

ҚР ҒЖБМ ҒК «Математика және математикалық моделдеу институты» РМК



ЖОБАНЫҢ АТАУЫ

ЖОБА ЖЕТЕКШІСІ

**ЖОБАНЫҢ ОРЫНДАЛУ
ЖЫЛДАРЫ**

**ҚАРЖЫЛАНДЫРУ
СОМАСЫ**

«Іргелі жүйелер және олардың қолданыстары»

PhD
Ергалиев Мади Габиденович

2025 – 2027

119898910 теңге:
2025 – 39930400 теңге, 2026 – 39989596 теңге, 2027 – 39978914 теңге

**ЖОБАНЫҢ РЕФЕРАТЫ
(АБСТРАКТ)**

Стокс операторы соленоидальды функциялардың ішкеңістігінде өзіне-өзі түйіндес, толық үзіліссіз және оң анықталған болғандықтан оның дискретті спектрі бар болып, меншікті функциялардың ортонормаланған базисіне ие. Алайда осындай базисті барлық кезде айқын түрде құру мүмкін еместігі Навье-Стокс теңдеулері үшін қойылған тура және кері есептердің жуық шешімдерін алуды қиындатады.

Жобаның мақсаты – іргелі жүйені құрудың жаңа әдісін әзірлеу мен оны уақыт бойынша стационарлы және стационарлы емес облыстардағы сызықты және сызықты емес Навье-Стокс теңдеулері үшін қойылған тура және кері есептерді жуық шешу алгоритмдерінде қолдану болып табылады. Бұған қоса Бюргерс теңдеуі үшін қойылған тура және кері есептерді зерттеу мен уақытқа тәуелді облыстардағы бірөлшемді және екіөлшемді эллиптикалық операторлар үшін іргелі жүйелерді құру жоспарлануда.

Жобаның өзектілігі теңдеудің сызықты еместігін, операторлардың азғындалуын және облыс геометриясының уақытқа тәуелді өзгеруін ескеру керек болатын инженерия, геофизика мен биомеханика есептеріндегі қиын гидродинамикалық үдерістерді математикалық модельдеу маңызының артуымен түсіндіріледі. Жаңа іргелі жүйелер мен тура және кері есептерді жуық шешудің тиімді алгоритмдерін әзірлеу сандық әдістердің дәлдігі мен орнықтылығын арттыруға, сондай-ақ қисынды шешілетін модельдердің класын кеңейтуге мүмкіндік береді. Бұл өз кезегінде дербес туындылы теңдеулердің теориясы мен қолданбалы есептеуіш технологиялар үшін өте маңызы болып табылады.

КҮТІЛЕТІН НӘТИЖЕЛЕР

- ✚ Кеңістіктік айнымалылары өзгеруінің 2-D және 3-D облыстары сәйкесінше стационарлық және стационарлық емес квадрат, текше және шар болғандағы соленоидальды функциялардың іргелі жүйелері құрылады.
- ✚ Кеңістіктік айнымалылары өзгеруінің 1-D және 2-D облыстары уақытқа тәуелді болған кезде периодты мен Дирихле шекаралық шарттары бар эллиптикалық оператор үшін іргелі жүйелері құрылады.

ҚОЛ ЖЕТКІЗІЛГЕН НӘТИЖЕЛЕР

- ✦ Облысы квадрат, соның ішінде уақытқа тәуелді өзгертін квадрат болған кезде Соболев кеңістігінде 2-D-L Навье-Стокс теңдеулер жүйесі үшін қойылған тура және кері есептердің сандық шешімдері алынып, алгоритм әзірленеді.
- ✦ Облысы текше, соның ішінде уақытқа тәуелді өзгертін текше болған кезде Соболев кеңістігінде 3-D-L Навье-Стокс теңдеулер жүйесі үшін қойылған тура және кері есептердің сандық шешімдері алынып, алгоритм әзірленеді.
- ✦ Кеңістіктік айнымалылары өзгеруінің 1-D облысы уақытқа тәуелді болған кездегі 1-D Бюргерс теңдеуі үшін қойылған тура және кері есептердің сандық шешімдері алынып, алгоритм әзірленеді.
- ✦ Кеңістіктік айнымалылары өзгеруінің 2-D облысы уақытқа тәуелді болған кездегі 2-D Бюргерс теңдеуі үшін қойылған және периодты мен Дирихле шекаралық шарттары бар тура және кері есептердің бірімәнді шешілу шарттары табылады.
- ✦ Кеңістіктік айнымалылары өзгеруінің 2-D облысы уақытқа тәуелді болған кездегі 2-D Бюргерс теңдеуі үшін қойылған және периодты мен Дирихле шекаралық шарттары бар тура және кері есептердің сандық шешімдері алынып, алгоритм әзірленеді.
- ✦ Облысы шар, соның ішінде уақытқа тәуелді өзгертін шар болған кезде Соболев кеңістігінде эволюциялық 3-D Навье-Стокс теңдеулер жүйесі үшін қойылған тура және кері есептердің сандық шешімдері алынып, алгоритм әзірленеді.
- ✦ Кеңістіктік айнымалылары өзгеруінің 2-D облысы шаршы түрінде берілген жағдайда, Соболев кеңістігіндегі соленоидтық функциялардың іргелі жүйесі құрылды. Облыс шаршы түрінде берілген кезде, Соболев кеңістігіндегі Навье–Стокс теңдеулерінің 2-D-L жүйесі үшін қойылған тура есепті шешудің алгоритмі әзірленіп, оның сандық жүзеге асырылуы орындалды.
- ✦ Кеңістіктік айнымалысы өзгеруінің 1-D облысы уақытқа тәуелді болған жағдайда, эллиптикалық оператор үшін іргелі жүйе құрылды. 1-D Бюргерс теңдеуі үшін қойылған тура есепті шешудің алгоритмі әзірленіп, оның сандық жүзеге асырылуы орындалды. Кеңістіктік айнымалыларының облысы шаршы түрінде берілген кезде, Соболев кеңістігіндегі Навье–Стокс теңдеулерінің 2-D-L жүйесі үшін қойылған кері есепті шешудің алгоритмі әзірленіп, оның сандық жүзеге асырылуы орындалды.
- ✦ Кеңістіктік айнымалылары өзгеруінің 2-D облысы уақыт бойынша өзгертін шаршы түрінде берілген жағдайда, Соболев кеңістігіндегі соленоидтық функциялардың фундаменталды жүйесі құрылды. Кеңістіктік айнымалылар облысы уақыт бойынша өзгертін шаршы түрінде берілген кезде, Соболев кеңістігіндегі Навье–Стокс теңдеулерінің 2-D-L жүйесі үшін қойылған тура есепті шешудің алгоритмі әзірленіп, оның сандық жүзеге асырылуы орындалды. Кеңістіктік айнымалысының облысы уақытқа тәуелді болған жағдайда, 1-D Бюргерс теңдеуі үшін қойылған кері есепті шешудің алгоритмі әзірленіп, оның сандық жүзеге асырылуы жүзеге асырылды.
- ✦ Кеңістіктік айнымалыларының облысы уақыт бойынша өзгертін шаршы түрінде берілген жағдайда, Соболев кеңістігіндегі Навье–Стокс теңдеулерінің 2-D-L жүйесі үшін қойылған кері есепті шешудің алгоритмі әзірленіп, оның сандық жүзеге асырылуы орындалды.

ЖОБАНЫҢ МАҚСАТЫ

Жобаның мақсаты – көлемі өзгертін облыстардағы соленоидалды функцияар кеңістігінде іргелі жүйелерді құрудың жаңа әдісін ұсыну мен оларды тура және кері есептерді жуықтап шешудің алгоритмін әзірлеуге қолдану.

ЖОБАНЫҢ НЕГІЗГІ ЕСЕПТЕРІ

- ✦ Кеңістіктік айнымалылары өзгеруінің 2-D және 3-D облыстары сәйкесінше стационарлық және стационарлық емес квадрат, текше және шар болғандағы соленоидальды функциялардың іргелі жүйелерін құру.
- ✦ Кеңістіктік айнымалылары өзгеруінің 1-D және 2-D облыстары уақытқа тәуелді болған кезде периодты мен Дирихле шекаралық шарттары бар эллиптикалық оператор үшін іргелі жүйелерін құру.
- ✦ Облысы квадрат, соның ішінде уақытқа тәуелді өзгеретін квадрат болған кезде Соболев кеңістігінде 2-D-L Навье-Стокс теңдеулер жүйесі үшін қойылған тура және кері есептердің сандық шешімдерін алып, алгоритмді әзірлеу.
- ✦ Облысы текше, соның ішінде уақытқа тәуелді өзгеретін текше болған кезде Соболев кеңістігінде 3-D-L Навье-Стокс теңдеулер жүйесі үшін қойылған тура және кері есептердің сандық шешімдерін алып, алгоритмді әзірлеу.
- ✦ Кеңістіктік айнымалылары өзгеруінің 1-D облысы уақытқа тәуелді болған кездегі 1-D Бюргерс теңдеуі үшін қойылған тура және кері есептердің сандық шешімдерін алып, алгоритмді әзірлеу.
- ✦ Кеңістіктік айнымалылары өзгеруінің 2-D облысы уақытқа тәуелді болған кездегі 2-D Бюргерс теңдеуі үшін қойылған және периодты мен Дирихле шекаралық шарттары бар тура және кері есептердің бірімәнді шешілу шарттарын табу.
- ✦ Кеңістіктік айнымалылары өзгеруінің 2-D облысы уақытқа тәуелді болған кездегі 2-D Бюргерс теңдеуі үшін қойылған және периодты мен Дирихле шекаралық шарттары бар тура және кері есептердің сандық шешімдерін алып, алгоритмді әзірлеу.
- ✦ Облысы шар, соның ішінде уақытқа тәуелді өзгеретін шар болған кезде Соболев кеңістігінде эволюциялық 3-D Навье-Стокс теңдеулер жүйесі үшін қойылған тура және кері есептердің сандық шешімдерін алып, алгоритмді әзірлеу.

ТҮЙІНДІ СӨЗДЕР

Стокс операторы, соленоидальды функциялардың кеңістігі, функциялардың іргелі жүйесі, спектрлік есеп, ұйытқыған бигармоникалық оператор, Навье-Стокс теңдеулері, Бюргерс теңдеуі, тура шекаралық есеп, кері есеп, жуықталған шешім

ЗЕРТТЕУ ТОБЫНЫҢ МҮШЕЛЕРІ

№	ТАӨ	Лауазымы	Researcher ID	Scopus Author ID	ORCID
1	Ергалиев М.Г.	Жоба жетекшісі	AAN-7962-2020	57200039512	0000-0001-8638-4647
2	Дженалиев М.Т.	БҒҚ, 1 мөлш.	AAN-7571-202	55948103100	0000-0001-8743-7026
3	Кабанихин С.И.	БҒҚ, 0.25 мөлш.	KGQ-1506-2024	6602773229	0000-0003-4772-1481
4	Кожанов А.И.	БҒҚ, 0.25 мөлш.	CBU-2713-2022	55892833300	0000-0003-4376-4003
5	Касымбекова А.С.	ҒҚ, 0.25 мөлш.	AET-3582-2022	57209364949	0000-0002-4105-625X
6	Иманбердиев К.Б.	ҒҚ, 0.25 мөлш.	B-1930-2015	56368315500	0000-0001-6457-2807
7	Ашурова А.М.	КҒҚ, 0.25 мөлш.	HSE-6744-2023	58783133500	0000-0003-3837-4668
8	Касен М.	КҒҚ, 0,25 мөлш.	KBC-1246-2024	59543602700	0009-0009-5715-4530

АҚПАРАТТЫ ЖАҢАРТУ КҮНІ

2025 жыл 26 желтоқсан