

**«6D071900-Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесіне іздену үшін ұсынылған Толегенова Акмарал Алибековнаның «Көлбеу талшықты Брэгг торлары бар қоршаған ортаның сыну көрсеткішінің оптогалшықты сенсоры» тақырыбындағы диссертациялық жұмысына ресми рецензенттің**

**СЫН-ПІКІРІ**

р/н №	Критерийлер	Критерийлер сәйкестігі	Ресми рецензенттің ұстанымы
1.	Диссертация тақырыбының (бекіту күніне) ғылымның даму бағыттарына және/немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкес болуы	1.1 Ғылымның даму бағыттарына және/немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкестігі: 1) Диссертация мемлекет бюджетінен қаржыландырылатын жобаның немесе нысаналы бағдарламаның аясында орындалған (жобаның немесе бағдарламаның атауы мен нөмірі); 2) Диссертация басқа мемлекеттік бағдарлама аясында орындалған (бағдарламаның атауы) 3) Диссертация Қазақстан Республикасының Үкіметі жанындағы Жоғары ғылыми-техникалық комиссия бекіткен ғылым дамуының басым бағытына сәйкес (бағытын көрсету)	«Ақпараттық, коммуникациялық және ғарыштық технологиялар» ғылымды дамытудың басым бағытына сәйкес келеді  Диссертация Қазақстан Республикасының Үкіметі жанындағы Жоғары ғылыми-техникалық комиссия бекіткен ғылым дамуының «Ақпараттық, коммуникациялық және ғарыштық технологиялар» атты басым бағытына сәйкес
2.	Ғылымға маңыздылығы	Жұмыс ғылымға елеулі үлесін қосады/қоспайды, ал оның маңыздылығы ашылған/ашылмаған.	А.А.Толегенованың диссертациялық жұмысының отандық және халықаралық ғылымға қосатын үлесі мол және оның маңыздылығы көлбеу талшықты Брэгг торлары жазылған оптогалшықтарды қоршаған ортаның сыну көрсеткішінің сенсоры ретінде қолдану мүмкіндігімен ашылады. Зерттеу нәтижелері қоршаған ортаның сыну көрсеткішінің өзгерісін тіркеуге арналған биомедицина, экология салаларындағы қолданбаларда пайдалы болуы мүмкін.
3.	Өзі жазу принципі	Өзі жазу деңгейі: 1) жоғары; 2) орташа; 3) төмен;	Ізденушінің диссертациялық жұмысты өзі жазу деңгейі жоғары, бұл рейтингісі жоғары (Q2, IF=1,093) шетелдік журналда жарыққа шыққан мақалада ізденушінің негізгі бірінші автор ретіндегі жарияланымымен расталады. Жұмыстың негізгі кезеңдері, көлбеу

		4) өзі жазбаған	бұрыштары 6 және 8 градус болатын талшықты Брэгг торларын оптогалшыққа жазу, сыну көрсеткіштері әр түрлі болатын 24 ерітінді дайындау, сол ерітінділерге салынған көлбеу талшықты Брэгг торлары арқылы жарық көзінен 1550 нм толқын ұзындығындағы жарықты жіберу, өткен жарықтың спектрін тіркеу, тіркелген спектрлерді өңдеу, жаңа сипаттамаларын анықтау және нәтижелерді талдауды автордың жеке өзі орындағаны диссертациялық жұмыста көрсетілген.
4.	Ішкі бірлік принципі	4.1 Диссертация өзектілігінің негіздемесі: 1) <u>негізделген;</u> 2) жартылай негізделген; 3) негізделмеген.	Диссертациялық жұмыстың зерттеу өзектілігі негізделген. Диссертациялық жұмыс көлбеу Брэгг торлары жазылған оптогалшықтың қоршаған ортаның сыну көрсеткішіне сызықты тәуелді болатын спектрлік сипаттамасын анықтауға арналған. Бүгінгі таңда радиотехника мен электрониканың өзекті міндеттерінің бірі электрондық құрылғыларды мүлдем қолдануға болмайтын жағдайларда, немесе олардың қолданысы ауқымды қиындықтар мен шығындарды тудыратын жағдайларда қолданылуы мүмкін оптогалшықты сенсорларды дайындау болып табылады. Қоршаған ортаның өзгерісін тіркейтін оптогалшықты сенсорлар кеңінен зерттелгеніне қарамастан, ортаның сыну көрсеткішіне сезімталдығы жоғары болатын түрлері мен сипаттамалары жеткілікті түрде зерттелмеген. Зерттеу тақырыбы бойынша әдебиеттерге шолу ізденушінің осы бағытта зерттеліп жатқан жұмыстарды және диссертация тақырыбы бойынша мәселенің қазіргі жағдайын жақсы білетіндігін көрсетеді.
		4.2 Диссертация мазмұны диссертация тақырыбын айқындайды 1) <u>айқындайды;</u> 2) жартылай айқындайды; 3) айқындамайды	Диссертациялық жұмыстың мазмұны тақырыбына сай және толықтай қамтылған. Жұмыстың бірінші бөлімі әдеби шолуға арналған. Екінші бөлімде оптогалшыққа көлбеу Брэгг торларын жазу қондырғысы мен экспериментті жүргізу процесі толықтай түсіндірілген. Экспериментте қолданылатын қондырғылардың сипаттамасы жазылған. Үшінші бөлімде диссертациялық жұмыстың мақсатына сай көлбеу талшықты Брэгг торларынан өткен жарықтың спектрлеріне талдау жүргізіліп алынған спектрлерден сыну көрсеткішіне тәуелділігі сызықты болатын сипаттаманы анықтап, графиктерін тұрғызған. Жұмыста берілген кестелер мен суреттер мәнерлі және түсінікті. Диссертациялық

			жұмыста негізінен жоғары рейтингті рецензияланатын халықаралық басылымдардан пайдаланылған дереккөздердің 101 атауы келтірілген.
		4.3. Мақсаты мен міндеттері диссертация тақырыбына сәйкес келеді: 1) сәйкес келеді; 2) жартылай сәйкес келеді; 3) сәйкес келмейді	Диссертациялық жұмыста автор диссертация тақырыбына толық сәйкес келетін зерттеу мақсаты мен міндеттерін нақты тұжырымдалған.
		4.4. Диссертацияның барлық бөлімдері мен құрылысы логикалық байланысқан: 1) толық байланысқан; 2) жартылай байланысқан; 3) байланыс жоқ	Диссертацияның барлық бөлімдері мен қағидаттары толығымен өзара байланысты, логикалық жүйелілік бар. Жұмыс басында алғышарттар беріліп, әрі қарай зерттеу жұмысының негізгі мәселелері (әдеби шолу) келтіріліп, содан кейін сәйкес бөлімдерде қойылған әрбір міндеттер бойынша жұмыс нәтижелері талданған
		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	Зерттеу саласы бойынша ағымдағы жағдайға сыни талдау жасалған. Сенсорлық сезімтал элементі ретінде көлбеу бұрыштары 6 және 8 градус болатын Брэгг торларын қолданудың және олардың қоршаған ортаның сыну көрсеткішінің өзгерісіне сызықты тәуелді болатын спектрлік сипаттамаларын анықтау әдістері түсіндірілген. Қолданылған әдебиеттер тізімінде көрсетілген ғылыми жұмыстар мұқият әдебиеттік шолу жасалғандығын растайды.
5.	Ғылыми жаңашылдық принципі	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 жұмыстағы қорғауға ұсынылған зерттеу нәтижелері мен қағидаттары толығымен жаңа, атап айтқанда көлбеу бұрыштары 6 <sup>0</sup> және 8 <sup>0</sup> болатын Брэгг торлары бар оптикалық талшықтар қоршаған ортаның сыну көрсеткішінің өзгеру сенсоры ретінде жұмыс істей алатындығы анықталды.
		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)	Диссертация қорытындылары толығымен жаңа болып табылады. Жұмыстың ғылыми жаңалығы келесідей: 1. Алғаш рет көлбеу бұрыштары 6 <sup>0</sup> және 8 <sup>0</sup> болатын Брэгг торлары бар оптикалық талшықтар қоршаған ортаның сыну көрсеткішінің өзгеру сенсоры ретінде жұмыс істей алатындығы анықталды. 2. Алғаш рет қоршаған ортаның сыну көрсеткішіне ең жақсы сызықтық тәуелділікке ие TFBG спектрлік сипаттамалары табылды

			және ұсынылды, 3. Алғаш рет сызықтылығы Брэгг торының көлбеу бұрышына тәуелді емес TFVG спектрлік сипаттамасын анықталды
		5.3 Техникалық, технологиялық, экономикалық немесе басқару шешімдері жаңа және негізделген бе? 1) <u>толығымен жаңа</u> ; 2) жартылай жаңа (25-75% жаңа болып табылады); 3) жаңа емес (25% кем жаңа болып табылады)	Бұл жұмыстағы техникалық, технологиялық, басқару шешімдері толығымен жаңа және негізделген болып табылады. Қойылған міндеттерді орындау үшін бірмодалы оптоалшыққа көлбеу талшықты Брэгг торларын жазуға арналған станция (эксимерлі лазерге арналған газ кондырғысы, құрылымды жазу кезінде лазер параметрлерін тұрақтандыруға арналған су салқындатқыш, кадамдық қозғалтқышпен жұмыс істейтін фазалық масканың айналмалы үстелі, ультракүлгін сәулесін позициялау және қалыптастырудың жақтаулық жүйесі, оптикалық перископ жүйесі, эксимерлі лазер, белсенді оптикалық үстел, лазерден газды шығару трубасы), сыну көрсеткіші 1,3344-тен 1,3706-ға дейінгі 24 түрлі мәнді қабылдайтын ерітінділер, кең жолақты жарық көзі, спектрлік анализатор қолданылған.
6.	Негізгі қорытындылардың негізділігі	Барлық қорытындылар ғылыми тұрғыдан қарағанда ауқымды дәлелдемелерде негізделген/негізделмеген (qualitative research және өнертану және гуманитарлық бағыттары бойынша)	Диссертация тақырыбы бойынша 7 ғылыми жұмыс жарияланған оның ішінде ҚР Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитеті ұсынған жарияланымдарды 3, Web of Science және/немесе Scopus индекстейтін халықаралық ғылыми журналдарда 1 (Metrology and Measurement Technology – Q2, IF=1,093), халықаралық конференциялардың тезистер жинақтарында 2 жарияланым, соның ішінде 1 шетелдік (Optical Fibers and Their Applications 2018. – International Society for Optics and Photonics, 2019, Poland) конференция және 1 авторлық куәлік (23.06.2023, №36971) жарияланымдарда диссертацияның негізгі қорытындылары баяндалған.
7.	Қорғауға шығарылған негізгі қағидаттар	Әр қағидат бойынша келесі сұрақтарға жауап беру қажет: 7.1 Қағидат дәлелденді ме? 1) <u>дәлелденді</u> ; 2) шамамен дәлелденді; 3) шамамен дәлелденбеді; 4) дәлелденбеді	<b>Қағидат 1</b> Ұсынылған «сенсорлық спектр ені» атты жаңа спектрлік сипаттама көлбеу бұрышты Брэгг торлары жазылған оптоалшықтар ортаның сыну көрсеткішінің сенсоры ретінде қызмет атқара алатындығын нақтылайды. 7.1 дәлелденді 7.2 жоқ 7.3 иә

		<p>7.2 Тривиалды ма? 1) <u>иә</u>; 2) <u>жок</u></p> <p>7.3 Жаңа ма? 1) <u>иә</u>; 2) <u>жок</u></p> <p>7.4 Қолдану денгейі: 1) <u>тар</u>; 2) <u>орташа</u>; 3) <u>кең</u></p> <p>7.5 Мақалада дәлелденген бе? 1) <u>иә</u>; 2) <u>жок</u></p>	<p>7.4 кең 7.5 иә</p> <p><b>Қағидат 2</b> «Сенсорлық спектр ені» ортаның сыну көрсеткішіне тәуелділік функциясы қарастырылған 6 және 8 градус көлбеу бұрышты Брэгг торлары үшін толықтай сызықты болып табылады және бұл функциялардың мәндер облысы өзара қиылыспайды 7.1 дәлелденді 7.2 жок 7.3 иә 7.4 кең 7.5 иә</p> <p><b>Қағидат 3</b> «Сенсорлық спектр енінің» қоршаған ортаның сыну көрсеткішіне тәуелділігінің сызықтылығын сипаттайтын коэффициенттің анықталу қателігі 6 градус көлбеу Брэгг торы үшін 4,6%, 8 градус үшін 3,7% құрады. Бұл бұған дейін белгілі болған «жергілікті орта мәні» атты спектрлік сипаттамамен салыстырғанда кем дегенде 11,1 пайыздық пунктке төменірек. Яғни, «сенсорлық спектр ені» сипаттамасы ортаның сыну көрсеткішінің өзгерісін дәлірек сипаттайды. 7.1 дәлелденді 7.2 жок 7.3 иә 7.4 кең 7.5 иә</p>
8.	Дәйектілік принципі Дереккөздер мен ұсынылған ақпараттың дәйектілігі	8.1 Әдістеменің таңдауы - негізделген немесе әдіснама нақты жазылған 1) <u>иә</u> ; 2) <u>жок</u>	Диссертациядағы әдістемелер егжей-тегжейлі сипатталған. Сенсорлық элемент ретінде көлбеу талшықты Брэгг торын таңдау, оны бірмодалы оптоалшыққа фазалық маска әдісімен жазу қондырғысы, кең жолақты жарық көзі арқылы жарық жіберіп, оны спектрлік анализатор көмегімен тіркеу, алынған спектрлерге нормалау жүргізу арқылы есептеулер орындау, қоршаған ортаның сыну көрсеткішіне сызықты тәуелділікке ие болатын сипаттаманы анықтау сынды әдістерге толықтай сипаттама берген.

		<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>1) <u>иә</u>; 2) <u>жоқ</u></p>	<p>Ізденуші диссертациялық жұмыстың нәтижелерін ғылыми зерттеудің заманауи және жаңа әдістерін қолдана отырып алған. Олардың қатарына: ThorLabs fiber Coupled SLD Source кең жолақты жарық көзін пайдалану, көлбеу талшықты Брэгг торларынан өткен жарықты YOKOGAWA AQ6370D оптикалық анализаторының көмегімен тіркеу, Matlab бағдарламалық ортасында спектрлік анализатор көмегімен тіркелген көлбеу талшықты Брэгг торларынан өткен жарықтың спектрлерін өңдеу жатады.</p>
		<p>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):</p> <p>1) <u>иә</u>; 2) <u>жоқ</u></p>	<p>Нәтижелердің сенімділігі мен негізділігі ең алдымен тәжірбиелік зерттеу нәтижесінде алынған деректерге сәйкес келеді. Жұмыс нәтижелерінің сенімділігі құрылымдық, оптикалық бірін-бірі толықтырушы кешендерді қолдану арқылы қамтамасыз етіледі.</p>
		<p>8.4 Маңызды мәлімдемелер нақты және сенімді ғылыми әдебиеттерге сілтемелермен <u>расталған</u> / ішінара расталған / расталмаған</p>	<p>Маңызды мәлімдемелер нақты және сенімді рейтингті жоғары ғылыми әдебиеттерге сілтемелермен расталған. Пайдаланылған әдебиеттер тізімі 101. Оның ішінде ізденуші жариялаған ғылыми жұмыс саны 3. Тікелей сілтемесі көрсетілген барлық жұмыстар жоғары рейтингі бар журналда жарияланған.</p>
		<p>8.5 Пайдаланылған әдебиеттер тізімі әдеби шолуға <u>жеткілікті</u>/жеткіліксіз</p>	<p>Диссертациялық жұмыс 101 әдебиеттер тізімін қамтиды. Пайдаланылған әдебиеттер тізімі әдеби шолуға жеткілікті.</p>
9	Практикалық құндылық принципі	<p>9.1 Диссертацияның теориялық маңызы бар:</p> <p>1) <u>иә</u>; 2) <u>жоқ</u></p>	<p>Диссертациялық жұмыстың теориялық маңыздылығы жоғары. Зерттеу барысында алынған жаңа спектрлік сипаттаманың қоршаған ортаның сыну көрсеткішіне сызықты тәуелділігі, Брэгг торының көлбеу бұрышына қатысты графиктері өзара оқшау орналасатындығы сыну көрсеткішінің сенсорын жобалауды үлкен үлес қосады.</p>
		<p>9.2 Диссертацияның практикалық маңызы бар және алынған нәтижелерді практикада қолдану мүмкіндігі жоғары:</p>	<p>Диссертацияның практикалық маңызы бар және алынған нәтижелерді қоршаған ортаның сыну көрсеткішінің өзгерісін анықтайтын сенсорларды дайындауда қолдануға болады. Сонымен</p>

		1) иә; 2) жоқ 9.3 Практикалық ұсыныстар жаңа болып табылады? 1) толығымен жаңа; 2) жартылай жаңа (25-75% жаңа болып табылады); 3) жаңа емес (25% кем жаңа болып табылады)	коса ЖЖО-да «Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» мамандығын оқытуды қолдануға болады. Практикалық ұсыныстар толығымен жаңа. Алынған нәтижелер оптоэлектроника, сенсорлық технология салаларын әр қарай дамытуға зор үлес қосады
10.	Жазу және ресімдеу сапасы	Академиялық жазу сапасы: 1) жоғары; 2) орташа; 3) орташадан төмен; 4) төмен.	А.А.Толегенованың диссертациялық жұмысы сауатты және ғылыми-техникалық тілде тиянақты жазылған. Тараулардың өзара байланысы бар, реттілігі сақталған және тақырыпты толықтай ашады. Академиялық жазу сапасы жоғары.

Философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін беру мүмкіндігі туралы қорытынды.

Жалпы, Толегенова Акмарал Алибековнаның «Көлбеу талшықты Брэгг торлары бар қоршаған ортаның сыну көрсеткішінің оптогалшықты сенсоры» тақырыбындағы диссертациялық жұмысы жоғары ғылыми деңгейде орындалған. Диссертациялық жұмыстың нәтижелері Қазақстан Республикасының Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитетінің (ҒЖБМ ҒЖБССҚК) философия докторы (PhD) дәрежесін алуға ұсынылған жұмыстарға қойылатын барлық талаптарын қанағаттандырады деп санаймын, ал оның авторы Толегенова Акмарал Алибековнаны «6D071900-Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесіне лайықты деп есептеймін,

**Ресми рецензент:**

Ғ. Даукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті, Телекоммуникациялық инженерия кафедрасының профессоры, т.ғ.к.

  
 (қолы)

Чечимбаева К.С.

Қолтаңбаны растаймын  
 Подпись заверяю

Ғасиә Чечимбаева К.С.  
 қызметі аты-жөні  
 «27» 10 2023 ж.

