

**6D060100-«Математика» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін жазылған Адиева Айнагуль Жанибековнаның «Екі мүшелі жоғарғы ретті дифференциалдық теңдеудің тербелімділік қасиеттері» атты диссертациясына ресми рецензенттің жазбаша 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) <u>Диссертация Қазақстан Республикасының Үкіметі жанындағы Жоғары ғылыми-техникалық комиссия бекіткен ғылым дамуының басым бағытына сәйкес (бағытын көрсету)</u>	Диссертация <b>“3. Ақпараттық, телекоммуникациялық және ғарыштық технологиялар, жаратылыстану ғылымдары саласындағы ғылыми зерттеулер; 3.6 Жаратылыстану ғылымы саласындағы ғылыми зерттеулер; Математика саласындағы іргелі және қолданбалы зерттеулер”</b> басым бағытына сәйкес келеді. Диссертацияның негізгі нәтижелері бойынша жарияланған жұмыстар <b>AP05130975 Салмақты функционалдық кеңістіктер, интегралдық операторларды салмақты бағалау және олардың қолданыстары</b> жобаның есебіне енгізілген.
2.	Ғылымға маңыздылығы	Жұмыс ғылымға елеулі үлесін қосады/қоспайды, ал оның маңыздылығы <u>ашылған/ашылмаған.</u>	Жұмыс төртінші және одан жоғары ретті теңдеулердің тербелімділік қасиеттерін зерттеуге арналғандықтан, ғылымға елеулі үлес қосады, өйткені олар аз зерттелген, нақты айтқанда коэффициенттерінің ең кемінде

			біреу дәрежелік функция болған жағдайлары ғана зерттелген. Мұндай проблемалар зерттеле қоймағандықтан, жұмыс маңызды болып табылады және бұл маңыздылығы диссертацияда айқындалады.
3.	Өзі жазу принципі	<p>Өзі жазу деңгейі:</p> <p>1) жоғары;</p> <p>2) орташа;</p> <p>3) төмен;</p> <p>4) өзі жазбаған</p>	Диссертация салмақты дифференциалдық теңсіздіктер және дифференциалдық теңдеулердің тербелімділік қасиеттер теориясындағы нақты есептерді шешуге арналған, өзі жазу деңгейі жоғары жазылған күрделі жұмыс.
4.	Ішкі бірлік принципі	<p>4.1 Диссертация өзектілігінің негіздемесі:</p> <p>1) негізделген;</p> <p>2) жартылай негізделген;</p> <p>3) негізделмеген.</p> <p>4.2 Диссертация мазмұны диссертация тақырыбын айқындайды</p> <p>1) айқындайды;</p> <p>2) жартылай айқындайды;</p> <p>3) айқындамайды</p> <p>4.3. Мақсаты мен міндеттері диссертация тақырыбына сәйкес келеді:</p> <p>1) сәйкес келеді;</p> <p>2) жартылай сәйкес келеді;</p> <p>3) сәйкес келмейді</p>	<p>Дифференциалдық теңдеулердің тербелімділік қасиеттерін зерттеу математикалық анализдің бір тарауы болып табылады және осы тақырыпқа көптеген мақалалар мен кітаптар жаряланған. Бұл нәтижелердің көпшілігі екінші ретті теңдеулерге қатысты. Төртінші және одан жоғары ретті теңдеулер аз зерттелген. Бұл екінші ретті теңдеулерді зерттеудегі қарапайым тиімді зерттеу әдістерінің болмауына байланысты. Сондықтан диссертация өзекті мәселелерге арналған және бұл өзектілігінің негіздемесі жұмыста толық ашылған.</p> <p>Жұмыс төртінші және одан жоғары ретті теңдеулердің тербелімділік қасиеттерін зерттеуге арналған, сондықтан <b>“Екі мүшелі жоғарғы ретті дифференциалдық теңдеудің тербелімділік қасиеттері”</b> тақырыбы диссертация мазмұнын айқындайды.</p> <p>Диссертацияның <b>“Коэффициенттері теріс емес функциялар болатын екі мүшелі төртінші және <math>2n</math> –ші (<math>n &gt; 2</math>) ретті дифференциалдық теңдеулердің коэффициенттер терминінде шексіздіктегі тербелімділігі мен тербелімсіздігінің қажетті және жеткілікті шарттарын табу”</b></p>

			мақсаты диссертация тақырыбына толық сәйкес келеді
		4.4. Диссертацияның барлық бөлімдері мен құрылысы логикалық байланысқан:	Диссертация үш бөлімнен тұрады. Бірінші бөлімде екінші ретті дифференциалдық теңсіздік зерттеледі, оның негізінде төртінші ретті дифференциалдық теңдеудің тербелімділік қасиеттері алынады және бұл нәтижелер екінші бөлімде келтірілген. Үшінші бөлім $n$ -ретті теңсіздікті және сәйкесінше $2n$ -ретті теңдеудің тербелімділігін зерттейді.
	1) толық байланысқан;		
	2) жартылай байланысқан;		
	3) байланыс жоқ		
		4.5 Автор ұсынған жаңа шешімдер (қағидаттар, әдістер) дәлелденіп, бұрыннан белгілі шешімдермен салыстырылып бағаланған:	Бұл жұмыста жоғары ретті салмақты дифференциалдық теңсіздіктерді зерттеуге алып келетін вариация принципін қолдану арқылы зерттеу жүргізіледі. Жұмыстың негізгі міндеттерін шешуде қолданылған вариациялық әдісі қазіргі заманғы аналогтардан айтарлықтай ерекшеленеді. Бұл жұмыста қарастырылып отырған мәселенің белгілі нәтижелермен сыни салыстырмалы талдау жүргізілген.
	1) сыни талдау бар;		
	2) талдау жартылай жүргізілген;		
	3) талдау өз пікірін емес, басқа авторлардың сілтемелеріне негізделген		
5.	Ғылыми жаңашылдық принципі	5.1 Ғылыми нәтижелер мен қағидаттар жаңа болып табыла ма?	Диссертацияда Харди типтес екінші ретті дифференциалдық теңсіздіктің орындалуы үшін қажетті және жеткілікті шарттар табылған. Бұл зерттеудің бірегейлігі мынада: теңсіздік $D_r^2 f(t) = \frac{d}{dt} r(t) \frac{df(t)}{dt}$ дифференциалдық операциясын қамтиды, бұл $r = 1$ жағдайда екінші ретті $f$ функцияның туындысы болады. Қосымша салмақты енгізу осы теңсіздікті қолдануға болатын дифференциалдық операторлар класын кеңейтеді. Харди дифференциалдық салмақты теңсіздіктері берілген интервал шекарасында әртүрлі шекаралық шарттарға байланысты зерттеледі. Алайда, берілген шекаралық шарттар салмақты функциялардың интервалдағы шеткі нүктелеріндегі тәртіптеріне байланысты. Сонымен қатар, есеп интервалдың шеткі нүктелерінің ақырлы немесе
		1) толығымен жаңа;	
		2) жартылай жаңа (25-75% жаңа болып табылады);	
		3) жаңа емес (25% кем жаңа болып табылады)	

			<p>ақырсыздығына байланысты, өйткені салмақты функциялардың интегралдық тәртіптері әртүрлі болады. Бұл жағдайда әртүрлі мәселелер туындайды, әсіресе көп шарттар жағдайында, яғни берілген шекаралық шарттар саны дифференциалдау ретінен көп болған кезде.</p> <p>Диссертация нәтижелерінің жаңашылдығы проблеманың берілген шекаралық шарттар саны дифференциалдау ретінен көп болған кезде зерттелуінде. Алынған нәтижелердің тағы бір негізгі мәні мынада: ең кіші теңсіздік константасы үшін екі жақты баға беріледі, онсыз дифференциалдық теңдеулердің тербелістерін зерттеуге теңсіздікті одан әрі қолдану мүмкін емес.</p> <p>Диссертацияда төртінші ретті дифференциалдық күрделі теңдеу қарастырылған:</p> $D_r^2 v(t) D_r^2 y(t) - u(t) y(t) = 0, \\ t \in (0, \infty).$ <p><math>r = 1</math> болған жағдайдың өзінде де, бұл теңдеу аз зерттелген, өйткені екінші ретті теңдеулер үшін қолданылған әдістерді жоғары ретті теңдеулерге қолдану мүмкін емес. Сондықтан, төртінші және <math>2n</math> (<math>n &gt; 2</math>) ретті дифференциалдық теңдеулердің тербелімділік және тербелімсіздік белгілерін коэффициенттер тұрғысынан сипаттау мәселесі ашық күйінде қалып отыр. Диссертациялық жұмыс осы өзекті мәселені вариациялық әдіспен зерттеген. Дифференциалдық теңсіздіктің орындалу критерийі мен оның ең кіші константаның екіжақты бағалаулары негізінде екі мүшелі жоғарғы ретті дифференциалдық теңдеудің шексіздіктегі тербелімділік және тербелімсіздік қасиеттерін жан-жақты зерттеп, тек қана коэффициенттер терминінде теңдеу коэффициенттерінің шексіздіктегі</p>
--	--	--	--

			сингулярлық деңгейіне қарай нәтижелері алынған.
		5.2 Диссертацияның қорытындылары жаңа болып табыла ма?	Диссертацияның барлық негізгі леммалары мен теоремалары дифференциалдық теңсіздіктер теориясында және дифференциалдық теңдеулер тербелімділігі теориясында 100% жаңа және ерекше болып табылады.
		1) <u>толығымен жаңа</u> ;	
		2) жартылай жаңа (25-75% жаңа болып табылады);	
		3) жаңа емес (25% кем жаңа болып табылады)	
		5.3 Техникалық, технологиялық, экономикалық немесе басқару шешімдері жаңа және негізделген бе?	Жұмыс «Математика» мамандығы бойынша жүргізілгендіктен, осы пунктте тек техникалық шешімдердің жаңалығы туралы айтуға болады. Техникалық шешімдер негізгі тұжырымдарды дәлелдеудің математикалық әдістерін қамтиды, олар диссертацияда жаңа болып табылады. Мысалы, дифференциалдық теңсіздіктерді орындаудың қажетті шарттары тест функцияларын таңдау арқылы белгіленеді. Әдіс классикалық болып табылады, бірақ тест функцияларын таңдау әрқашан табылған жеткілікті шарттарға әкелетін функцияларды табу қиындықтарымен байланысты. Теңсіздіктерді орындау үшін жеткілікті шарттар құру және вариациялық принциптің көмегімен теңдеулердің тербелімділік қасиеттерін орнату үшін Анализдағы талдау әдістері мен анықтамалары қолданылады. Дәлелдеудің әр қадамы негізделген, тұжырымдар дұрыс, математикалық есептеулерде қателер табылған жоқ. Дәлелдеулер қарқынды еңбек және материалды терең білуді талап етеді.
		1) <u>толығымен жаңа</u> ;	
		2) жартылай жаңа (25-75% жаңа болып табылады);	
		3) жаңа емес (25% кем жаңа болып табылады)	
6.	Негізгі қорытындылардың негізділігі	Барлық қорытындылар ғылыми тұрғыдан қарағанда ауқымды дәлелдемелерде <u>негізделген</u> /негізделмеген (qualitative research және өнертану және гуманитарлық бағыттары бойынша)	Осы жұмыста алынған барлық жаңа нәтижелер толық және негізделген дәлелдемелермен жабдықталған.

7.	Қорғауға шығарылған негізгі қағидаттар	<p>Әр қағидат бойынша келесі сұрақтарға жауап беру қажет:</p> <p>7.1 Қағидат дәлелденді ме?</p> <p>1) <u>дәлелденді</u>;</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) <u>жоқ</u></p> <p>7.3 Жаңа ма?</p> <p>1) <u>ия</u>;</p> <p>2) жоқ</p> <p>7.4 Қолдану деңгейі:</p> <p>1) тар;</p> <p>2) орташа;</p> <p>3) <u>кең</u></p> <p>7.5 Мақалада дәлелденген бе?</p> <p>1) <u>ия</u>;</p> <p>2) жоқ</p>	<p>7.1 Диссертацияның барлық негізгі нәтижелері толық дәлелденген.</p> <p>7.2 Барлық негізгі нәтижелер түпнұсқа, тривиалды емес болып табылады.</p> <p>7.3 Қорғауға ұсынылған негізгі қағидаттар жаңа болып табылады және жоғары ретті дифференциалдық теңдеулердің тербелімділік теориясын айтарлықтай толықтырады</p> <p>7.4 Салмақты дифференциалдық теңсіздіктер мен дифференциалдық теңдеулердің тербелістері туралы алынған ғылыми нәтижелерді дифференциалдық теңдеулердің сапалық теориясын байыта отырып функциялар мен функционалдық талдау теориясында қолдануға болады.</p> <p>7.5 Негізгі нәтижелер <b>Weighted inequality and oscillatory properties of one class of fourth order differential equations</b> мақалада дәлелденген. Мақала <b>Nonlinear Studies</b> журналында жарияланған, ол Scopus деректер қорына енетін және CiteScore процентилі 25-тен кем емес болатын ғылыми журнал.</p>
8.	<p>Дәйектілік принципі</p> <p>Дереккөздер мен ұсынылған ақпараттың дәйектілігі</p>	<p>8.1 Әдістеменің таңдауы - негізделген немесе әдіснама нақты жазылған</p> <p>1) <u>ия</u>;</p> <p>2) жоқ</p>	<p>Жоғары ретті дифференциалдық теңдеулердің тербелімділік қасиеттерін зерттеудің негізгі әдістерінің бірі - осы теңдеуден Гамильтон теңдеулер жүйесіне өту әдісі. Алайда, осы әдіспен тербелімділік шарттарын алу үшін Гамильтон жүйесіне түбегейлі шешім табу керек, күрделі есеп болып табылады. Бұл факт осы жұмыста қолданылатын</p>

			вариациялық әдісті таңдаудың пайдасына негіздейді.	
		8.2 Диссертация жұмысының нәтижелері компьютерлік технологияларды қолдану арқылы ғылыми зерттеулердің қазіргі заманғы әдістері мен деректерді өңдеу және интерпретациялау әдістемелерін пайдалана отырып алынған:	Жұмыс нәтижесін алу үшін компьютерлік технологиялар қолданылмаған, бірақ қазіргі заманғы теориялық әдістер қолданылған.	
		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):	Диссертацияның теориялық қорытындылары эксперименттік зерттеулерді қажет етпейді, өйткені олар корректі математикалық дәлелдеу принциптеріне негізделген.	
		1) <u>ия</u> ;		
		2) жоқ		
		8.4 Маңызды мәлімдемелер нақты және сенімді ғылыми әдебиеттерге сілтемелермен <u>расталған</u> / ішінара расталған / расталмаған	Маңызды мәлімдемелер нақты және сенімді ғылыми әдебиеттерге сілтемелермен расталған	
		8.5 Пайдаланылған әдебиеттер тізімі әдеби шолуға <u>жеткілікті/жеткіліксіз</u>	Бұл жұмыста пайдаланылған әдебиеттер тізімі әдеби шолуға жеткілікті келтірілген.	
9	Практикалық құндылық принципі	9.1 Диссертацияның теориялық маңызы бар:	Бұл жұмыста алынған нәтижелер, ең алдымен, функция теориясы мен функционалдық талдау саласындағы мамандар үшін теориялық қызығушылық тудырады.	
		1) <u>ия</u> ;		
		2) жоқ		
		9.2 Диссертацияның практикалық маңызы бар және алынған нәтижелерді практикада қолдану мүмкіндігі жоғары:		Дифференциалдық теңдеулердің тербелімділігі, салмақты дифференциалдық теңсіздіктер қолданбалы анализ есептерінде қолдану мүмкіндіктерінің шекарасын кеңейтеді.
		1) <u>ия</u> ;		
2) жоқ				

		практикада қолдану мүмкіндігі жоғары:	қолданбалы анализ есептерінде қолдану мүмкіндіктерінің шекарасын кеңейтеді.
		1) ия;	
		2) жоқ	
		9.3 Практикалық ұсыныстар жаңа болып табылады?	Екі мүшелі төртінші және $2n$ ( $n > 2$ ) ретті сызықты дифференциалдық тендеулердің тербелімділігі мен тербелімсіздігі бойынша алынған нәтижелер дифференциалдық операторлардың спектрлік теориясында қолданылуы мүмкін.
		1) толығымен жаңа;	
		2) жартылай жаңа (25-75% жаңа болып табылады);	
		3) жаңа емес (25% кем жаңа болып табылады)	
10.	Жазу және ресімдеу сапасы	Академиялық жазу сапасы:	Академиялық жазу сапасы өте жоғары. Жұмыс жоғары деңгейде жазылған. Мәлімдемелердің тұжырымдамалары нақты және түсінікті. Теоремалар толық дәлелдеулермен келтірілген.
		1) жоғары;	
		2) орташа;	
		3) орташадан төмен;	
		4) төмен.	

**Пікір:** Комитет алдында философия докторы (PhD) немесе бейіні бойынша доктор дәрежесін беру үшін Комитетке ұсыныс жасау.

Физика-математика ғылымдарының кандидаты, философия докторы (PhD), КИМЭП университетінің қауымдастырылған профессоры

*Айгерім* Қалыбай Айгерім Айсұлтанқызы

050010, Алматы қ. Абай данғылы, 2  
**«КИМЭП Университеті»**  
 Бейкоммерциялық акционерлік қоғамы  
 050010, г. Алматы, пр. Абая, 2  
 Некоммерческое акционерное общество  
**«Университет КИМЭП»**