

**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
Мусинной 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 (необходимо отметить 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 | 1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам: 1) Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы) 2) Диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы) 3) <u>Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление)</u> | 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». |
| 2. | Важность для науки | Работа <u>вносит/не вносит</u> существенный вклад в науку, а ее важность хорошо | Важность новизны исследования раскрыта хорошо, достаточно четко и ясно. Исследуются модели неравновесной |

| | | | |
|----|------------------------------|--|--|
| | | <u>раскрыта</u> /не раскрыта | изотермической фильтрации с учетом адсорбции; поведение модели при малых значениях параметра релаксации; строится приближенное решение задачи неравновесной неизотермической фильтрации на основе вариационного принципа; исследуются качественные свойства решения задачи фазовых переходов при неизотермической фильтрации с конвективным теплопереносом; проводится численное исследование задачи неизотермической фильтрации с учетом капиллярных сил; проводится численное исследование одномерной задачи Стефана с подвижными границами в теплопроводности и диффузии. |
| 3. | Принцип самостоятельности | Уровень самостоятельности: 1) <u>Высокий</u> ; 2) Средний; 3) Низкий; 4) Самостоятельности нет. | Автор проявил 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. |
| | | 4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) <u>Отражает</u> ; 2) Частично отражает; 3) Не отражает. | Содержание диссертации отражает тему диссертации. |
| | | 4.3 Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) <u>соответствуют</u> ; 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют. | Цель соответствует теме диссертации, цель логично сформулирована и разбита на конкретные подзадачи. |
| | | 4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: 1) <u>полностью взаимосвязаны</u> ; | В диссертации исследуются вопросы разработки математических и численных моделей теории неравновесной фильтрации, описывающих движение многофазной жидкости с учетом |

| | | | |
|---|---------------------------------|---|--|
| | | <p>2) взаимосвязь частичная; 3) взаимосвязь отсутствует.</p> <p>4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями: 1) критический анализ есть; 2) анализ частичный; 3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов.</p> | <p>массообменных процессов. Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны</p> <p>Предложенные автором новые решения аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями. Полученные в диссертации результаты новые, поскольку впервые исследуются задачи построения решения неизотермической фильтрации с учетом массообмена приближенным методом решения на основе вариационного принципа.</p> |
| 5 | Принцип научной новизны | <p>5.1 Научные результаты и положения являются новыми? 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25 %)</p> <p>5.2 Выводы диссертации являются новыми? 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25 %)</p> <p>5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными: 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25 %)</p> | <p>В основе принципа научной новизны данного исследования находятся результаты теории фильтрации с массообменными процессами. Показана и обоснована математическая модель неравновесной фильтрации, которая описывает процесс вытеснения нефти полимерными растворами.</p> <p>Выводы диссертации в виде лемм и теорем являются полностью новыми.</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</p> | <p>Все результаты двух разделов диссертации, а именно в первом разделе восемь теорем и две леммы, во втором разделе одна</p> |

| | | | |
|---|---|--|--|
| | | зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам) | теорема и две леммы обоснованы математическими доказательствами. |
| 7 | Основные положения, выносимые на защиту | Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности: 7.1 Доказано ли положение? 1) <u>доказано</u> ; 2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано; 5) в текущей формулировке проверить доказанность положения невозможно. | Достоверность всех полученных результатов, приведенных в леммах и теоремах диссертации, подтверждена строгими математическими доказательствами и необходимыми выкладками. |
| | | 7.2 Является ли тривиальным? 1) да; 2) <u>нет</u> . | Результаты, полученные автором диссертации, являются нетривиальными. Все утверждения и выводы положений имеют вспомогательную или самостоятельную значимость в диссертационном исследовании. |
| | | 7.3 Является ли новым? 1) <u>да</u> ; 2) нет; 3) в текущей формулировке проверить новизну положения невозможно. | Диссертационное исследование достаточно объемное. Каждая теорема является носителем определенной новизны, все положения новые. |
| | | 7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) средний; 3) <u>широкий</u> ; 4) в текущей формулировке проверить уровень применения положения невозможно. | 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; исследование достаточных условий существования и единственности решений для задач неравновесной фильтрации и фазовых переходов создает основу для дальнейших исследований и приложений в рамках теории фильтрации; установление связи между задачами неравновесной изотермической фильтрации и обобщенными решениями типа |

| | | | |
|----|---|--|--|
| | | | <p>Стефана позволяет углубить понимание динамики многофазных систем и их поведения при различных условиях; полученные асимптотические оценки для движения границы фазового перехода могут быть использованы для оптимизации технологических процессов и улучшения эффективности разработки месторождений.</p> <p>Практическая значимость результатов: представленный алгоритм решения применен при решении задачи прогнозирования добычи нефти на месторождениях западного региона Республики Казахстан. Результаты послужили базовыми элементами в блоке программ «ИСАР-2» - это «Цифровая технология по разработке нефтегазовых месторождений ИСАР-2», акт внедрения которой был оформлен в 2023 году в ТОО «Норс Каспиан Ойл» «Информационная система анализа разработки нефтегазовых месторождений».</p> |
| | | <p>7.5 Доказано ли в статье?</p> <p>1) да;</p> <p>2) нет;</p> <p>3) в текущей формулировке проверить доказанность положения в статье невозможно.</p> | <p>Основные положения, выносимые на защиту доказаны. 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.</p> |
| 8. | <p>Принцип достоверности. Достоверность источников и предоставляемой информации</p> | <p>8.1 выбор методологии – обоснован или методология достаточно подробно описана:</p> <p>1) да;</p> <p>2) нет</p> | <p>Обоснованность и достоверность исследования достигается за счет сочетания фундаментальных знаний о физических процессах с применением математических моделей и численных методов.</p> |
| | | 8.2 Результаты диссертационной работы | Для задач, связанных с теорией фильтрации, характерно |

| | | | |
|----|-------------------------------|---|---|
| | | получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий: 1) да; 2) нет | применение современных функциональных методов для решения задач с подвижными границами в задачах фильтрации многофазных сред. Основными методами исследования служат классические методы математической физики, разностные методы, автомодельный метод, вариационный метод и метод оптимизации. При этом также используются численные методы анализа. |
| | | 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) да; 2) нет | Основные результаты обоснованы строгими математическими доказательствами. Подтверждение результатов экспериментальными исследованиями не требуется. |
| | | 8.4 Важные утверждения <u>подтверждены</u> /частично 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 монографические и актуальные исследования. |
| | | 8.5 Используемые источники литературы <u>достаточны</u> /не 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) да; 2) нет | Полученные результаты дополняют теорию фильтрации с массообменными процессами |
| | | 9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: | Результаты исследований работы, примененные методы расширяют область приложений теории фильтрации и находят широкое применение на практике. |

| | | | |
|-----|---|---|---|
| | | 1) да; 2) нет | |
| | | 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 решения, примененные методы, полученные выводы корректны и понятно излагаются. Работа оформлена в соответствии с требованиями. |
| 11. | Замечания к диссертации | | |
| 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) | По теме диссертации опубликовано 10 работ. Научный уровень публикаций соответствует теме исследования и отражает основные результаты. 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 water from the reservoir // Mathematical Modelling of Engineering Problems. - 2023. - Vol. 10, № 2. - P. 463-468. 4 Мусина А.А. Об основных математических моделях и приближенном методе теории фильтрации // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. - 2021. - № 3. - С. 25-31. 5 Мухамбетжанов С.Т., Мусина А.А. О совместном движении жидкостей в поровом пространстве // Тезисы докл. IX междунар. науч. конф. по проблемам дифференциальных уравнений, анализа и алгебры. - Актобе, 2022. - С. 174-180. 6 Mukhambetzhano S.T., Mussina A.A. Estimation of fluid volume displacement in the reservoir using mathematical model // Proceedings of the International University Scientific Forum «Practice Oriented Science: UAE RUSSIA INDIA». - Dubai, 2023. - С. 131-135. | |

| | | |
|-----|--|--|
| | | <p>7 Жумагулов Б.Т., Куттыкожаева Ш.Н., Мусина А.А. О разработке цифровой технологии для нефтегазовых месторождений // Матер. XII междунар. научн.-практ. конф. «Инновационные научные исследования в современном мире: теория, методология, практика». - Уфа, 2023. - С. 30-37.</p> <p>8 Mukhambetzhano S.T., Mussina A.A. Mathematical Modeling of Fluid Filtration Processes with Consideration of Mass Transfer Processes // Int. math. conf. «Functional Analysis in interdisciplinary applications 2023». - Antalya, 2023. - P. 79-80.</p> <p>9 Мусина А.А. Исследование математической модели неравновесной фильтрации // Традиционная междунар. апрельская математическая конференция в честь Дня науки Республики Казахстан: матер. междунар. науч.-практ. конф. - Алматы, 2024. - С. 176-177.</p> <p>10 Mukhambetzhano S.T., Mussina A., Baizhasarova K.K. Numerical Modeling of Fluid Filtration Processes with Free Boundaries // Actual problems of applied mathematics and information technologies Al Khwarizmi 2024: abstracts of the int. scientific conf. - Tashkent, 2024. - 346 p.</p> |
| 13. | Решение официального рецензента (согласно пункту 28 настоящего Типового положения) | Ходатайствовать перед Комитетом для присуждения докторанту Мусиной Алле Александровне степени доктора философии (PhD) по образовательной программе «8D05401-Математика». |

Официальный рецензент:

к. ф.-м. н., доцент,
 заведующий кафедры «Высшая математика»
 Евразийского национального университета
 им. Л.Н. Гумилева



Оспанов М. Н.

