7.4 кең 7.5 ия
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.	
		8.2 Диссертация жұмысының нәтижелері компьютерлік технологияларды қолдану арқылы ғылыми зерттеулердің қазіргі заманғы әдістері мен деректерді өңдеу және интерпретациялау әдістемелерін пайдалана отырып алынған:	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.
		1) <u>ия</u> ;	
		2) жоқ.	
		8.3 Теориялық қорытындылар, модельдер, анықталған өзара байланыстар және заңдылықтар эксперименттік зерттеулермен дәлелденген және расталған (педагогикалық ғылымдар бойынша даярлау бағыттары үшін нәтижелер педагогикалық эксперимент негізінде дәлелденеді):	Теориялық қорытындылар, модельдер және анықталған өзара байланыстар мен заңдылықтар тәжірибелік зерттеулер нәтижелерімен дәлелденген, ал зерттеудің нәтижелері импакт-факторы жоғары шетелдік ғылыми басылымдарда жарияланған мақалалармен расталған.
		1) <u>ия</u> ;	
		2) жоқ.	
9	Практикалық құндылық қағидаты	8.4 Маңызды мәлімдемелер нақты және сенімді ғылыми әдебиеттерге сілтемелермен <u>расталған</u> / ішінара расталған / расталмаған.	Диссертациялық жұмыс барысында қолданылған маңызды мәлімдемелер нақты және сенімді ғылыми әдебиеттерге сілтемелермен расталған.
		8.5 Пайдаланылған әдебиеттер тізімі әдеби шолуға <u>жеткілікті</u> /жеткіліксіз.	Әдеби шолу үшін пайдаланылған әдебиеттер тізімі толығымен жеткілікті. Диссертациялық жұмыстағы сілтемелердің жалпы саны – 92.
		9.1 Диссертацияның теориялық маңызы:	Диссертациялық жұмыстың теориялық маңыздылығы жоғары деңгейде, себебі зерттеу
		1) <u>бар</u> ;	

		2) жоқ.	нәтижелерін лазерлік газ сенсорларының сигналдарын өңдеу, концентрациялық қанығу құбылыстарын талдау және флуктуациялық-энтропиялық модельдер құру барысында қолдануға болады.
		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) <u>ия;</u>	
		2) жоқ.	
		9.3 Практикалық ұсыныстар жаңа ма?	
		1) <u>толығымен жаңа;</u>	
		2) ішінара жаңа (25-75% жаңа);	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 қалпына келтіруге және өлшеу жүйелерінің жалпы тиімділігін жақсартуға елеулі үлес қосады.
		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) <u>жоғары;</u>	
		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	Диссертациялық жұмыс негізінде орындалған ғылыми мақалалардың деңгейі жоғары.	

	зерттеу тақырыбы бойынша әр мақаласының ғылыми деңгейін зерделейді)	
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:

Ғ. Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті,
техника ғылымдарының кандидаты, профессор



Байкенов Алимжан Сергеевич



Қол қойғаны растаймын
Подпись заверяю

 Медербек А.Ұ.

ҚЫЗМЕТІ _____ АТЫ-ЖӨНІ _____

« _____ » 20 ____ ж.