

- 0.1. Джаркинов Р.Б., Пискунов С.А., Шишаев Г.Ю., Мерзликин Б.С., Гоголев А.С. Оценка субразрешённой пористости по данным томографической съёмки с использованием методов глубокого обучения** [3] HO J., JAIN A., ABBEEL P. Denoising Diffusion Probabilistic Models // Advances in neural information processing systems. Vol. 328. P. 6840–6851.

Микрокомпьютерная томография (μ СТ) — важный инструмент цифрового анализа геологических образцов, позволяющий строить трёхмерные модели, визуализировать внутреннюю структуру и решать другие задачи. В связи с истощением легкоизвлекаемых запасов нефти возрастает интерес к разработке низкопроницаемых коллекторов. При этом возникает проблема: значительная доля пор имеет характерные размеры меньше пространственного разрешения μ СТ. Такие поры в трёхмерных моделях становятся субразрешёнными и недетектируемыми. Игнорирование субразрешённой пористости приводит к систематическому занижению общей пористости и ошибкам при численном моделировании [1].

Одно из решений — контрастирование образца инертным газом (ксеноном). Съёмка пары «сухой образец / с ксеноном» и последующая обработка позволяют построить трёхфазные цифровые модели (матрица, разрешённые поры, субразрешённые поры). Показано, что вычисленные свойства хорошо согласуются с лабораторными оценками [2]. Однако метод требует специализированного оборудования, сложной подготовки и заметных затрат на ксенон, что ограничивает применимость.

В настоящей работе предлагается альтернатива: детекция субразрешённой пористости по данным μ СТ без контрастирования с применением методов глубокого обучения. Модели обучаются на парах изображений «без контраста / с ксеноном» и затем по данным без контраста предсказывают контрастированное изображение. Рассмотрены два класса моделей: свёрточные нейронные сети (CNN) и диффузионные модели, основанные на вероятностном пошаговом зашумлении и восстановлении изображения [3]. Подход на основе CNN корректно восстанавливает структуру порового пространства и интегральные характеристики пористости, согласующиеся с томографией с контрастом. Диффузионная модель устойчивее к шуму и воспроизводит пространственные закономерности распределения субразрешённых зон, но уступает по точности абсолютных значений пористости; для точной детализации ей требуется существенно больший объём обучающих данных.

Список литературы

- [1] CARRILLO F. J., SOULAINÉ C., BOURG I. C. The impact of sub-resolution porosity on numerical simulations of multiphase flow // Advances in Water Resources. 2022. Vol. 161. P. 104094.
[2] EBADI M., ORLOV D., ALEKSEEV V., BURUKHIN A., KRUTKO V., KOROTEEV D. Lift the veil of secrecy in sub-resolved pores by Xe-enhanced computed tomography // Fuel. 2022. Vol. 328. P. 125274.