Краткая информация о проекте

Наименование	ИРН AP23489431 «Параллельные физико-информированные нейронные сети для решения задач вытеснения нефти» (0124РК00389)
Актуальность	Нефтяная промышленность является одной из важнейших отраслей мировой экономики, где эффективная добыча нефти имеет огромное значения для обеспечения энергетических потребностей общества. Однако процесс нефтедобычи часто сопровождается сложными физическими явлениями, такими как течения многофазных жидкостей в пористых средах, в которых могут быть сложности при учете влияния некоторых параметров при численном моделировании на вычислительных сетках. В контексте данной проблемы, физико-информированные нейронные сети представляют собой универсальные аппроксиматоры, которые применяются к моделированию сложных физических явлений. Подобный подход предоставляет более гибкую и точную альтернативу для моделирования сложных физических процессов, что может существенно улучшить эффективность и точность в решении задач в области нефтяной промышленности.
Цель	Целью данного проекта является разработка параллельных физико-информированных нейронных сетей для решения задач вытеснения нефти в разных пространственных (1D, 2D, 3D) постановках.
Задачи	- Обзор и анализ применения PINN и параллельных PINN для решения дифференциальных уравнении в частных производных. - Разработка алгоритмов для решения задач двухфазной фильтрации на основе модели Баклея-Леверетта в 1D, 2D и 3D постановках с использованием PINN. - Разработка параллельных PINN для решения задач двухфазной фильтрации на основе модели Баклея-Леверетта(1D, 2D, 3D).
Ожидаемые и достигнутые результаты	В рамках данного проекта будут разработаны алгоритмы для решения задачи двухфазной фильтрации на основе модели Баклея-Леверетта в 1D, 2D и 3D постановках с использованием PINN. Будут выполнены следующие задачи: 1) Проведен обзор и анализ применения PINN для решения диффренциальных уравнении в частных производных. 2) Проведен обзор и анализ применения параллельных PINN для решения диффренциальных уравнении в частных производных. В частности рассмотрены технология MPI и распределенные вычисления на графических процессорах. 3) Разработаны алгоритмы для решения 1D, 2D, 3D задач двухфазной фильтрации на основе модели Баклея-Леверетта с использованием PINN.

	4) Разработаны параллельные PINN для решения 1D, 2D, 3D задач двухфазной фильтрации на основе модели Баклея-Леверетта. 5) Протестированы разработанные модели PINN для 1D, 2D, 3D задач.
Имена и фамилии членов исследовательской группы с их идентификаторами (Scopus Author ID, Researcher ID, ORCID, при наличии) и ссылками на соответствующие профили	1.Иманкулов Тимур Сакенович, PhD, ассоциированный профессор: Индекс Хирша – 7, Scopus Author ID: 56086255200. ORCID: 0000-0002-8865-3676. Web of Science ResearcherID: O-4319-2014. 2. Мухамбетжанов Салтанбек, доктор физико-математичских наук, профессор: Индекс Хирша – 5. Scopus Author ID: 55816654100 ORCID: 0000-0002-7841-1753. 3. Дарибаев Беимбет, PhD, ассоциированный профессор: Индекс Хирша – 6, ScopusID: 57191892577. ORCID: 0000-0003-1313-9004, WoS: AAS-2995-2020 4. Кенжебек Ержан, PhD, старший преподаватель: Индекс Хирша – 3, Scopus Author ID: 57221598108. ORCID: 0000-0002-6492-8292 5. Махмут Ерлан, магистр технических наук, старший преподаватель: Индекс Хирша – 2, ORCID: 0009-0002-3451-415X; Scopus Author ID: 58042934300. 6. Қасымбек Нұрислам, PhD, старший преподаватель: Индекс Хирша – 2, Scopus Author ID: 57217825275. ORCID: 0000-0001-5663-2267. 7. Бекеле Самсон Дауит: Индекс Хирша – 3, Scopus Author ID: 58916027400. ORCID: 0009-0005-9719-4343. 8. Столяров Данила Игоревич, https://orcid.org/0009-0001-3137-9231 9. Төлегенұлы Ермұқасан, https://orcid.org/0009-0003-7546-0861 10. Сулейманов Дамир Махмудович, https://orcid.org/0009-0003-0122-4807
Использование	Результаты проекта могут быть использованы для повышения точности моделирования процессов вытеснения нефти и эффективного решения многомерных задач (1D, 2D, 3D). Разработанные параллельные PINN-подходы позволяют применять высокопроизводительные вычисления, сокращая время расчетов и ускоряя анализ сложных физических процессов.
Приоритет в сравнении с реальными аналогами	Предлагаемый подход основан на параллельных физико-информированных нейронных сетях, что обеспечивает эффективное масштабирование при решении задач большой размерности. По сравнению с классическими численными методами достигается более высокая вычислительная эффективность и гибкость в многомерных постановках. Модель точно описывает сложные многофазные процессы на основе уравнения Баклея–Леверетта. Метод демонстрирует улучшенные показатели скорости и устойчивости по сравнению со стандартными методами машинного обучения.

Список публикаций со ссылками на них	1. S. D. Bekele, Y. Kenzhebek and T. Imankulov, "On the Effectiveness of Kolmogorov—Arnold Networks for Enhanced Oil Recovery Prediction in Polymer Flooding," 2024 7th International Conference on Algorithms, Computing and Artificial Intelligence (ACAI), Guangzhou, China, 2024, pp. 1-6, doi: 10.1109/ACAI63924.2024.10899678. 2. Kenzhebek Y., Imankulov T., Bekele S.D., Panfilova I., Akhmed-Zaki D. Coupled pressure and saturation prediction for two-phase flow in porous media using physics-informed neural networks (PINNs). Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering. – 2025. – Vol. 446, Part A. https://doi.org/10.1016/j.cma.2025.118229 (Scopus - 98, WoS – Q1)
Информация о патентах	-