

МАНАТ АЛУА МАНАТҚЫЗЫ

ПСЕВДОПАРАБОЛАЛЫҚ ТЕҢДЕУЛЕР ҮШІН ШЕТТІК ЕСЕПТЕРДІ ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ҚОЛДАНУЛАРЫ

8D05401 – Математика білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін дайындалған диссертациясының

АННОТАЦИЯСЫ

Тақырыптың өзектілігі. Диссертациялық жұмыста сызықтық және сызықтық емес үшінші ретті псевдопараболалық теңдеулер үшін бейлокал шеттік есептер зерттелді.

Псевдопараболалық теңдеулерге арналған бейлокал шарттары бар шеттік есептерді теориялық түрде зерттеу олардың ғылым мен техниканың күрделі мәселелерін шешуде қолданысына байланысты дамыды. Бейлокал шарттары бар псевдопараболалық теңдеулерге арналған шеттік есептерді шешудің алғашқы нәтижелерінің бірі ретінде А.Ф. Чудновский, J.R. Cannon және Л.А. Камыниннің жұмыстарын айта аламыз. Зерттеудің әрі қарай дамуына А.М. Нахушев, В.А. Водахова, А.И. Кожанов, В.З. Канчукоев, Л.С. Пулькина, В.И. Жегалов, Е.А. Уткина, Н.С. Попов, Б.С.Аблабеков, К.Г. Кожобеков, Сао Yin J., Jin Ch., Н.К. Аркабаев, А.С. Сопуев, У.Д. Молдожаров, Х.Г. Умаров және т.б. ғалымдар үлес қосқан. Соңғы жылдары псевдопараболалық теңдеулерді шешудің әртүрлі аналитикалық және жуық әдістері белсенді түрде зерттелуде. Бұл теңдеулердің өзектілігі олардың физикалық, техникалық және инженерлік үдерістерді математикалық модельдеуде кеңінен қолданылуымен тікелей байланысты. Псевдопараболалық теңдеулер күрделі ортадағы жылу алмасу, фильтрациялық үдерістер, деформацияланған денелер динамикасы, биологиялық көбею немесе миграция модельдері сияқты нақты қолданбалы есептерді сипаттауда тиімді болып табылады. Яғни мұндай теңдеулерді шешудің тиімді аналитикалық және жуық әдістерін әзірлеу мен жетілдіру тек теориялық тұрғыдан ғана емес, практикалық қолданбалар үшін де ерекше маңызды болып саналады.

Жұмыста Бенджамин-Бона-Махони-Бюргерс (ББМБ) және Бенджамин-Бона-Махони (ББМ) теңдеулері үшін бейлокал шартты шеттік есеп қарастырылған. Мұндай теңдеулерін зерттеуге арналған көп жұмыстардың болуына қарамастан, оған деген қызығушылық әлі күнге дейін бәсеңдеген емес. Себебі Бенджамин-Бона-Махони-Бюргерс теңдеуі нақты физикалық процестердің кең ауқымын сипаттай алады: ол сығылмайтын сұйықтықтардағы толқындардың таралуын, дисперсиялық және диссипативтік құбылыстардың бір уақытта көрінуін, сызықтық емес эффектілердің әсерін ескеретін модель ретінде қолданылады. Сонымен қатар, теңдеудің диссипативтік және дисперсиялық мүшелерінің бір мезгілде болуы оны математикалық тұрғыдан да, есептік әдістер тұрғысынан да аса күрделі объектіге айналдырады. Осыған байланысты, қолданбалы есептерді шешуде тиімді жуық әдістерді құру қажеттілігі бұл теңдеуге деген ғылыми қызығушылықтың артуына ықпал етеді.

Жұмыстың мақсаты. Үшінші ретті аралас туындылы сызықтық және

сызықтық емес псевдопараболалық теңдеулер үшін бейлокал шеттік есептердің шешімділік шарттарын алу, олардың шешімдерін табудың конструктивті алгоритмдерін әзірлеу.

Зерттеу міндеттері:

- үшінші ретті аралас туындылы сызықтық псевдопараболалық теңдеу үшін бейлокал шеттік шарттары бар есептің шешімін табу алгоритмін құру және бастапқы берілгендер терминдерінде олардың жинақтылық шарттарын алу.

- сызықтық псевдопараболалық теңдеудің бір класы үшін бейлокал шеттік есептің бірімәнді шешімділігін зерттеу.

- үшінші ретті сызықтық псевдопараболалық теңдеу үшін бейлокал шеттік есептің шешімін табу алгоритмінің негізінде сызықтық емес псевдопараболалық теңдеу үшін бейлокал шеттік есептің «оқшауланған» шешімінің бар болу шарттарын алу.

- ұсынылған алгоритмді Бенджамин-Бона-Махони және Бенджамин-Бона-Махони-Бюргерс сызықтық емес теңдеулері үшін қолдану және шешімінің бар болуының қажетті шарттарын алу.

Зерттеу әдістері. Зерттеу жұмысында функционалдық талдау әдістері және параметрлеу әдістері қолданылды.

Ғылыми жаңалығы. Үшінші ретті сызықтық және сызықтық емес псевдопараболалық теңдеулер үшін бейлокал шеттік есептер зерттеліп, келесі нәтижелер алынды:

1. Үшінші ретті сызықтық псевдопараболалық теңдеу үшін бейлокал шеттік есепті шешу алгоритмі құрылды және оның жинақтылық шарттары алынды.

2. Үшінші ретті сызықтық псевдопараболалық теңдеудің бір класы үшін бейлокал шеттік есептің бірімәнді шешімділігі зерттелді.

3. Үшінші ретті сызықтық псевдопараболалық теңдеу үшін бейлокал шеттік есепті шешу алгоритмі негізінде үшінші ретті сызықтық емес псевдопараболалық теңдеу үшін бейлокал шеттік есептің «оқшауланған» шешімінің бар болу шарттары алынды.

4. Ұсынылған алгоритм Бенджамин-Бона-Махони және Бенджамин-Бона-Махони-Бюргерс сызықтық емес теңдеулері үшін қолданылды және шешімдерінің жинақтылық шарттары алынды.

Алынған нәтижелердің теориялық және практикалық маңыздылығы. Диссертациялық жұмыста алынған нәтижелердің барлығы жаңа ғылыми нәтижелер қатарына жатады. Жұмыс барысында алынған нәтижелер теориялық сипатқа ие және үшінші ретті дербес туындылы дифференциалдық теңдеулер үшін бейлокал шеттік есептерді шешудің алгоритмін құруда, сондай-ақ, жоғарғы оқу орындарында математика бойынша арнайы курстарды оқытуда қолданыс табады.

Қорғауға шығарылатын негізгі нәтижелер:

1. Үшінші ретті сызықтық псевдопараболалық теңдеу үшін бейлокал шеттік есепті шешу алгоритмі және оның жинақтылық шарттары.

2. Үшінші ретті сызықтық псевдопараболалық теңдеудің бір класы үшін бейлокал шеттік есептің бірімәнді шешімділігі.

3. Үшінші ретті сызықтық псевдопараболалық теңдеу үшін бейлокал шеттік есепті шешу алгоритмі негізінде үшінші ретті сызықтық емес

псевдопараболалық теңдеу үшін бейлокал шеттік есептің «оқшауланған» шешімінің бар болу шарттары.

4. Ұсынылған алгоритмнің Бенджамин-Бона-Махони және Бенджамин-Бона-Махони-Бюргерс сызықтық емес теңдеулері үшін қолданылуы және шешімдерінің жинақтылық шарттары.

Жүргізілген зерттеулердің дұрыстығы мен негізділігі. Жұмыста қолданылған әдістердің конструктивтілігі зерттеудің сенімділігі мен негізділігін қамтамасыз етеді. Жалпы тұжырымдар теоремалар түрінде құрылған және олардың дәлелдеулері берілген.

Жұмысты апробациялау. Диссертацияның негізгі нәтижелері келесі конференциялар мен семинарларда дәлелденді және талқыланды:

- «Қазіргі математиканың даму тенденциясы және оны білім беруді цифрландыру жағдайында оқыту» халықаралық ғылыми-практикалық конференциясы (Шымкент: академик Ә. Қуатбеков атындағы Халықтар достығы университеті, 2023 – 27-28 сәуір).

- Дәстүрлі халықаралық сәуір конференциясы (Алматы: ҚР ҒЖБМ ҒК Математика және математикалық модельдеу институты, 2023 – 5-7 сәуір).

- Қазақ КСР ҒА корреспондент-мүшесі, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор Т.Ы. Амановтың туғанына 100 жыл толуына арналған «Анализ, дифференциальные уравнения и их приложения» халықаралық ғылыми-практикалық конференциясы (Астана, 2023 – 22-23 маусым).

- VII Түркі әлемі математиктерінің дүниежүзілік конгресі (Түркістан, 2023 – 20-23 қыркүйек).

- Дәстүрлі халықаралық сәуір конференциясы (Алматы: ҚР ҒЖБМ ҒК Математика және математикалық модельдеу институты, 2024 – 16-19 сәуір).

- Академик Т.Д. Джураевтің туғанына 90 жыл толуына арналған «Неклассические уравнения математической физики и их приложения» атты халықаралық ғылыми конференциясы (Ташкент: Мирзо Улугбек атындағы Өзбекстан Ұлттық университеті, қаласы, 2024 – 24-26 қазан).

- «Actual problems of applied mathematics and information technologies – Al-Khwarizmi 2024» халықаралық ғылыми конференциясы (Ташкент: Мирзо Улугбек атындағы Өзбекстан Ұлттық университеті, қаласы, 2024 – 22-23 қазан).

- Evolution Equations, Approximation and Spectral Optimization: халықаралық жазғы мектеп және конференциясы (Алматы: ҚР ҒЖБМ ҒК Математика және математикалық модельдеу институты, қаласы, 2024 – 11-18 қыркүйек).

- Академик Е.А. Бөкетовтың 100 жылдығына орай ұйымдастырылған «Пәнаралық ғылыми зерттеулердің өзекті мәселелері» атты халықаралық ғылыми конференциясы (Қарағанды: Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті, 2025 – 17-20 маусым).

Жарияланымдар. Диссертацияның негізгі нәтижелері 13 ғылыми мақала мен конференциялар материалдарында жарияланды, оның ішінде, 2 мақала Scopus (процентиль 53) базасына енетін басылымда, 1 мақала Web of Science (SCIE, Q2) базасына енетін басылымда, 1 мақала уәкілетті орган ұсынған басылымда жарияланды.

Диссертацияның құрылымы мен көлемі. 92 беттік диссертациялық

жұмыс келесі құрылымдық элементтерден тұрады: кіріспе, үш бөлім, қорытынды, пайдаланылған әдебиеттер тізімі.

Диссертацияның бірінші тарауында үшінші ретті сызықтық псевдопараболалық теңдеу үшін бейлокал шартты шеттік есеп зерттелген. Жаңа айнымалы енгізу арқылы теңдеудің реті төмендейді, содан кейін уақыт аралығына бөліктеу жүргізіліп ізделінді функциялардан құралған теңдеулер жүйесі алынады. Теңдеулер жүйесін бойынша қажетті шешімдер үштігін табу алгоритм құрылады. Алгоритмнің жинақтылығы дәлелденіп, дәл және жуық мән арасында бағалаулар алынады.

Екінші тарауда бірінші тарауда қарастырылған сызықтық теңдеудің жалпы түрі ретінде сызықтық емес бейлокал шартты шеттік есеп зерттеледі. Бұл тараудың бірінші тараудан ерекшелігі дәлелдеу кезінде қолданылатын интегралдық теңсіздіктер өзгеше және шешімі бар және жалғыз болатын облыстар құруда болып отыр.

Үшінші тарауда үшінші ретті сызықтық емес псевдопараболалық теңдеулердің қолданылуын көрсететін практикалық маңызы бар Бенджамин-Бона-Махони және Бенджамин-Бона-Махони-Бюргерс теңдеулерін құрылған алгоритм көмегімен шешімін табу жүзеге асырылады. Бенджамин-Бона-Махони-Бюргерс теңдеуі практикалық маңызы бар. Бенджамин-Бона-Махони және Бенджамин-Бона-Махони-Бюргерс теңдеулері физика мен қолданбалы математикада толқындық үдерістерді сипаттауда кеңінен қолданылады. Бенджамин-Бона-Махони-Бюргерс теңдеуі гидродинамикада, плазма физикасында, серпімділік теориясында және инженерлік есептерде жиі қолданылады. Яғни, Бенджамин-Бона-Махони теңдеуі теориялық зерттеулерге бағытталса, Бенджамин-Бона-Махони-Бюргерс теңдеуі практикалық, нақты жағдайларды модельдеуге тиімді.

Жұмыстың басқа ғылыми зерттеу жұмыстарымен байланысы.

Диссертациялық жұмыс мемлекеттік бюджеттен қаржыландырылатын жобаның аясында орындалған:

AP09259780 «Псевдопараболалық теңдеулер үшін шеттік есептер және ілесетін Вольтерраның ерекше интегралдық теңдеулері».

Диссертациялық зерттеу тақырыбы «Жаратылыстану ғылымдары» ғылым бағыты бойынша «Елдің зияткерлік әлеуеті» басым бағытына, «математика, механика, астрономиядағы физика, химия, биология, информатика және география саласындағы іргелі және қолданбалы зерттеулер» мамандандырылған ғылыми бағытына сәйкес келеді.

Докторанттың әрбір жарияланымды дайындауға қосқан үлесі.

Ғылыми кеңесшілермен және қосалқы авторлармен бірлесіп жазылған 13 жұмысында ғылыми кеңесшілер есептің қойылымын қойып, зерттеу әдістемесін тандады, ал докторант негізгі және көмекші нәтижелерді өз бетінше тұжырымдап, оларды дәлелдеді.

Пайдаланылған дереккөздер саны – 105.

Кілт сөздер. Бейлокал шеттік есептер, үшінші ретті псевдопараболалық теңдеу, параметрлеу әдісі, шешімнің бар болуының шарттары, алгоритм, жуық шешім.