

ҚР ҒЖБМ ҒК «Математика және математикалық моделдеу институты» РМК



ЖОБАНЫҢ АТАУЫ

**ЖОБА ЖЕТЕКШІСІ
ЖОБАНЫҢ ОРЫНДАЛУ
ЖЫЛДАРЫ**

**ҚАРЖЫЛАНДЫРУ
СОМАСЫ**

«Үлестірілген параметрлері бар функционалдық-гиперболалық және функционалдық-параболалық теңдеулер үшін есептер»

ф.-м.ғ.к., қауым. профессор
Искакова Наркеш Билаловна

2025 – 2027

118 068 636 тенге:

2025 – 39 962 614. тенге, 2026 – 39 950 697 тенге, 2027 – 38 155 325 тенге

ЖОБАНЫҢ РЕФЕРАТЫ (АБСТРАКТ)

Үлестірілген параметрлері бар функционалдық-гиперболалық теңдеулер үшін, үлестірілген параметрлері бар функционалдық-параболалық теңдеулер үшін және параметрлері бар функционалдық-дифференциалдық теңдеулер әулеті үшін есептер функционалдық-дифференциалдық теңдеулер заманауи теориясының маңызды бөліктерінің бірі болып табылады. Мұндай есептердің шешімдерін табу мәселесі осы күнге дейін өзекті болып қалды.

Жоба шеңберінде параметрлері бар функционалдық-дифференциалдық теңдеулер әулеті үшін есептердің шешімдерінің қасиеттерін зерттеу ұсынылады.

Алынған нәтижелер:

- ✓ үлестірілген параметрлері бар функционалдық-гиперболалық теңдеулер үшін және үлестірілген параметрлері бар функционалдық-параболалық теңдеулер үшін есептер неғұрлым дәл және тиімді талдау мен шешудің қуатты құралына айналады
- ✓ үлестірілген параметрлері бар функционалдық-гиперболалық теңдеулер үшін және үлестірілген параметрлері бар функционалдық-параболалық теңдеулер үшін есептерді зерттеу мен сандық шешуде параметрлеу әдісін жалпылауды әзірлеуге мүмкіндік береді.

Бұл зерттеулердің нәтижелері биология, химия, физика, нейронды желілермен динамикалық жүйелер сияқты түрлі салаларда кең практикалық қолданыстарға ие болуы мүмкін.

Тақырып бойынша зерттеулер теориялық және іргелі сипатқа ие және Қазақстан Республикасындағы іргелі ғылыми зерттеулерге әлеуметтік сұраныстың қарқынды өсуіне жауап береді.

Функционалдық-гиперболалық және функционалдық-параболалық теңдеулер теориясы жаратылыстанудың көптеген салаларында қолданбалы зерттеулердің жаңа белсенді саласына айналады деп болжануда. Бұл жобаның сәтті аяқталуы Қазақстан математиктеріне осы саладағы жетекші орындардың бірін алуға мүмкіндік береді.

КҮТІЛЕТІН НӘТИЖЕЛЕР

- үлестірілген параметрлері бар функционалдық-гиперболалық теңдеулер үшін есептердің шешімін табудың алгоритмдері;
- үлестірілген параметрлері бар функционалдық-гиперболалық теңдеулер үшін есептерді шешудің параметрлеу әдісінің модификациясын әзірлеу;
- үлестірілген параметрлері бар функционалдық-гиперболалық теңдеулер үшін есептерімен үлестірілген параметрлері бар функционалдық-дифференциалдық теңдеулер үшін есептер әулеті арасындағы байланыс;
- үлестірілген параметрлері бар функционалдық-параболалық теңдеулер үшін есептерді үлестірілген параметрлері бар функционалдық-дифференциалдық теңдеулер үшін есептерге келтіру;
- үлестірілген параметрлері бар функционалдық-параболалық және функционалдық-дифференциалдық теңдеулер жүйелері үшін есептер арасындағы өзара байланыс;
- үлестірілген параметрлері бар функционалдық-дифференциалдық теңдеулер үшін есептерді шешудің параметрлеу әдісінің модификациясын әзірлеу;

- үлестірілген параметрлері бар функционалдық-дифференциалдық теңдеулер үшін есептер әулетіне функционалдық параметрлеу әдісін дамыту;
- үлестірілген параметрлері бар функционалдық-дифференциалдық теңдеулер үшін есептер әулетінің шешімдерін табу алгоритмдері;
- үлестірілген параметрлері бар функционалдық-дифференциалдық теңдеулер үшін есептер әулетіне сандық-аналитикалық әдістерді дамыту.

- Үлестірілген параметрлері бар функционалдық-гиперболалық теңдеулер үшін бастапқы-шеттік есептің шешімдерін табудың алгоритмдері құрылған және қасиеттері сипатталған.
- Тікбұрышты аймақта үлестірілген параметрлері бар функционалдық -гиперболалық теңдеулер зерттелді, мұнда белгісіз функция үшін бастапқы және шеттік шарттар, ал белгісіз параметрлер үшін — интегралдық қатынастар түріндегі қосымша шарттар берілген.
- Үлестірілген параметрлері бар функционалдық-гиперболалық теңдеулер — кеңістікте үлестірілген параметрлері бар динамикалық жүйелерді сипаттайтын күрделі математикалық модельдер болып табылады. Мұндай теңдеулер физика, инженерия, биология және басқа да ғылым салаларында кеңінен қолданылады, себебі олар кеңістіктік-уақыттық тәуелділігі бар жүйелерді талдауға мүмкіндік береді. Оларды шешу үшін аналитикалық және сандық тәсілдерді қамтитын жетілдірілген математикалық әдістер қолданылады.
- Үлестірілген параметрлері бар функционалдық-гиперболалық теңдеу үшін бастапқы-шеттік есеп функционалдық параметрлеу әдісі арқылы зерттелді. Белгіленген анықталу аймағы айнымалылардың бірі бойынша сызықтармен бөлінді. Функционалдық параметрлер осы сызықтардағы ізделінді функцияның мәндері ретінде берілді. Кейіннен бөлінген ішкі аймақтарда ізделінді функция мен функционалдық параметрлердің айырымы түрінде жаңа белгісіз функциялар енгізілді. Бұл тәсіл параметрлері бар функционалдық-гиперболалық теңдеулер жүйесі мен кейбір функционалдық қатынастарды қамтитын эквивалентті есепке алып келді.
- Үлестірілген параметрлері бар функционалдық-гиперболалық теңдеу үшін бастапқы-шеттік есебі үшін шешу әдісі ұсынылып, оның жуық шешімдерін табудың алгоритмі әзірленді.
- Үлестірілген параметрлері бар функционалдық-гиперболалық теңдеулер үшін бастапқы-шеттік есептің шешілімділігінің шарттары анықталды.
- Бұған дейін үлестірілген параметрлері бар функционалдық-гиперболалық теңдеу үшін бастапқы-шеттік есеп қарастырылған болатын. Функционалдық параметрлеу әдісі арқылы, яғни берілген аймақты бөлу, функционалдық параметрлер мен жаңа белгісіз функцияларды енгізу арқылы, үлестірілген параметрлері бар функционалдық-гиперболалық теңдеулер үшін бастапқы-шеттік есеп эквивалентті параметрлері бар шеттік есебіне келтірілді. Эквивалентті шеттік есеп үшін оның жуық шешімін табуға арналған алгоритм жасалды.
- Жүргізілген зерттеу барысында үлестірілген параметрлері бар функционалдық-гиперболалық теңдеу үшін бастапқы-шеттік есептің жуық шешімдерін табуға арналған құрылған алгоритмнің жүзеге асырылуы мен жинақталу шарттары анықталды. Сонымен қатар, функционалдық қатынастар жүйесінің шешілуі және бастапқы-шеттік есептің берілген бастапқы деректері арқылы өрнектелетін бірімәнді шешілімділігінің шарттары да тұжырымдалды.
- Параметрі бар функционалдық-параболалық теңдеу үшін бастапқы-шеттік есебі параметрі бар функционалдық-дифференциалдық теңдеулер жүйесінің есебіне дейін редукцияланды.
- Тікбұрышты аймақта параметрі бар функционалдық-параболалық теңдеудің бастапқы-шеттік есебі зерттелді.
- Үлестірілген параметрлері бар функционалдық-параболалық теңдеулер диффузия үдерістері мен функционалдық немесе бейжергілікті компоненттердің өзара әсерін ескеретін күрделі динамикалық жүйелерді модельдеу мен талдауда маңызды рөл атқарады. Мұндай модельдерді қолданудың өзектілігі қолданбалы

ғылыми және инженерлік есептердің күрделенуімен арта түсуде, бұл өз кезегінде олардың талдауы мен сандық шешуіне арналған жаңа математикалық әдістерді дамытуды талап етеді. Үлестірілген параметрлері бар функционалдық-параболалық теңдеулер үшін есептер неғұрлым күрделі сыныпқа жатады, мұнда жүйенің параметрлері — мысалы, диффузия, реакция немесе көз коэффициенттері — тек кеңістіктік айнымалылар мен уақытқа ғана емес, сонымен қатар жүйенің күйіне немесе оның интегралдық сипаттамаларына да тәуелді болуы мүмкін. Мұндай теңдеулерде үлестірілген параметрлер кеңістікте өзгеруі немесе уақыт пен функционалдық тәуелділіктер арқылы берілуі мүмкін, бұл олардың талдауын ерекше өзекті және математикалық тұрғыдан мазмұнды етеді.

Параметрі бар функционалдық-параболалық теңдеу үшін бастапқы-шеттік есебіне белгілі бір қадаммен кеңістіктік дискретизация енгізілді. Кеңістіктік дискретизация негізінде параметрі бар функционалдық-параболалық теңдеу үшін бастапқы-шеттік есебі параметрі бар функционалдық-дифференциалдық теңдеулер жүйесінің есебіне редукцияланды. Параметрі бар функционалдық-дифференциалдық теңдеулер жүйесінің есебіне Жұмабаевтың параметрлеу әдісі қолданылды. Параметрлеу әдісі негізінде алынған есептің шешілімділік шарттары анықталып, сызықтар әдісіне негізделген тиімді сандық алгоритм ұсынылды. Сонымен қатар, параметрі бар функционалдық-параболалық теңдеу үшін бастапқы-шеттік есебі мен параметрі бар функционалдық-дифференциалдық теңдеулер жүйесінің есебі арасындағы байланыс көрсетілді

ЖОБАНЫҢ МАҚСАТЫ

- Дербес туындылы функционалдық дифференциалдық теңдеулер теориясын дамыту.
- Үлестірілген параметрлері бар функционалдық-гиперболалық теңдеулер үшін, үлестірілген параметрлері бар функционалдық-параболалық теңдеулер үшін және параметрлері бар функционалдық-дифференциалдық теңдеулер әулеті үшін есептерді шешу әдістерін жасау және шешімін табудың тәсілдерін құру.

ЖОБАНЫҢ НЕГІЗГІ ЕСЕПТЕРІ

- ✚ Есеп-1. Үлестірілген параметрлері бар функционалдық-гиперболалық теңдеулер үшін есептердің шешімдерін табудың алгоритмдерін құру және қасиеттерін зерттеу;
- ✚ Есеп-2. Үлестірілген параметрлері бар функционалдық-гиперболалық теңдеулер үшін есептерді шешудің параметрлеу әдісінің модификацияларын әзірлеу;
- ✚ Есеп-3. Үлестірілген параметрлері бар функционалдық-гиперболалық теңдеулер үшін есептеріне жаңа функцияларды енгізу әдісін дамыту;
- ✚ Есеп-4. Үлестірілген параметрлері бар функционалдық-параболалық теңдеулер үшін есептерді кеңістіктік айнмалы бойынша дискретизациялау арқылы үлестірілген параметрлері бар функционалдық-дифференциалдық теңдеулер үшін есептерге келтіру;
- ✚ Есеп-5. Үлестірілген параметрлері бар функционалдық-параболалық теңдеулер үшін және функционалдық-дифференциалдық теңдеулер үшін есептер арасындағы байланысты зерттеу;
- ✚ Есеп-6. Үлестірілген параметрлері бар функционалдық-дифференциалдық теңдеулер үшін есептерді шешудің параметрлеу әдісінің модификацияларын әзірлеу;
- ✚ Есеп-7. Үлестірілген параметрлері бар функционалдық-дифференциалдық теңдеулер үшін есептер әулетіне функционалдық параметрлеу әдісін дамыту;
- ✚ Есеп-8. Үлестірілген параметрлері бар функционалдық-дифференциалдық теңдеулер үшін есептер әулетінің шешімдерін табудың алгоритмдерін құру және қасиеттерін зерттеу;
- ✚ Есеп-9. Үлестірілген параметрлері бар функционалдық-дифференциалдық теңдеулер үшін есептер әулетін шешудің сандық-аналитикалық әдістерін әзірлеу.

ТҮЙІНДІ СӨЗДЕР

функционалдық-гиперболалық теңдеулер, функционалдық-параболалық теңдеулер, үлестірілген параметрлері бар есептер, функционалдық-дифференциалдық теңдеулер әулеті, бөлікті-тұрақты аргументі бар дифференциалдық теңдеулер

ЗЕРТТЕУ ТОБЫНЫҢ МҮШЕЛЕРІ

№	ТАӨ	Лауазымы	Researcher ID	Scopus Author ID	ORCID
1	Искакова Н.Б.	Жоба жетекшісі, БҒҚ 0.5 мөлш.	AAR-6038-2020	57211678045	0000-0002-0680-4099
2	Асанова А.Т.	БҒҚ 0.5 мөлш.	C-6804-2016	57201858608	0000-0001-8697-8920
3	Кадирбаева Ж.М.	БҒҚ 0.5 мөлш.	AAN-7014-2020	57195808858	0000-0001-8861-4100
4	Бакирова Э.А.	БҒҚ 0.5 мөлш.	GRX-8805-2022	36105101000	0000-0002-3820-5373
5	Орумбаева Н.Т.	ЖҒҚ 0.5 мөлш.	AAC-6441-2020	57192194581	0000-0003-1714-6850
6	Кульжумиева А.А.	ЖҒҚ 0.25 мөлш.	DAO-1743-2022	56149069300	0000-0003-0325-2273
7	Омарбаева Б.К.	АҒҚ 0.25 мөлш.	FQD-0405-2022	57140633000	0000-0002-2136-4431
8	Молыбайқызы А.	КҒҚ 0.25 мөлш.	LJL-5503-2024		0009-0008-2452-5932
9	Қуаныш С.Қ.	КҒҚ 0.5 мөлш.	JNS-3533-2023		0009-0006-0975-1662
10	Бименова Р.А.	Маман 1 мөлш.			0009-0005-7451-7192

**ЖОБА БОЙЫНША
ЖАРИЯЛАНЫМДАР САНЫ**

Зерттеу нәтижелері бойынша 2 ғылыми жұмыс жарияланды, оның ішінде:

- ✚ импакт-факторы бар, Web of Science Clarivate Analytics және Scopus дерекқорларына кіретін халықаралық рейтингтік журналда **1 мақала (Article)**;
- ✚ конференция материалдарында **1 тезис**.

**ЖОБА БОЙЫНША
ЖАРИЯЛАНЫМДАР ТІЗІМІ**

Импакт-факторы бар, Web of Science Clarivate Analytics және/немесе Scopus дерекқорларына кіретін халықаралық рейтингтік журналда 1 мақала:

1 Assanova A.T., Liu Z.H., Kuanysh S.K., Kadirbayeva Zh.M. Convergence, stability and error analysis of the method of lines for solving loaded parabolic equations // AIMS Mathematics. – 2025. Vol. 10. –No 12. – P. 29454-29469. DOI:10.3934/math.20251293 (Web of Science IF(2024)=1.8, Квартиль **Q1** в категории Mathematics and Mathematics, Applied; Scopus SJR(2020) =0.483, Процентиль 86 в категории General Mathematics).

конференция материалдарында 1 тезис:

1 Қуаныш С. Параболалық тектес интегралдық-дифференциалдық теңдеулер үшін периодтық есепті сандық шешу // “Білім мен ғылымдығы қолданбалы мәселелерді шешудегі цифрлық технологиялар ме пәнаралық тәсілдер” атты Халықаралық ғылыми-практикалық конференциясының материалдар жинағы (03 қазан, 2025). –Атырау, 2025. – Б. 342-346

**АҚПАРАТТЫ ЖАҢАРТУ
КҮНІ**

26 желтоқсан 2025 жыл