

Применение методов машинного обучения для синтеза кривых акустического и гамма-гамма каротажа с целью анализа упругих свойств пород на примере отложений тюменской свиты Красноленинского свода

Научный руководитель – Егорова Алена Дмитриевна

Галимов Тагир Ленарович

Студент (магистр)

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

E-mail: tagir.galimov228@mail.ru

Восстановление кривых акустического и гамма-гамма каротажа является актуальной задачей интерпретации ГИС, поскольку в разрезе присутствуют интервалы с искажённой или отсутствующей записью, что затрудняет анализ упругих свойств пород.

Цель работы — автоматизировать восстановление кривых АК и ГГКП с использованием методов машинного обучения для последующего анализа упругих свойств отложений тюменской свиты Красноленинского свода.

В исследовании использованы данные комплекса ГИС по 21 скважине, из которых 18 включены в обучающую выборку и 3 выделены для валидации. В качестве входных признаков применены стандартные методы каротажа (GR, NPHI, электрические сопротивления, СП и др.), целевыми являлись кривые АК и ГГКП. Выполнена подготовка данных с приведением признаков к единому масштабу и формированием дополнительных признаков, включающих производные по глубине, скользящие средние, стандартные отклонения и локальные градиенты в заданном окне.

Первый подход основан на применении градиентного бустинга XGBoost для задачи регрессии; модели обучались отдельно для восстановления АК и отдельно для ГГКП, качество оценивалось по метрике RMSE на трёх независимых скважинах: для АК значения RMSE составили 22–27 мкс/м, для ГГКП — 0,073–0,084 г/см³.

Второй подход реализован с использованием модели Transformer для последовательностей по глубине: на вход подавались скользящие окна каротажных данных фиксированной длины, далее признаки проходили через линейную проекцию и несколько блоков self-attention, что позволяло учитывать взаимосвязи между соседними и удалёнными интервалами разреза; на выходе формировалось значение восстанавливаемой кривой в центральной точке окна. Аналогичная задача восстановления пропущенных акустических каротажных кривых с использованием self-attention описана в работе [1]. Качество также оценивалось по RMSE и оказалось сопоставимым с XGBoost.

Восстановленные кривые использованы для анализа упругих свойств пород: на их основе рассчитаны скорости и акустический импеданс, построены кроссплоты и выполнен анализ распределений параметров; сравнение исходных и восстановленных данных показало сохранение характерных диапазонов и трендов значений, что подтверждает физическую согласованность синтезированных кривых и возможность их применения для дальнейшей интерпретации разреза.

Источники и литература

- 1) Fan X., Meng F., Deng J., Semnani A., Zhao P., Zhang Q. Transformative reconstruction of missing acoustic well logs using multi-head self-attention BiRNNs // *Geoenergy Science and Engineering*. 2025