

Приложение к приказу Министра науки и высшего
образования Республики Казахстан от 14 июня 2024 года № 294
Приложение 5 к Типовому положению о диссертационном совете

**ПИСЬМЕННЫЙ ОТЗЫВ
ОФИЦИАЛЬНОГО РЕЦЕНЗЕНТА**

на диссертационную работу

Муслиной Аллы Александровны

на тему «Разработка математических и численных моделей теории фильтрации с учетом массообменных процессов»,
представленную на соискание степени доктора философии (PhD)
по образовательной программе «8D05401 – Математика»

№ п/п	Критерии	Соответствие критериям (подчеркнуть один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента (замечания выделить курсивом)
1.	Тема диссертации (на дату ее утверждения) соответствует направлениям развития науки и/или государственным программам	<p>1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам:</p> <p>1) Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы)</p> <p>2) Диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы)</p> <p>3) Диссертация <u>соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление)</u></p>	<p>Тема диссертации утверждена 9.11.2020г. Диссертационная работа соответствует приоритетному направлению развития науки 4. Интеллектуальный потенциал страны: п.5. «Фундаментальные и прикладные исследования в области математики, механики, астрономии, физики, химии, биологии, информатики и географии».</p>
2.	Важность для науки	Работа <u>вносит/не вносит</u> существенный	Работа вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо

		вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта/не раскрыта	раскрыта. Задачи, исследованные в работе, рассматриваются впервые. Полученные результаты являются существенным вкладом в теорию фильтрации.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) <u>Высокий</u> ; 2) Средний; 3) Низкий; 4) Самостоятельности нет.	Результаты диссертации показывают, что автор проявил достаточно высокий уровень самостоятельности при выполнении поставленных перед ним задач.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) <u>Обоснована</u> ; 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована.	Актуальность диссертационной работы обоснована необходимостью учета всех неравновесных эффектов из-за сложности физических процессов.
		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) <u>Отражает</u> ; 2) Частично отражает; 3) Не отражает.	Содержание диссертации шире, чем ее тема. Так как установлены критерии для предсказания поведения фазовых переходов; задача неизоэнтальной фильтрации с учетом капиллярных сил с помощью автомодельных переменных приведена к системе обыкновенных дифференциальных уравнений и предложен вычислительный алгоритм.
		4.3 Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) <u>соответствуют</u> ; 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют.	Цель соответствует теме диссертации, четко сформулирована и разбита на конкретные задачи.
		4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: 1) <u>полностью взаимосвязаны</u> ; 2) взаимосвязь частичная; 3) взаимосвязь отсутствует.	Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны.
		4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями:	Полученные в диссертации результаты новые, поскольку впервые исследуются задачи построения решения неизоэнтальной фильтрации с учетом массообмена приближенным методом решения на основе вариационного принципа; исследованы

		<p>1) <u>критический анализ есть</u>;</p> <p>2) анализ частичный;</p> <p>3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов;</p> <p>4) анализ отсутствует.</p>	<p>качественные свойства решений задачи фазовых переходов при неизотермической фильтрации с конвективным теплопереносом; установлены критерии для предсказания поведения фазовых переходов; задача неизотермической фильтрации с учетом капиллярных сил с помощью автомодельных переменных приведена к системе обыкновенных дифференциальных уравнений и предложен вычислительный алгоритм.</p>
5	Принцип научной новизны	<p>5.1 Научные результаты и положения являются новыми?</p> <p>1) <u>полностью новые</u>;</p> <p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Установлено, что система уравнений Маскета-Леверетта, дополненная уравнением диффузии и кинетическими соотношениями, позволяет описать процессы в пластах при добавлении активной примеси; установлены достаточные условия существования и единственности решения, доказана устойчивость решений. Обосновано, что задача разбивается на три автономные подзадачи; установлены условия, при которых решение задачи неравновесной изотермической фильтрации стремится к обобщённому решению задачи типа Стефана; представлено решение задачи неизотермической фильтрации с учетом массообмена приближенным методом решения на основе вариационного принципа; указаны достаточные условия существования и единственности решения задачи фазовых переходов при неизотермической фильтрации с конвективным теплопереносом; получены асимптотические оценки движения границы фазового перехода; задача неизотермической фильтрации с учетом капиллярных сил с помощью автомодельных переменных приведена к системе обыкновенных дифференциальных уравнений и предложен вычислительный алгоритм; представлен алгоритм численного решения задачи с подвижными границами, основанный на методе конечных элементов, позволяющий с высокой точностью отслеживать положение фазовых границ независимо от количества фаз или их изменения по времени.</p>
		<p>5.2 Выводы диссертации являются новыми?</p>	<p>Разработаны математические модели, описывающие неравновесную изотермическую и неизотермическую фильтрацию</p>

		<p>1) <u>полностью новые</u>;</p> <p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>многофазных жидкостей с учетом массообменных процессов; проведен анализ поведения моделей при малых значениях параметра релаксации, что позволило выявить условия, при которых задача переходит к задаче типа Стефана; представлено решение задачи неизотермической фильтрации с учетом массообмена приближенным методом решения на основе вариационного принципа; исследованы качественные свойства решений задачи фазовых переходов при неизотермической фильтрации с конвективным теплопереносом; установлены критерии для предсказания поведения фазовых переходов; задача неизотермической фильтрации с учетом капиллярных сил с помощью автомодельных переменных приведена к системе обыкновенных дифференциальных уравнений и предложен вычислительный алгоритм. Выводы диссертации являются полностью новые.</p>
		<p>5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:</p> <p>1) <u>полностью новые</u>;</p> <p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Диссертационная работа носит фундаментальный характер и не связана с технологическими, экономическими и управленческими решениями производств.</p>
6	Обоснованность основных выводов	<p>Все основные выводы основаны/не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research (квалитатив ресеч) и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам).</p>	<p>Все результаты диссертации, а именно в первом разделе восемь теорем и две леммы, во втором разделе одна теорема и две леммы обоснованы математическими доказательствами.</p>

7	Основные положения, выносимые на защиту	<p>Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:</p> <p>7.1 Доказано ли положение?</p> <p>1) <u>доказано</u>;</p> <p>2) скорее доказано;</p> <p>3) скорее не доказано;</p> <p>4) не доказано;</p> <p>5) в текущей формулировке проверить доказанность положения невозможно.</p>	<p>Достоверность всех полученных результатов, сформулированные в диссертации в виде леммы и теоремы строго математически доказаны с необходимыми выкладками.</p>
		<p>7.2 Является ли тривиальным?</p> <p>1) да;</p> <p>2) <u>нет</u>.</p>	<p>Результаты, полученные автором диссертации, являются нетривиальными. Методы и подходы, предложенные автором, новые и перспективные для развития теории фильтрации.</p>
		<p>7.3 Является ли новым?</p> <p>1) <u>да</u>;</p> <p>2) нет;</p> <p>3) в текущей формулировке проверить новизну положения невозможно.</p>	<p>Диссертационное исследование достаточно объемное. Каждая теорема является носителем определенной новизны, все положения новые.</p>
		<p>7.4 Уровень для применения:</p> <p>1) узкий;</p> <p>2) средний;</p> <p>3) <u>широкий</u>;</p> <p>4) в текущей формулировке проверить уровень применения положения невозможно.</p>	<p>Разработаны математические модели, описывающие сложные физические процессы в системах фильтрации с учетом массообменных процессов: разработанная новая математическая модель позволяет более точно описывать процессы вытеснения нефти полимерными растворами. Имеется акт внедрения в производство.</p>
		<p>7.5 Доказано ли в статье?</p> <p>1) <u>да</u>;</p> <p>2) нет;</p> <p>3) в текущей формулировке проверить доказанность положения в статье невозможно.</p>	<p>Основные научные результаты диссертационной работы опубликованы в 10 научных статьях.</p>
8.	Принцип достоверности.	8.1 Выбор методологии – обоснован или методология достаточно подробно	Обоснованность и достоверность исследования достигается за счет сочетания фундаментальных знаний о физических процессах

	Достоверность источников и предоставляемой информации	описана: 1) <u>да</u> ; 2) нет	с применением математических моделей и численных методов, а также за счет комплексного подхода, включающего в себя учет различных аспектов физических процессов, математических моделей и численных методов.
		8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий: 1) <u>да</u> ; 2) нет	Исследование опирается на анализ физических процессов, происходящих в системе нефтедобычи и фильтрации через грунт. Это включает в себя рассмотрение явлений, таких как теплообмен, массоперенос, адсорбция в грунте, образование парафина и других.
		8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием (для направлений подготовки по педагогическим наукам результаты доказаны на основе педагогического эксперимента): 1) <u>да</u> ; 2) нет	Основные результаты обоснованы строгими математическими доказательствами. Теоретические результаты подтверждены вычислительными экспериментами.
		8.4 Важные утверждения <u>подтверждены/частично</u> ссылками на актуальную и достоверную научную литературу	Важные утверждения диссертации подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу. Перечень использованной литературы содержит как классические труды, так и современные научные статьи и актуальные исследования изложенные в монографиях.
		8.5 Используемые источники литературы <u>достаточны/не</u> достаточны для литературного обзора	Используемые источники литературы достаточны для литературного обзора современного состояния изучаемой проблемы
9.	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) <u>да</u> ;	Полученные научные результаты дополняют теорию фильтрации с массообменными процессами

		2) нет	
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: 1) да; 2) нет	Полученные новые научные результаты, разработанные методы численного решения поставленных математических задач вносят вклад в развитие теории фильтрации и находят широкое применение на практике.
		9.3 Предложения для практики являются новыми? 1) <u>полностью новые</u> ; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Полученные результаты являются полностью новыми и находят свое применение в нефтяной сфере.
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма 1) <u>высокое</u> ; 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое	Качество академического письма высокое. Постановка задачи, условия на решения, используемые методы, полученные решения корректны и понятно изложены. Работа оформлена в соответствии с требованиями.
11.	Замечания к диссертации	В графиках не указаны, какие переменные представляют оси абсцисс и ординат. Графики неинформативны.	
12.	Научный уровень статей докторанта по теме исследования (в случае защиты диссертации в форме статей официальные рецензенты комментируют научный уровень каждой статьи докторанта по теме исследования)	Научный уровень публикаций соответствует теме исследования. По теме диссертации имеется 10 работ, в том числе 1 статья в международном рецензируемом научном журнале, имеющем показатель по CiteScore (СайтСкор) 2,8, 1 публикация, входящая в базу данных WoS (Q4), 2 публикации в научных изданиях, входящих в перечень, рекомендованный Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования МНВО РК для публикации основных результатов научной деятельности (список 1 и список 2), 1 статья в базе RSCI, 6 публикаций в материалах международных научных конференций. 1 Mukhambetzhano S.T., Mussina A.A., Aman K.P. Construction of effective computational algorithms for solving free boundary problems // Вестник национальной инженерной академии РК. - 2023. - № 2. - С. 135-141. 2 Mukhambetzhano S.T., Mussina A.A., Baiganova A.M. The state of the problem of the joint movement of fluid in the pore space // Journal of Mathematics, Mechanics and Computer Science. - 2022. - Vol. 114, № 2. - P. 43-52. 3 Mukhambetzhano S.T., Mussina A.A., Aman K.P. Construction and study of a model of oil displacement by	

