

«8D05401 (6D060100) – Математика» білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін ұсынылған Толеуов Тимур Жаксылыковичтің «Бакли – Леверетт моделі негізінде екіфазалық араласпайтын флюидтер ағысы үшін Риман есебінің жуық шешімдері» тақырыбындағы диссертациясына

Ресми рецензенттің жазбаша пікірі

p/n №	Өлшемшарттар	Өлшемшарттарға сәйкестігі (жауап нұсқаларының бірін сызу)	Ресми рецензенттің ұстанымына негіздеме (ескертуді курсивпен көрсету)
1.	Диссертация тақырыбының (бекіту күніне) ғылымның даму бағыттарына және/немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкес болуы	1.1 Ғылымды дамытудың басым бағыттарына және/немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкестігі: 1) <u>диссертация мемлекет бюджетінен қаржыландырылатын жобаның немесе нысанның бағдарламаның аясында орындалған (жобаның немесе бағдарламаның атауы мен нөмірін көрсету);</u> 2) диссертация басқа мемлекеттік бағдарлама аясында орындалған (бағдарламаның атауын көрсету); 3) диссертация Қазақстан Республикасының Үкіметі жанындағы Жоғары ғылыми-техникалық комиссия бекіткен ғылым дамуының басым бағытына сәйкес (бағытын көрсету) келеді.	Диссертация ҚР Ғылым және жоғары білім министрлігі Ғылым комитетінің 2025–2027 жылдарға арналған гранттық қаржыландыру жобасы аясында орындалған: «Геофизикалық мониторингтің сенімді схемаларын әзірлеу мақсатында табиғи және антропогендік әсерлер нәтижесінде толқындық сейсмикалық өрістердегі кеуекті серпімді сұйықтық қаныққан орталардың механикалық қасиеттерінің өзгергіштігін болжамды сандық модельдеу», жоба № AP26196267.
2.	Ғылым үшін маңыздылығы	Жұмыс ғылымға елеулі үлесін қосады/қоспайды, ал оның маңыздылығы <u>ашылған/ашылмаған</u> .	Диссертация ғылымға елеулі үлес қосатын еңбек болып табылады, ал оның ғылыми маңыздылығы жеткілікті деңгейде ашылған. Жұмыста алынған нәтижелер екіфазалық сүзгілеу процестерін математикалық модельдеу, Бакли–Леверетт теңдеуі негізінде Риман есебінің жуық шешімдерін зерттеу және сандық әдістерді дамыту бағытында маңызды ғылыми нәтиже ретінде бағаланады.
3.	Өзі жазу принципі	Өзі жазу деңгейі: 1) жоғары; 2) орташа; 3) төмен; 4) өзі жазбаған.	Диссертация автордың дербес ғылыми зерттеуінің нәтижесі ретінде бағаланады. Зерттеу әдістері мен алынған ғылыми нәтижелердің мазмұны диссертанттың жұмысты өз бетінше орындау деңгейінің жоғары екенін дәлелдейді.
4.	Ішкі бірлік принципі	4.1 Диссертация өзектілігінің негіздемесі: 1) <u>негізделген</u> ; 2) ішінара негізделген; 3) негізделмеген. 4.2 Диссертация мазмұны диссертация тақырыбын айқындайды: 1) <u>айқындайды</u> ; 2) ішінара айқындайды; 3) айқындамайды. 4.3. Мақсаты мен міндеттері диссертация тақырыбына сәйкес келеді: 1) <u>сәйкес келеді</u> ; 2) ішінара сәйкес келеді;	Жұмыстың өзектілігі кеуекті ортадағы екіфазалық араласпайтын флюидтер ағысын математикалық және сандық модельдеудің теориялық әрі практикалық маңызымен негізделеді. Бұл зерттеу сүзгілеу теориясы, флюидтер қозғалысын модельдеу және гиперболалық типтегі теңдеулер үшін Риман есебін зерттеу сияқты ғылыми бағыттармен байланысты. Диссертациялық жұмыстың мазмұны зерттеу тақырыбына толық сәйкес келеді және оның негізгі ғылыми бағытын жан-жақты ашады. Жұмыста Бакли–Леверетт моделі, екіфазалық сүзгілеу процестерінің ерекшеліктері және Риман есебінің жуық шешімдерін зерттеу мәселелері жүйелі әрі ғылыми негізде қарастырылған. Диссертацияның мақсаты мен міндеттері зерттеу тақырыбына толық сәйкес келеді және жұмыстың ғылыми бағытын нақты ашады. Зерттеуде қойылған міндеттер Бакли–Леверетт моделі аясында екіфазалық сүзгілеу процестеріне арналған Риман есебінің жуық шешімдерін талдауға, олардың қасиеттерін зерттеуге және сандық тұрғыдан негіздеуге бағытталған.

		3) сәйкес келмейді.	
		4.4. Диссертацияның барлық бөлімдері мен ережелері логикалық байланысқан: 1) <u>толық байланысқан</u> ; 2) ішінара байланысқан; 3) байланыс жоқ.	Диссертациялық жұмыстың барлық бөлімдері зерттеудің мақсаты мен міндеттеріне сәйкес бірізді әрі жүйелі түрде құрылған. Теориялық негіздер, математикалық модельдер, қолданылған сандық әдістер және алынған нәтижелер өзара логикалық сабақтастықта беріліп, жұмыстың ғылыми тұтастығын қамтамасыз етеді.
		4.5 Автор ұсынған жаңа шешімдер (қағидаттар, әдістер) дәлелденіп, бұрыннан белгілі шешімдермен салыстырылып бағаланған: 1) <u>сыни талдау бар</u> ; 2) талдау ішінара жүргізілген; 3) талдау өз пікіріне емес, басқа авторлардың сілтемелеріне негізделген; 4) талдау жоқ.	Диссертациялық жұмыста ұсынылған әдістер мен шешімдер теориялық негізде дәлелденіп, сандық эксперименттер арқылы тексерілген. Алынған нәтижелер белгілі әдістермен салыстырмалы түрде талданып, олардың қолданбалы маңызы ғылыми тұрғыдан бағаланған.
5.	Ғылыми жаңашылдық принципі	5.1 Ғылыми нәтижелер мен ережелер жаңа ма? 1) <u>толығымен жаңа</u> ; 2) ішінара жаңа (25-75% жаңа); 3) жаңа емес (жаңасы 25%-дан кем).	Диссертацияда тұжырымдалған негізгі ғылыми нәтижелер мен қорғауға ұсынылатын ережелер автордың жеке ғылыми ізденістерінің нәтижесі болып табылады. Олар Бакли–Леверетт моделі негізінде екіфазалық сүзгілеу процестерін, сондай-ақ Риман есебінің жуық шешімдерін зерттеу саласында ғылыми жаңалығы бар тұжырымдар ретінде сипатталады.
		5.2 Диссертацияның қорытындылары жаңа ма? 1) <u>толығымен жаңа</u> ; 2) ішінара жаңа (25-75% жаңа); 3) жаңа емес (жаңасы 25%-дан кем).	Диссертациялық жұмыста алынған қорытындылар автор жүргізген теориялық талдау, құрылған математикалық модельдер және сандық есептеу нәтижелері негізінде тұжырымдалған. Бұл қорытындылар екіфазалық сүзгілеу процестерін Бакли–Леверетт моделі аясында сипаттау және Риман есебінің жуық шешімдерін зерттеу бағытында жаңа ғылыми үлес ретінде бағаланады.
		5.3 Техникалық, технологиялық, экономикалық немесе басқару шешімдері жаңа және негізделген бе? 1) <u>толығымен жаңа</u> ; 2) ішінара жаңа (25-75% жаңа); 3) жаңа емес (жаңасы 25%-дан кем).	Диссертациялық жұмыста ұсынылған шешімдер зерттеудің мақсаты мен қойылған міндеттеріне сәйкес әзірленіп, ғылыми тұрғыдан негізделген. Аталған шешімдер екіфазалық сүзгілеу процестерін математикалық және сандық модельдеу тәсілдерін жетілдіруге бағытталған жаңа ғылыми нәтижелер ретінде бағаланады.
6.	Негізгі қорытындылардың негізділігі	Барлық негізгі қорытындылар ғылыми тұрғыдан қарағанда ауқымды дәлелдемелерде негізделген/негізделмеген (qualitative research) және өнер және гуманитарлық ғылымдар бойынша даярлық бағыттары үшін).	Диссертациялық жұмыста тұжырымдалған барлық негізгі қорытындылар ғылыми тұрғыдан негізделген. Олар жұмыста келтірілген теориялық талдауларға, құрылған математикалық модельдерге, сандық есептеу нәтижелеріне және салыстырмалы талдауларға сүйенеді. Алынған нәтижелер зерттеудің мақсаты мен міндеттеріне толық сәйкес келеді және жеткілікті ғылыми дәлелдермен расталған.
7.	Қорғауға шығарылған негізгі ережелер	Әрбір ереже бойынша келесі сұрақтарға жеке жауап беру қажет: 7.1 Ереже дәлелденді ме? 1) <u>дәлелденді</u> ; 2) шамамен дәлелденді; 3) шамамен дәлелденбеді; 4) дәлелденбеді;	Қорғауға ұсынылған диссертациялық жұмыстың негізгі нәтижелері: – Бакли – Леверетт теңдеуі үшін Риман есебінің энтропиялық шешімдерінің бар болуы, жалғыздығы және L^1 -орнықтылығы дәлелденген; – Бакли – Леверетт теңдеуі үшін Риман есебінің жойылатын тұтқырлық әдісі арқылы алынған жуық шешімдерінің энтропиялық шешімге жинақталуы және соққы қабатының жүгірмелі толқын типті құрылымы анықталған;

	<p>5) бұл тұжырымда ереженің дәлелденгенін тексеру мүмкін емес.</p> <p>7.2 Тривиалды ма?</p> <p>1) ия;</p> <p>2) жоқ;</p> <p>3) бұл тұжырымда ереженің тривиалды екенін тексеру мүмкін емес.</p> <p>7.3 Жаңа ма?</p> <p>1) ия;</p> <p>2) жоқ;</p> <p>3) бұл тұжырымда ереженің жаңашылдығын тексеру мүмкін емес.</p> <p>7.4 Қолдану деңгейі:</p> <p>1) тар;</p> <p>2) орташа;</p> <p>3) кең</p> <p>4) бұл тұжырымда ереженің қолдану деңгейін тексеру мүмкін емес.</p> <p>7.5 Мақалада дәлелденген бе?</p> <p>1) ия;</p> <p>2) жоқ</p> <p>3) бұл тұжырымда мақаладағы ереженің дәлелденгенін тексеру мүмкін емес.</p>	<p>– кеуекті ортадағы екіфазалық ағыстар үшін қысымға тәуелді тұтқырлықты ескеретін кеңейтілген математикалық моделі әзірленген;</p> <p>– екінші ретті дербес туындылы дифференциалдық теңдеу үшін екіфазалық сүзгілеудің тура және кері есептерін сандық шешу әдістері ұсынылған;</p> <p>– Бакли – Леверетт теңдеуі үшін Риман есебінің жуық шешімдерін есептеуге арналған сандық алгоритмдері ұсынылып, олардың жинақтылық қасиеттері негізделген.</p>
8.	<p>Дәйектілік қағидаты. Дереккөздер мен ұсынылған ақпараттың дәйектілігі</p>	<p>8.1 Әдіснаманы таңдау – негізделген немесе әдіснама нақты жазылған:</p> <p>1) ия;</p> <p>2) жоқ.</p> <p>8.2 Диссертация жұмысының нәтижелері компьютерлік технологияларды қолдану арқылы ғылыми зерттеулердің қазіргі заманғы әдістері мен деректерді өңдеу және интерпретациялау әдістемелерін пайдалана отырып алынған:</p> <p>1) ия;</p> <p>2) жоқ.</p> <p>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):</p> <p>1) ия;</p> <p>2) жоқ.</p> <p>8.4 Маңызды мәлімдемелер нақты және сенімді ғылыми</p>

		әдебиеттерге сілтемелермен <u>расталған</u> / ішінара расталған / расталмаған.	ғылыми әдебиеттерге жасалған сілтемелермен дәлелденген. Бұл дереккөздер диссертациялық зерттеудің ғылыми негізділігін және қарастырылған мәселелердің өзектілігін айқындайды.
		8.5 Пайдаланылған әдебиеттер тізімі әдеби шолуға жеткілікті/жеткіліксіз.	Диссертацияда пайдаланылған әдебиеттер тізімі зерттеу тақырыбы бойынша қарастырылған мәселелерді жан-жақты талдауға және ғылыми әдебиеттерге қажетгі деңгейде шолу жасауға жеткілікті.
9	Практикалық құндылық қағидаты	9.1 Диссертацияның теориялық маңызы: 1) <u>бар</u> ; 2) <u>жоқ</u> .	Зерттеу нәтижелері гиперболалық теңдеулер теориясы, сүзгілеу процестерін математикалық модельдеу және жуық шешімдер теориясы бағыттарының дамуына маңызды ғылыми үлес ретінде бағаланады.
		9.2 Диссертацияның практикалық маңызы <u>бар</u> және алынған нәтижелерді практикада қолдану мүмкіндігі жоғары: 1) <u>иә</u> ; 2) <u>жоқ</u> .	Диссертацияда ұсынылған жуық шешімдер мен сандық әдістер екіфазалық ағыстарда пайда болатын соққы толқындарын, сирету толқындарын және қанығу шекараларының қозғалысын дәл сипаттауға мүмкіндік береді. Алынған нәтижелер мұнай-газ саласында қабат ішіндегі флюидтер қозғалысын болжау, су айдау тиімділігін бағалау және сандық модельдеу құралдарын жетілдіру үшін қолданбалы мәнге ие. Зерттеу барысында қарастырылған әдістер мен алгоритмдер қолданбалы математика, есептеу гидродинамикасы және сүзгілеу теориясы бағыттарындағы ғылыми зерттеулерде пайдалануға қолайлы. Сондықтан диссертациялық жұмыстың нәтижелері практикалық қолданылу мүмкіндігі жағынан маңызды.
		9.3 Практикалық ұсыныстар жаңа ма? 1) <u>толығымен жаңа</u> ; 2) <u>ішінара жаңа (25-75% жаңа)</u> ; 3) <u>жаңа емес (жаңасы 25%-дан кем)</u> .	Диссертациялық жұмыста ұсынылған тәсілдер қанығу фронтының қозғалысын, соққы және сирету толқындарының таралуын, сондай-ақ фазалар арасындағы ығыстыру процесін модельдеуге мүмкіндік береді. Аталған ұсыныстар классикалық теориялық нәтижелерді нақты сүзгілеу есептеріне бейімдеуімен және есептеу алгоритмдерін практикалық қолдануға бағытталуымен ерекшеленеді. Осыған байланысты диссертация нәтижелері негізінде жасалған практикалық ұсыныстар екіфазалық сүзгілеу процестерін модельдеу және сандық есептеу әдістерін жетілдіру бағытындағы жаңа ғылыми-практикалық нәтижелер ретінде бағаланады.
10.	Жазу және рәсімдеу сапасы	Академиялық жазу сапасы: 1) <u>жоғары</u> ; 2) <u>орташа</u> ; 3) <u>орташадан төмен</u> ; 4) <u>төмен</u> .	Диссертация академиялық жазу талаптарына толық сәйкес келеді. Жұмыстың мәтіні ғылыми стильде сауатты жазылған, негізгі ойлар бірізді беріліп, зерттеу нәтижелері нақты әрі дәл тұжырымдалған.
11.	Диссертацияға ескертулер	<u>жоқ</u>	Диссертация мемлекеттік тілде ғылыми талаптарға сәйкес, анық әрі жүйелі түрде жазылған. Жұмыста алынған нәтижелер тиісті математикалық аппаратқа сүйене отырып дәл тұжырымдалған және олардың негізділігі дәлелдеулер арқылы көрсетілген.
12.	Докторант макалаларының зерттеу тақырыбы бойынша ғылыми деңгейі (диссертация макалалар сериясы нысанында қорғалған жағдайда ресми рецензенттер докторанттың зерттеу тақырыбы бойынша әр мақаласының ғылыми деңгейін зерделейді)	.	Докторанттың ғылыми жарияланымдары диссертациялық зерттеу тақырыбымен тікелей байланысты және олардың ғылыми деңгейі зерттеу мазмұнына сәйкес келеді. Диссертация тақырыбы бойынша жалпы сапы 11 ғылыми еңбек жарияланған, оның ішінде 4 мақала Scopus және Web of Science мәліметтер базаларында индекстелетін рейтингтік ғылыми журналдарда, 2 мақала Scopus базасында индекстелетін шетелдік конференция материалдарында, сондай-ақ 5 жарияланым алыс және жақын шетелдердегі халықаралық конференциялар жинақтары мен ғылыми журналдарда жарияланған. 1. Orazbayev B., Orazbayeva K., Makhatova V., Ospanov E., Tuleuova R., Kulmagambetova Zh., Toleuov T. , Mukatayev N. Methods of Constructing Models and Optimizing the Operating Modes of a Chemical Engineering System for the Production of Benzene in a Fuzzy Environment // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2021. – Vol. 2, №2. – P. 78–88. (Scopus: Q2, 56%) https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.226167 2. Aldanov Y., Toleuov T. , Tasbolatuly N. Construction of approximate solutions to the Riemann problem for two-phase flow of immiscible liquids by modifying the vanishing viscosity method

		<p>// Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2022. – Vol. 3, №4. – P. 40–48. (Scopus: Q3, 48%) https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.258098</p> <p>3. Aldanov Y., Toleuov T., Tasbolatuly N. Approximate solutions of the Riemann problem for a two-phase flow of immiscible liquids based on the Buckley-Leverett model // Bulletin of the Karaganda University. Mathematics Series. – 2022. – Vol. 106, №2. – P. 4–17. (Scopus: Q2, 53%; WOS: Q2, 67.1%) https://doi.org/10.31489/2022m2/4-17</p> <p>4. Timur Toleuov, Aliya Sakhabaeva, Zharasbek Baishemirov, Dinara Sadirbekova. Problems of two-phase immiscible liquids and methods for their solution // Mathematical Modelling of Engineering Problems. – 2025. – Vol. 12, №6. – P. 2069–2076. (Scopus: Q3, 43%) https://doi.org/10.18280/mmep.120622</p> <p>5. Ospanov Y., Moldasheva Zh., Toleuov T. Zh., Shuteyeva G., Demyanenko A., Seidaliyev A. Automated systems for main oil pipelines diagnostics and control // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (United Kingdom). – 2021. – Vol. 1047, №1. – P. 1–6 (Scopus: Q3, 35%) https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1047/1/012145</p> <p>6. Kereyev A., Atanov S., Toleuov T. The Usage of Extended Kalman Filter to Increase Navigation Accuracy of Mobile Units in Closed Spaces // T2021 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST). – 2021. – P. 334–338. 10.1109/SIST50301.2021.9465903</p> <p>7. Orazbayev B., Ospanov Y., Orazbayeva K., Makhatova V., Kurnangazyeva L., Utenova B., Mailybayeva A., Mukatayev N., Toleuov T., Tukpatova A. System concept for modelling of technological systems and decision making in their management // Monograph. Kharkiv: PC TECHNOLOGY CENTER. – 2021. – P. 1–180. ISBN PDF: 978-617-7319-34-3; ISBN Hardcover: 978-617-7319-33-6. https://doi.org/10.15587/978-617-7319-34-3</p> <p>8. Мухамбетжанов С.Т., Толеуов Т.Ж. О применении метода параллельной прогонки для систем скважин, определенных на графах // Международная научная конференция «Проблемы прикладной математики и информатики». – Актобе, Казахстан, 2017. – стр. 292–296.</p> <p>9. Мухамбетжанов С.Т., Толеуов Т.Ж. О приближенном методе решения одной обратной задачи теории фильтрации // Международная научно-практическая интернет-конференция «Тенденции и перспективы развития науки и образования в условиях глобализации». Выпуск 48, Переяслав-Хмельницкий, Украина. – 2019. – стр. 137–141.</p> <p>10. Мухамбетжанов С.Т., Юлдашев З.Х., Толеуов Т.Ж. О приближенной модели теории изотермической фильтрации // Международная научная конференция «Актуальные проблемы прикладной математики и информационных технологий», Ташкент, Узбекистан. – 2019. – стр. 89–91.</p> <p>11. Толеуов Т.Ж. Бакли – ЛEVERETT моделі негізінде екіфазалық араласпайтын флюидтер ағысы үшін РИМАН есебінің колданыстары // Қазақстан математиктерінің бірінші конгресі. Тезистер жинағы. Алматы: Математика және математикалық моделдеу институты. – 2026. – 139-141 бб.</p>
13.	Ресми рецензенттің шешімі (осы ереженің 3.23-тармағына сәйкес)	<p>Толеуов Тимур Жаксылыковичке «8D05401 (6D060100) – Математика» білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін беру жөнінде Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитетіне ұсыныс енгізілсін.</p>

Ресми рецензент
Эл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
PhD, қауымдастырылған профессор



С.Е. Касенов

06.26