

ҚР ҒЖБМ ҒК «Математика және математикалық моделдеу институты» РМК



ЖОБАНЫҢ АТАУЫ

ЖОБА ЖЕТЕКШІСІ

**ЖОБАНЫҢ ОРЫНДАЛУ
ЖЫЛДАРЫ**

**ҚАРЖЫЛАНДЫРУ
СОМАСЫ**

«Тұрақты және айнымалы құрылымды жиындардағы динамикалық және интегралдық-динамикалық теңдеулер үшін шеттік есептер»

ф.-м.ғ.к., қауымдастырылған профессор
Утешова Роза Есеновна

2024 – 2026

118,1 млн. теңге:

2024 – 33,8 млн. теңге, 2025 – 41,7 млн. теңге, 2026 – 42,6 млн. теңге

ЖОБАНЫҢ РЕФЕРАТЫ (АБСТРАКТ)

Жоба аясында уақыттық шкалалардағы дифференциалдық және интегралдық-дифференциалдық теңдеулер үшін шеттік есептерді зерттеуге және сандық шешуге арналған параметрлеу әдісінің жалпыламасын әзірлеу ұсынылады. Бұл әдіс уақыт дискретті түрде, үзіліссіз түрде немесе олардың комбинациясы түрінде көрсетілген жүйелерді зерттеуге мүмкіндік бере отырып, әртүрлі уақыттық шкалалардың ерекшеліктерін ескеретін болады. Осы зерттеудің нәтижелері уақыттық үдерістерін моделдеу шешуші рөл атқаратын әралуан салаларда, атап айтсақ, физика, биология, экономика мен инженерияда, ауқымды практикалық қолданыстары бар болуы мүмкін. Параметрлеу әдісінің алынған жалпыламасы әртүрлі уақыттық шкалалардағы динамикалық және интегралдық-динамикалық теңдеулермен байланысқан есептерді дәлірек және тиімдірек талдауға арналған қуатты құралға айналуы мүмкін.

Жобаның өзектілігі уақыт шкалаларындағы динамикалық және интегро-динамикалық теңдеулерге арналған шекаралық есептер теориясының белсенді даму кезеңінде екендігімен байланысты. Түрлі тәсілдердің бар екеніне қарамастан, зерттеулер негізінен сапалық талдауға және шешімдердің бар екендігін дәлелдеуге бағытталған, ал жуық шешімдерді табуға арналған конструктивті әдістер мен алгоритмдер жеткіліксіз дамыған. Жобаның аясында ұсынылған жаңа параметризация әдісі уақыт шкалаларындағы шекаралық есептерді зерттеудің және шешудің конструктивті әдістерін дамытуға маңызды үлес қосады, бұл осы саладағы әртүрлі табиғаттағы есептерді тиімді зерттеуге және шешуге мүмкіндік береді.

КҮТІЛЕТІН НӘТИЖЕЛЕР

Бекітілген уақыттық шкаладағы динамикалық және интегралдық-динамикалық теңдеулер үшін шеттік есептердің шешілімділік шарттары орнатылады және оларды сандық шешудің алгоритмдері әзірленетін болады; айнымалы құрылымды жиындардағы динамикалық және интегралдық-динамикалық теңдеулер үшін шеттік есептер әулеттерінің шешімдерінің нақты өстің кесіндісіндегі сәйкес дифференциалдық және интегралдық-дифференциалдық теңдеулер үшін шеттік есептердің шешімдеріне жинақтылық шарттары анықталатын болады; уақыттық шкалалардағы шеттік есептерді зерттеуге арналған Джумабаевтың параметрлеу әдісінің жалпыламасы әзірленетін болады; алынған нәтижелер экономика мен биологияның уақыттық шкалалардағы динамикалық моделдерін зерттеуге қолданылады.

ҚОЛ ЖЕТКІЗІЛГЕН НӘТИЖЕЛЕР

Параметрлеу әдісінің негізінде бекітілген уақыттық шкалаларында сызықтық динамикалық теңдеу үшін екі нүктелік шеттік есептің шешілу критерийлері алынған. Уақыттық шкаласындағы сызықтық динамикалық теңдеу үшін екі нүктелі шеттік есепті шешудің сандық алгоритмі жасалды, оның жинақтылығы дәлелденді, жинақтылық жылдамдығының бағасы алынды. Уақыттық шкаланың түйіршіктілігі нөлге ұмтылған жағдайда, уақыттық шкалалары (айнымалы құрылымды жиындар) бойынша шеттік есептерді шешудің сандық осьтің кесіндісіндегі шеттік есептің шешіміне жинақталуы дәлелденген. Уақыттық шкалаларында сызықтық жүктелген динамикалық теңдеу үшін екі нүктелі шеттік есептің шешілу белгілері алынған және параметрлеу әдісі негізінде сандық шешу алгоритмі жасалған.

Бекітілген уақыттық шкалаларындағы бейсызық динамикалық теңдеу үшін екі нүктелі шеттік есептің шешімділігінің белгілері алынды. Джумабаевтың параметрлеу әдісі уақыт шкалаларындағы динамикалық теңдеулерге арналған бейсызық екі нүктелі шеттік есептерге қолданылатын түрде жалпыландырылды. Уақыттық шкаласындағы бейсызық динамикалық теңдеудің екі нүктелі шеттік есебін шешудің сандық алгоритмі жасалып, оның жинақтылығы дәлелденді және жинақталу жылдамдығына баға алынды. Уақыттық шкалаларының әулетінде жеткілікті кіші түйіршіктік функция кезінде осындай шешім бар болса, сандық осьтің кесіндісіндегі шеттік есептің шешімінің бар болуы дәлелденді. Кері нәтиже де алынған, сондай-ақ шкалалардағы шешімдердің нақты осьтегі есептің шешіміне жинақталуы дәлелденіп, жинақталу жылдамдығына бағалар берілді. Екі нүктелі және периодтық шеттік есептердің шешімдерінің бар болуы мен жалғыздығы туралы теоремалар дәлелденді, сондай-ақ динамикалық жүйелерден дифференциалдық жүйелерге өту кезінде олардың жинақталуы көрсетілді. Периодтық шешімдердің орнықтылық критерийлері алынған және шешімдердің асимптоталық орнықтылығының сақталатыны дәлелденді. Уақыттық шкалаларындағы бейсызық жүктелген динамикалық теңдеу үшін екі нүктелі шеттік есептің шешімділігінің белгілері алынған және параметрлеу әдісіне негізделген сандық шешу алгоритмі жасалды.

ЖОБАНЫҢ МАҚСАТЫ

Уақыттық шкалалардағы динамикалық және интегралдық-динамикалық теңдеулер үшін шеттік есептерді зерттеудің және сандық шешудің конструктивті әдістерін әзірлеу; уақыттық шкалалардағы шеттік есептер әулеттерінің шешімдерінің нақты өстің кесіндісіндегі сәйкес шеттік есептердің шешімдеріне жинақтылығын зерттеу; алынған нәтижелерді экономика мен биологияның динамикалық моделдерін зерттеуге қолдану.

ЖОБАНЫҢ НЕГІЗГІ ЕСЕПТЕРІ

- Бекітілген уақыттық шкаладағы сызықты және сызықты емес динамикалық теңдеулер үшін шеттік есептер: шешілімділік шарттарын орнату және сандық шешудің алгоритмін тұрғызу;
- Айнымалы құрылымды жиындардағы динамикалық теңдеулер үшін шеттік есептер: олардың шешімдерінің нақты өстің кесіндісіндегі сәйкес дифференциалдық теңдеулер үшін шеттік есептердің шешімдеріне жинақтылық мәселесін зерттеу;
- Бекітілген уақыттық шкалалардағы сызықты интегралдық-динамикалық теңдеулер үшін шеттік есептер: шешілімділік шарттарын орнату және сандық шешудің алгоритмін тұрғызу. Шеттік есептер әулеттерінің шешімінің нақты өстің кесіндісіндегі сәйкес интегралдық-дифференциалдық теңдеулер үшін шеттік есептердің шешіміне жинақтылық мәселесін зерттеу;
- Алынған теориялық нәтижелерді экономика мен биологияның популяциялық моделдерінің уақыттық шкалалардағы динамикалық моделдерін зерттеуге қолдану.

ТҮЙІНДІ СӨЗДЕР

Динамикалық теңдеулер, интегралдық-динамикалық теңдеулер, уақыт шкалалары, уақыттық шкалалардағы шеттік есептер, параметрлеу әдісі

ЗЕРТТЕУ ТОБЫНЫҢ МҮШЕЛЕРІ

№	ТАӨ	Лауазымы	Researcher ID	Scopus Author ID	ORCID
1	Утешова Р.Е.	Жоба жетекшісі	AAO-4934-2020	57202711973	0000-0002-8809-9310
2	Асанова А.Т.	АҒҚ 0.25 мөлш.	C-6804-2016	57201858608	0000-0001-8697-8920
3	Станжицкий А.Н.	АҒҚ 0.5 мөлш.	Y-24882018	7801336270	0000-0002-1456-729X
4	Искакова Н.Б.	АҒҚ 0.5 мөлш.	AAR-6038-2020	57211678045	0000-0002-0680-4099
5	Кокотова Е.В.	ЖҒҚ 0.5 мөлш.	HKS-1715-2023	58083916300	0009-0007-9625-3334
6	Қуаныш С.Қ.	Математик (санатсыз) 0.25 мөлш.	JNS-3533-2023		0009-0006-0975-1662
7	Жақан А.	Маман 0.25 мөлш.			0009-0007-1159-8561
8	Орал А.Т.	Маман 0,25 мөлш.			0009-0000-8056-5826

жоба бойынша жарияланымдар саны

Зерттеу нәтижелері бойынша 4 ғылыми мақала жарияланды, оның ішінде:

- Web of Science Clarivate Analytics және Scopus дерекқорларына енгізілген импакт-факторы бар халықаралық рейтингі жоғары журналдарда **3 мақала** (Article);
- ҚР ҒЖБССҚК ұсынған қазақстандық журналда **1 мақала**.

жоба бойынша жарияланымдар тізімі

Web of Science Clarivate Analytics және/немесе Scopus дерекқорларына енгізілген импакт-факторы бар халықаралық рейтингі жоғары журналдарда 3 мақала:

- 1 Lakhva R., Uteshova R., Stanzhytskyi O., Mogylova V. Averaging method in optimal control problems for integro-differential equations // Open Mathematics. – 2025. – Vol. 23. No. 1 – Art. No. 20250167. DOI: 10.1515/math-2025-0167. (Web of Science IF (2024)=0.9, Mathematics санаты бойынша **Q2** квартилі; Scopus SJR (2024) = 0.397, General Mathematics санаты бойынша 75-процентиль).
- 2 Stanzhytskyi O., Uteshova R. On the relationship between solutions of boundary value problems for differential equations and corresponding problems for dynamic equations on time scales // Mathematical Methods in the Applied Sciences. – 2025. – DOI: 10.1002/mma.70350. (Web of Science IF (2024)=1.8, Mathematics, Applied санаты бойынша **Q1** квартилі; Scopus SJR (2024)=0.630, General Mathematics санаты бойынша 93-процентиль).
- 3 Iskakova N. On the solvability of a boundary value problem for delay integro-differential equation // Mathematical Methods in the Applied Sciences. – 2025. – DOI: 10.1002/mma.70350. (Web of Science IF (2024)=1.8, Mathematics, Applied санаты бойынша **Q1** квартилі; Scopus SJR (2024)=0.630, General Mathematics санаты бойынша 93-процентиль).

ҚР ҒЖБССҚК ұсынған қазақстандық журналда 1 мақала:

Kuanysh S., Assanova A., Kadirbayeva Z. Method of lines for a loaded parabolic equation // Journal of Mathematics, Mechanics and Computer Science. – 2025. – Vol. 125. No. 1. – P. 3-16. DOI: 10.26577/JMMCS2025125101.

АҚПАРАТТЫ ЖАҢАРТУ КҮНІ

26 желтоқсан 2025 ж.