

«6D070500- Математикалық және компьютерлік пішіндеу» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесіне іздену үшін ұсынылған Лес Айдана Қасымқызының «Гельмгольц потенциалының әдістерімен жерасты геофизикалық өрістерді модельдеу» тақырыбындағы диссертациялық жұмысына ресми РЕЦЕНЗЕНТТІҢ ЖАЗБАША ПІКІРІ

р/н №	Өлшем шарттар	Өлшем шарттарға 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) <u>диссертация Қазақстан Республикасының Үкіметі жанындағы Жоғары ғылыми-техникалық комиссия бекіткен ғылым дамуының басым бағытына сәйкес (бағытын көрсету) келеді.</u>	Диссертация Қазақстан Республикасының Үкіметі жанындағы Жоғары ғылыми-техникалық комиссия бекіткен ғылым дамуының басым бағытына сәйкес «5. Математика, механика, астрономия, физика, химия, биология, информатика, және география» саласындағы іргелі және қолданбалы зерттеулер басым бағытына сәйкес келеді.

2.	Ғылым үшін маңыздылығы	Жұмыс ғылымға елеулі үлесін <u>қосады</u> /қоспайды, ал оның маңыздылығы <u>ашылған</u> /ашылмаған.	Жұмыс математикалық физика, потенциалдар теориясы және кері есептер теориясы салаларының дамуына елеулі ғылыми үлес қосады. Диссертацияда алғаш рет көпөлшемді кеңістікте Зоммерфельд есебінің Гельмгольц потенциалына эквиваленттілігі дәлелденіп, шексіз облыстардағы толқындық процестерді зерттеудің жаңа аналитикалық тәсілдері ұсынылған. Сонымен қатар, Гельмгольц потенциалы үшін мөлдір шекаралық шарттардың дәл аналитикалық түрі алынған және жалпы эллиптикалық потенциал тығыздығын анықтаудың қажетті әрі жеткілікті шарттары табылған. Алынған нәтижелер геофизикалық өрістерді модельдеу, шашырау теориясы, электромагниттік және акустикалық толқындардың таралуын зерттеу есептерінде кеңінен қолданылуы мүмкін. Диссертациялық жұмыстың ғылыми маңыздылығы толық ашылған және оның нәтижелері математикалық модельдеу теориясының дамуына маңызды үлес болып табылады.
3.	Өзі жазу принципі	Өзі жазу деңгейі: 1) <u>жоғары</u>; 2) орташа; 3) төмен; 4) өзі жазбаған.	Диссертациялық жұмыстың мазмұны, ғылыми нәтижелерді баяндау стилі, теоремаларды дәлелдеу логикасы және зерттеу әдістерін жүйелі қолдануы автордың тақырыпты терең меңгергенін көрсетеді. Жұмыста алынған

			нәтижелер ғылыми әдебиеттермен салыстырылып, автордың өзіндік ғылыми тұжырымдары мен қорытындылары айқын берілген. Диссертацияда келтірілген теориялық дәлелдеулер, көпөлшемді Гельмгольц теңдеуі мен Зоммерфельд есебіне қатысты жаңа нәтижелер, сондай-ақ потенциалдық шекаралық шарттарды зерттеу автордың дербес ғылыми-зерттеу жұмысын жоғары деңгейде орындағанын дәлелдейді.
4.	Ішкі бірлік принципі	4.1 Диссертация өзектілігінің негіздемесі:	4.1 Диссертация тақырыбы қазіргі қолданбалы математика мен геофизикалық модельдеудің маңызды ғылыми бағыттарының бірі болып табылады. Жұмыста шексіз облыстардағы толқындық процестерді зерттеу, мөлдір шекаралық шарттарды анықтау және кері есептерді шешу мәселелері қарастырылған. Автор зерттеу өзектілігін геофизикалық барлау есептерімен, акустикалық және электромагниттік толқындардың таралу процестерімен байланыстыра отырып жан-жақты негіздеген
		1) <u>негізделген;</u>	
		2) ішінара негізделген;	
		3) негізделмеген.	4.2 Диссертация мазмұны диссертация тақырыбына сәйкес келеді. Диссертацияның барлық тараулары қойылған мақсат пен міндеттерге сәйкес өзара логикалық байланыста құрылған және зерттеу тақырыбының теориялық әрі қолданбалы
		4.2 Диссертация мазмұны диссертация тақырыбын айқындайды:	
		1) <u>айқындайды;</u>	
		2) ішінара айқындайды;	
		3) айқындамайды.	

			аспектілерін толық қамтиды.
		4.3. Мақсаты мен міндеттері диссертация тақырыбына сәйкес келеді:	Жұмыста көп өлшемді кеңістіктегі Гельмгольц теңдеуі үшін Зоммерфельд есебін зерттеу, Гельмгольц потенциалының шекаралық шарттарын анықтау, шексіз цилиндрлік облыстардағы мөлдір шекаралық шарттарды құру, эллиптикалық потенциал тығыздығын табу және сандық шешімдерді жүзеге асыру мәселелері қарастырылған. Қойылған барлық міндеттер диссертация тақырыбының мазмұнын нақты ашып, зерттеудің негізгі ғылыми бағытын толық қамтиды.
		1) <u>сәйкес келеді;</u>	
		2) ішінара сәйкес келеді;	
		3) сәйкес келмейді.	
		4.4. Диссертацияның барлық бөлімдері мен ережелері логикалық байланысқан:	Диссертациялық жұмыстың құрылымы ғылыми зерттеу логикасына сәйкес жүйелі түрде құрылған.
		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:	Диссертациялық жұмыста автор И.В. Безменов, Т.Ш. Кальменов пен Д. Сураганның Гельмгольц потенциалы үшін алынған шекаралық шарттарын талдап, олардың шектеулерін көрсеткен. Бұл диссертацияда жүргізілген зерттеудің теориялық тереңдігін және ғылыми талдаудың жоғары деңгейін көрсетеді.
		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?	Диссертацияда көп өлшемді $R^n, n > 3$ кеңістігінде Зоммерфельд есебінің Гельмгольц потенциалына эквиваленттілігі алғаш рет дәлелденген, мөлдір шекаралық шарттардың нақты аналитикалық түрі алынған және эллиптикалық потенциал тығыздығын анықтаудың қажетті әрі жеткілікті шарттары табылған. Сонымен қатар, шексіз жартылай цилиндрлік облыстар үшін жаңа шекаралық есептер қарастырылып, олардың сандық жүзеге асырылуы жүргізілген. Алынған ғылыми нәтижелер мен қорғауға ұсынылған ережелер теориялық тұрғыдан жаңа болып табылады.
		1) <u>толығымен жаңа;</u>	
		2) ішінара жаңа (25-75% жаңа);	
		3) жаңа емес (жаңасы 25%-дан кем).	Диссертацияда көп өлшемді кеңістіктегі Зоммерфельд есебінің жаңа қасиеттері анықталып, Гельмгольц потенциалына эквиваленттілігі дәлелденген. Сонымен қатар, мөлдір шекаралық шарттардың нақты аналитикалық түрі мен эллиптикалық потенциал тығыздығын бірмәнді анықтау шарттары алғаш рет алынған.
		5.2 Диссертацияның қорытындылары жаңа ма?	
		1) <u>толығымен жаңа;</u>	
		2) ішінара жаңа (25-75% жаңа);	Диссертация нәтижелері – теориялық сипатта. Диссертацияда ұсынылған математикалық модельдер мен потенциалдық әдістер шексіз облыстардағы толқындық процестерді сипаттаудың жаңа тәсілдерін ұсынады.
		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);	

		3) жаңа емес (жаңасы 25%-дан кем).	Алынған нәтижелер геофизикалық өрістерді модельдеу, кері есептерді шешу және сандық алгоритмдерді құруда теориялық әрі практикалық тұрғыдан негізделген.
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).	Диссертацияда алынған нәтижелер дербес туындылы дифференциалдық теңдеулер теориясы, потенциалдар теориясы және функционалдық талдау әдістері арқылы қатаң математикалық түрде дәлелденген.
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;	7.1 Диссертациялық жұмыста алынған нәтижелер толық дәлелденген. 7.2 Тривиалды емес. Себебі нәтижелерді дәлелдеу барысында ізденуші зерттеу бағыты бойынша белгілі классикалық нәтижелермен қатар соңғы жылдарда алынған басқа ғалымдардың жаңа нәтижелерін де ұтымды пайдаланған. 7.3 Қорғауға ұсынылған негізгі нәтижелер жаңа болып табылады. 7.4 Диссертацияда алынған нәтижелер математикалық физика, потенциалдар теориясы, кері есептер теориясы және геофизикалық модельдеу салаларында қолдануға болады. Ұсынылған мөлдір шекаралық шарттар мен Гельмгольц потенциалына қатысты әдістер толқындық

		3) бұл тұжырымда ереженің жаңашылдығын тексеру мүмкін емес.	процестерді зерттеу, сейсмикалық барлау, акустика және электромагниттік өрістерді модельдеу есептерінде кең қолданылуға мүмкіндік береді. 7.5 Алынған нәтижелер ғылыми мақалалар ретінде жарияланған, ондағы тұжырымдар дәлелденген.
		7.4 Қолдану деңгейі:	
		1) тар;	
		2) орташа;	
		3) <u>кең</u>	
		4) бұл тұжырымда ереженің қолдану деңгейін тексеру мүмкін емес.	
		7.5 Мақалада дәлелденген бе?	
		1) <u>ия</u> ;	
		2) жоқ	
		3) бұл тұжырымда мақаладағы ереженің дәлелденгенін тексеру мүмкін емес.	
8.	Дәйектілік қағидаты.	8.1 Әдіснаманы таңдау – негізделген немесе әдіснама нақты жазылған:	Әдістеменің таңдалуы негізделген. Таңдалған әдістеме сапалы зерттеу жұмысын жүргізуге толық мүмкіндік берген.
	Дереккөздер мен ұсынылған ақпараттың дәйектілігі	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:	Диссертация жұмысының нәтижелерінің негізінен қазіргі заманғы математикалық-теориялық әдістерді қолдану арқылы алынған, компьютерлік технологияларды қолдану міндетті элемент ретінде көрсетілген.Зерттеу барысында Шенелген облыста Гельмгольц теңдеуімен берілген шекаралық шартты және Гельмгольц потенциалының сандық нәтижелері алынған. Нәтижелер теориялық-
		1) <u>ия</u> ;	
		2) жоқ.	

			сандық әдістер арқылы алынған.
		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):	Диссертациялық жұмыс теориялық сипатқа ие болғандықтан, нәтижелер эксперименттік зерттеулер арқылы емес, қатаң математикалық дәлелдеулер негізінде алынған, және сандық нәтижелер арқылы дәлелденген.
		1) <u>ия</u> ;	
		2) жоқ.	
		8.4 Маңызды мәлімдемелер нақты және сенімді ғылыми әдебиеттерге сілтемелермен расталған / ішінара расталған / расталмаған.	Диссертациядағы маңызды тұжырымдар сенімді ғылыми дереккөздерге жасалған нақты сілтемелермен расталған. Пайдаланылған әдебиеттер зерттеу тақырыбының теориялық негізін құрайды және жұмыстың ғылыми дәлдігі мен дәйектілігін қамтамасыз етеді.
		8.5 Пайдаланылған әдебиеттер тізімі әдеби шолуға жеткілікті /жеткіліксіз.	Жұмыста пайдаланылған әдебиеттер тізімі әдеби шолуға жеткілікті келтірілген.
9	Практикалық құндылық қағидаты	9.1 Диссертацияның теориялық маңызы:	Диссертацияда алынған нәтижелер потенциалдар теориясын, Гельмгольц теңдеуі үшін шекаралық есептер теориясын және кері есептер теориясын одан әрі дамытуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, алынған нәтижелер геофизикалық өрістерді модельдеу, сейсмикалық және электромагниттік барлау есептері үшін қолданбалы маңызға ие.
		1) <u>бар</u> ;	
		2) жоқ.	

		9.2 Диссертацияның практикалық маңызы бар және алынған нәтижелерді практикада қолдану мүмкіндігі жоғары:	Диссертацияда алынған нәтижелер математикалық физикада, қолданбалы математикада және математикалық моделдеуде әрі қарай ғылыми және қолданбалы зерттеулер жүргізуге негіз болады.
		1) <u>ия</u> ;	
		2) жоқ.	
		9.3 Практикалық ұсыныстар жаңа ма?	Практикалық ұсыныстар толығымен жаңа болып табылады. Жаңа нәтижелердің зерттеу бағыты бойынша есептерді шешу барысында қолдану мүмкіндігі бар.
		1) <u>толығымен жаңа</u> ;	
		2) ішінара жаңа (25-75% жаңа);	
10.	Жазу және ресімдеу сапасы	3) жаңа емес (жаңасы 25%-дан кем).	Диссертациялық жұмыс зерттеу бағытында қойылатын талаптарға толық сәйкес келеді және жоғарғы академиялық деңгейде жазылған.
		Академиялық жазу сапасы:	
		1) <u>жоғары</u> ;	
		2) орташа;	
		3) орташадан төмен;	
		4) төмен.	
		Диссертациялық жұмыс бойынша ескертулер жоқ.	
11.	Диссертацияға ескертулер		
12.	Докторант мақалаларының зерттеу тақырыбы бойынша ғылыми деңгейі (диссертация мақалалар сериясы нысанында қорғалған жағдайда ресми рецензенттер докторанттың зерттеу тақырыбы бойынша әр мақаласының ғылыми	Докторант мақалаларының ғылыми деңгейі жоғары. Автордың диссертация бойынша Scopus деректер қорында 2 мақала, ҚР Ғылым және жоғары білім министрлігінің ғылым және білім комитеті ұсынған басылымдарда 1 мақала жарық көрген. Атап айтқанда: 1.Kalmenov T. S., Kabanikhin S. I., Les A. The Sommerfeld problem and inverse problem for the Helmholtz equation // <i>Journal of Inverse and Ill-posed Problems</i> . — 2021. — Vol. 29, No. 1. — P. 49–64. DOI:10.1515/jiip-2020-0033 2. Kalmenov T. S., Les A. K., Iskakova U. A. Determination of density of elliptic potential // <i>Eurasian Mathematical Journal</i> . — 2021. DOI: 10.32523/2077-9879-2021-12-4-43-52	

	деңгейін зерделейді)	
13.	Ресми рецензенттің шешімі (осы Үлгі ереженің 28-тармағына сәйкес)	«6D070500- Математикалық және компьютерлік пішіндеу» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін дайындалған Лес Айдана Қасымқызының «Гельмгольц потенциалының әдістерімен жерасты геофизикалық өрістерді модельдеу» тақырыбында ұсынылған диссертациялық жұмысы теориялық тұрғыдан негізделген әрі тәжірибелік маңызы бар нәтижелерді қамтитын аяқталған ғылыми-білікті еңбек болып табылады. Жұмыстың ғылыми жаңалығы, өзектілігі, тұжырымдарының негізділігі мен докторанттың жарияланымдық белсенділігі аталған зерттеудің жоғары сапасын дәлелдейді. Ұсынылған диссертациялық жұмыс «6D070500- Математикалық және компьютерлік пішіндеу» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін қойылатын барлық талаптарға толық сәйкес келеді, ал оның авторы Лес Айдана Қасымқызына көрсетілген дәрежені беруге болады деп есептеймін.

Ресми рецензент

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің профессоры,
физика-математика ғылымдарының докторы, профессор



Оспанов Қ.Н.

