

0.1. Кузнецов К.С. Применение методов машинного обучения при построении прокси-модели парогравитационного дренажа

В работе рассматривается метод парогравитационного дренажа, предложенный в начале 1980-х годов [1], и который за прошедшие десятилетия стал одним из перспективных методов добычи тяжелой нефти [2]. Технология извлечения нефти из пласта для этого метода состоит в закачке перегретого пара в пласт, что приводит к прогреванию пласта и, соответственно, к уменьшению вязкости и плотности нефти, что, в свою очередь, благоприятно влияет на нефтеотдачу.

Для оценки целесообразности применения парогравитационного дренажа и проведения оптимизационных расчётов возникает актуальная задача разработки прокси-моделей прогнозирования уровня добычи, которые могли бы заменить высокоточное моделирование в гидродинамических симуляторах [3], [4].

При решении этой задачи в работе использовался подход на основе алгоритмов машинного обучения (XGBoost Regressor, нейронная сеть Transformer и нейронная рекуррентная сеть GRU). Набор данных для обучения моделей был получен при помощи гидродинамического симулятора tNavigator: было рассчитано 5000 синтетических численных экспериментов. На основе этих данных были построены модели предсказания суммарной накопленной добычи за 17 лет, а также притока нефти за каждый год. Точность полученных моделей была оценена различными метриками и проведено сравнение использованных алгоритмов.

Было выявлено, что наиболее эффективной моделью является прокси-модель на основе нейросети GRU, позволяющая предсказывать как годовые, так и суммарные дебиты с высокой точностью: коэффициент детерминации при предсказании суммарных и годовых значений равен 0.98 и 0.894 соответственно, средняя абсолютная ошибка в процентах при предсказании суммарных и годовых значений равна 4.54% и 6.6% соответственно. На основе GRU были созданы прокси-модель предсказания соотношения закачанного дебита к пару, который является ключевым параметром при определении целесообразности применения парогравитационного дренажа, а также прокси-модель предсказания обводнённости добычи.

Данная работа демонстрирует эффективность подходов машинного обучения для быстрой и достаточно точной оценки уровня добычи и эффективности методов повышения нефтеотдачи.

Выражаю благодарность Научно-образовательному центру «Газпромнефть-НГУ» за возможность использования вычислительных ресурсов и гидродинамического симулятора

tNavigator.

Список литературы

- [1] BUTLER R. M., McNAB G. S., LO N. Y. Theoretical Studies on the Gravity Drainage of Heavy Oil During In-Situ Steam Heating // The Canadian J. Chem. Engineering, 1981. Vol. 59. P. 455-460.
- [2] AL-BAHLANI A., BABADAGLI T. SAGD laboratory experimental and numerical simulation studies: A review of current status and future issues // Journal of Petroleum Science and Engineering, 2009. N. 68. P. 135-150.
- [3] SUN Q., ERTEKIN T. The Development of Artificial-neural-network-based Universal Proxies to Study Steam Assisted Gravity Drainage (SAGD) and Cyclic Steam Stimulation (CSS) Processes // SPE Western Regional Meeting, 2017. P. 1140-1166.
- [4] ALALI N., REZA, P.M., VAHID, T. Neural Network Meta-Modeling of Steam Assisted Gravity Drainage Oil Recovery Processes // Iranian Journal of Chemistry and Chemical Engineering, 2010. Vol. 29.P. 109-122.