

Секция «Цифровые технологии в нефтегазовой отрасли»

Разработка методики устранения эффекта “beam hardening” на данных макротомографии на примере Уренгойского месторождения

Научный руководитель – Белохин Василий Сергеевич

Белялова Алина Наилевна

Студент (магистр)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Геологический факультет, Кафедра геологии и геохимии горючих ископаемых, Москва, Россия

E-mail: abel08022002@mail.ru

Рентгеновская макротомография – важный метод неразрушающего анализа горных пород, позволяющий определить их плотность, пустотность и трещиноватость (Кривощёков, 2013). Один из главных артефактов – “beam hardening” (“ВН”, «повышение жёсткости пучка»), обусловленный поглощением низкоэнергетических фотонов и повышением средней энергии излучения (Brooks, 1976). Без коррекции данный эффект приводит к завышению плотности по краям образца. В макротомографии, проводимой на медицинских сканерах, доступ к исходным данным ограничен, что исключает применение фильтров при съёмке на этапе реконструкции. Поэтому возникает необходимость разработки алгоритмов для борьбы с эффектом. В рамках своего исследования автор проанализировал и оценил эффективность нескольких подходов к устранению ВН-артефакта на этапе постобработки изображений.

Разработан и протестирован алгоритм полиномиальной коррекции ВН-артефакта, основанный на аппроксимации полинома, который эффективно функционирует при обработке однородных образцов, но демонстрирует ограничения при работе с гетерогенными материалами (Brooks, 1976). Протестирован алгоритм N4 bias field correction, в рамках чего изучено влияние различных параметров (число итераций, shrink factor) на качество выравнивания яркости и вычислительные затраты, что позволило выявить оптимальный баланс между производительностью и корректностью получаемых результатов. N4BFC устраняет низкочастотные искажения, но может быть недостаточен при сильных контрастных включениях (Tustison и др., 2010). В дополнение к этому была создана и обучена сеть типа U-Net, которая использует предварительную N4-коррекцию в качестве входных данных и позволяет эффективно устранять артефакты яркости на основе парных наборов изображений с артефактами и без них. Предварительная разработка выравнивание N4 ускоряет сходимость, однако обучение остаётся ресурсоёмким и требует увеличения обучающей выборки.

Устранение артефактов *beam hardening* является необходимым этапом при обработке томографических данных в геологии. Без коррекции существенно искажаются плотностные характеристики, что приводит к неверным оценкам петрофизических свойств породы. Приведенные в работе алгоритмы коррекции повышают надёжность количественного анализа и интерпретации макромографии горных пород.

Источники и литература

- 1) Кривощёков С.Н., Кочнев А.А. Опыт применения КТ для изучения горных пород // Вестник ПНИПУ. Геология. 2013.
- 2) Brooks R.A., Di Chiro G. Beam Hardening in X-ray Reconstructive Tomography // Phys. Med. Biol. 1976. Vol. 21. P. 390–398.
- 3) Tustison N.J. et al. N4ITK: Improved N3 Bias Correction // IEEE Trans. Med. Imaging. 2010. Vol. 29(6). P. 1310–1320.