

**Автоматизация процесса расчленения разреза по литотипам при помощи методов машинного обучения (на примере ботубинского горизонта Среднеботубинского месторождения)**

**Научный руководитель – Сауткин Роман Сергеевич**

***Алексеев Николай Владимирович***

*Студент (магистр)*

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

*E-mail: nikolay-alekseev-02@mail.ru*

Вендский ботубинский горизонт выделяется в объеме ниже-бюкской свиты. Он ограничен толщей доломито-ангидритов и ангидритов. Горизонт представлены кварцевыми песчаниками с подчиненными прослоями алевролитов, реже аргиллитов.

Расчленение продуктивного горизонта на литотипы в настоящее время выполняется вручную и требует значительных временных ресурсов, поэтому целью работы стала автоматизация расчленения разреза по литотипам при помощи методов машинного обучения.

На основе кернового материала по 14 скважинам Среднеботубинского месторождения было выделено 4 основных литотипа песчаников ботубинского горизонта: массивный, косослоистый, горизонтально-слоистый, разнонаправлено-слоистый. Фото каждого метра керна по скважинам были порезаны на кадры размером 256x256 пикселей с перекрытием 10%. В итоге размер датасета составил 674 кадра. Кадры были распределены на 4 класса литотипов. Для решения поставленной цели, было принято использовать два метода.

Решение на основе метода локальных бинарных паттернов изображений (LBP). Извлечение признаков: для каждого изображения вычислялась LBP-матрица путем попиксельного сравнения с окрестностью 3x3, что позволило закодировать текстурную информацию в виде гистограммы из 256 бинов. Формирование эталонов: для каждого текстурного класса строилась усредненная гистограмма LBP по всем обучающим изображениям. Классификация: тестовое изображение относилось к классу с минимальным евклидовым расстоянием между его LBP-гистограммой и эталонными гистограммами классов. Точность метода составила 75%.

Решение с применением модели машинного обучения Yolov8s-cls.pt используемая для решения задачи классификации изображений и имеющая следующую архитектуру:

а) Базовый экстрактор признаков на основе CSPDarknet53 с блоками C2f и SiLU-активацией

б) Классификационная головка включала глобальный средний пулинг и два полносвязных слоя с Dropout = 0.3. Количество выходов финального слоя соответствовало количеству классов.

В процессе обучения использован оптимизатор AdamW (lr0 = 0.001, weight\_decay = 0.0005) с косинусным затуханием и warmup 3 эпохи. Оптимизировалась лосс-функция — Cross-Entropy Loss со сглаживанием меток. Для оценки использовались метрики Accuracy Top-1 и val/loss. Аугментация данных включала: случайные горизонтальные отражения (fliplr = 0.5), цветовые искажения (hsv\_h = 0.02, hsv\_s = 0.4, hsv\_v = 0.4), масштабирование (scale = 0.2), вырезание областей (erasing = 0.3), auto\_augment = 'randaugment'. Точность метода составила 81%.

**Источники и литература**

- 1) 1. Акулов Н.И., Валеев Р.Р. Особенности геологического строения Среднеботуобинского нефтегазоконденсатного месторождения // Науки о Земле. - 2016. - №18. - С. 3-13.