

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ВЗАИМОВЛИЯНИЯ МЕЖДУ СКВАЖИНАМИ НЕФТЕГАЗОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАФОВЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Ямкин М.А.¹

Научный руководитель – Авдюшина А.Е.¹

¹Университет ИТМО
makson.yamkin@mail.ru

Работа выполнена в рамках темы НИР №623106 «Автономные интеллектуальные системы».

Введение

Нефтегазовая отрасль в настоящее время развивается путем совершенствования технологий по увеличению добычи нефти. В частности, одной из таких технологий являются нейросетевые методы, которые позволяют находить наиболее эффективные варианты добычи нефти с месторождений. При этом наиболее эффективные варианты добычи нефти с месторождений являются мероприятиями по повышению нефтеотдачи (то есть мероприятиями, которые позволяют повысить добычу нефти). Поскольку мероприятия по повышению нефтеотдачи проводятся на отдельных скважинах, необходимо знать, как скважины всего месторождения связаны между собой. Это позволит понять, каким образом мероприятие по увеличению нефтеотдачи, проведенное на одной скважине, повлияет на другие скважины и на добычу со всего месторождения в целом. Для того чтобы узнать, как скважины связаны между собой, необходимо узнать коэффициенты взаимовлияния между скважинами, которые содержат в себе данную информацию. В данной работе предлагается использование графовых нейронных сетей для прогнозирования коэффициентов взаимовлияния между скважинами нефтегазового месторождения. Основным преимуществом использования графовых нейронных сетей является возможность учета как временной динамики изменения состояния разработки на месторождении при использовании рекуррентных слоев, так и пространственного расположения скважин с помощью представления месторождения в виде графа.

Основная часть

Коэффициенты взаимовлияния между скважинами получают различными способами:

1. Трассерные исследования [1]. Суть трассерных исследований заключается в закачке в нагнетательные скважины жидкости с индикаторами. Индикаторы при помощи фильтрационных потоков доносятся в добывающие скважины, после чего анализируется взаимосвязь добывающих и нагнетательных скважин. Основными недостатками данного метода являются: высокая стоимость проведения исследования, долговременное исследование;

2. Гидропрослушивание [2]. Суть гидропрослушивания заключается в регистрации изменения давления на скважинах при изменении режима работы других скважин. Основными недостатками данного метода являются: высокая стоимость, сложность интерпретации результатов исследования, невысокая точность метода;

3. Статистические методы [3]. Суть данных методов заключается в применении гидродинамического моделирования и оценки взаимовлияния при помощи анализа промысловых данных. Недостатки: точность сильно изменяется от скважины к скважине;

4. Использование машинного обучения [4]. Недостатки: не учитывание временной динамики разработки месторождения, недоступность данных, используемых для

прогноза, для многих месторождений.

В данной работе предлагается использование графовых нейронных сетей с рекуррентными слоями для прогнозирования коэффициентов взаимовлияния между скважинами. Основная идея заключается в представлении месторождения в виде графа с двумя типами вершин: нагнетательные и добывающие скважины. Каждой вершине графа присваивается информация, характеризующая состояние скважины на определенную дату (обводненность, количество добытого газа, пластовое давление и т.д.). При этом на разные даты строятся разные графы. Целевой переменной является дебит добывающих скважин (на нагнетательных скважинах не прогнозируется ничего). Графовая нейронная сеть обучается прогнозировать дебит нефти и когда она научится прогнозировать его с высокой точностью, ей станет достаточно «известно» о свойствах графа. Следовательно, графовая нейронная сеть будет содержать в себе информацию о том, каким образом вершины графа связаны между собой, что и является коэффициентами взаимовлияния между скважинами нефтегазового месторождения.

Выводы

Таким образом, предлагаемый подход по прогнозированию взаимовлияния между скважинами является перспективным для применения. Данный метод характеризуется высокой точностью и быстродействием. В настоящее время возможно использование инструмента для определения того, как операция по увеличению нефтеотдачи на одной скважине, будет влиять на другие скважины и добычу со всего месторождения в целом.

Литература:

1. Распопов А. В., Прокушева С. А. Изучение гидродинамических связей силурийских залежей Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции методом трассерных исследований // Нефтяная провинция. – 2022. – № 4 (32). – С. 65–78.
2. Гумерова А. А., Малышев В. Л., Моисеева Е. Ф. Анализ результатов гидропрослушивания пласта ю2 вишневого нефтяного месторождения // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2022. Т. 333. – № 6. – С. 167–177.
3. Романенков А. В., Евдошук П. А. Определение коэффициентов взаимовлияния скважин на основе уравнения материального баланса // Современные тенденции развития науки и технологий. – 2017. № 2-2. – С. 79–84.
4. Huang Zhao-Qin, Wang Zhao-Xu, Hu Hui-Fang, Zhang Shi-Ming, Liang Yong-Xing, Guo Qi, Yao Jun. Dynamic interwell connectivity analysis of multi-layer waterflooding reservoirs based on an improved graph neural network. *Petroleum Science*. – 2024. – vol. 21. – P. 1062–1080.