

Опыт применения модели DeepAR для прогноза дебита жидкости добывающей скважины

Авторы: Бахитов Р.Р. (Уфимский
государственный нефтяной
технический университет)
Гиндуллин Р.В. (Башкирский
государственный университет)
Лакман И.А. (Башкирский
государственный университет)

Актуальность исследования

1. Для понимания изменений в продуктивности отдельных скважин и построения реалистичного прогноза будущей добычи важно понимать вклад не только технологии, но и особенностей месторождения в продуктивность скважин.
2. Одновременно с параметрами технологии и особенностями месторождения, должно учитываться и соседство скважин в рамках месторождения.
3. Интерес к проблеме усиливается в условиях истощения месторождений, когда более важным становится потребность определить точные и интегрированные подходы для индикации поведения пластового флюида.

Вывод: глубокого изучения требует взаимовлияние скважин в рамках одного месторождения.



Цель исследования:

Прогнозные оценки взаимовлияния скважин и определения направления анизотропии его свойств.

Входная информация:

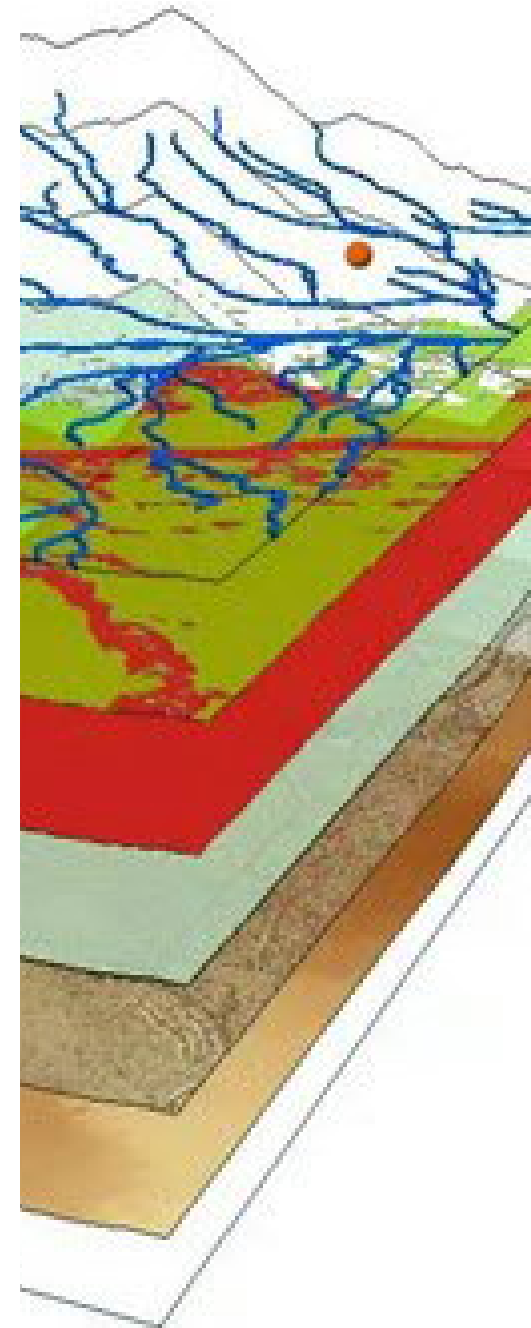
данные по однопластовому месторождению в ежедневной динамике за три года по 82 добывающим скважинам, представляющие собой временные ряды промышленных характеристик скважин месторождения:

- дебит нефти,
- забойное давление
- пластовое давления.



Методы исследования

1. Статистические методы исследования временных рядов на тип процессов
2. Процедура устранения волатильности временного ряда добычи жидкости
3. Модель ДеерАР предсказания временных рядов, основанный на технологии авторегрессионных рекуррентных и LSTM (Long-Short Term Memory) нейронных сетей

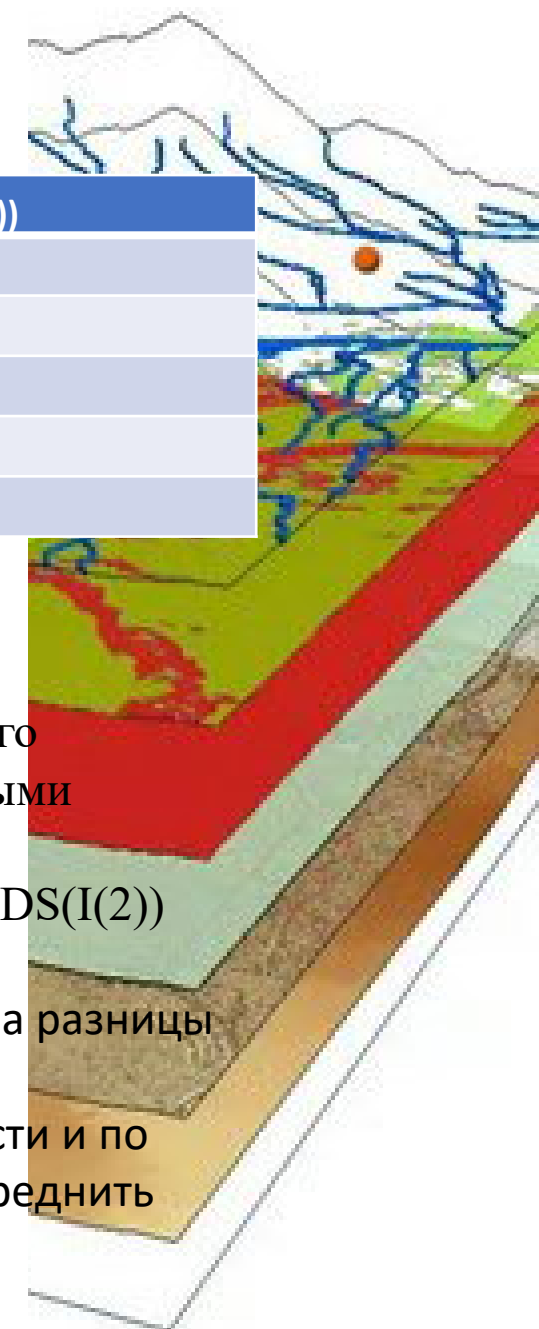


Результат теста на тип процесса. Процедура устранения волатильности.

| | TS + DS(I(1)) | TS+DS(I(0)) | DS(I(2)) | DS(I(1)) | DS(I(0)) |
|--------------------|---------------|-------------|----------|----------|----------|
| Добыча нефти | 1 | 8 | 3 | 16 | 56 |
| Дебит жидкости | 0 | 1 | 8 | 9 | 66 |
| Забойное давление | 0 | 1 | 12 | 5 | 66 |
| Пластовое давление | 0 | | 23 | 51 | 10 |
| Разница давлений | 0 | 1 | 15 | 9 | 59 |

Выводы:

1. Подавляющее большинство динамических показателей эксплуатации скважин исследуемого месторождения относятся к процессам $DS(I(0))$, то есть по сути они являются стационарными случайными процессами в широком смысле, даже при наличии структурных скачков.
2. Незначительное число временных рядов относится к процессам $DS(I(1))$ (первая разность), $DS(I(2))$ (вторая разность)
3. Эндогенные и экзогенные временные ряды в соответствии с типом процессов заменены на разницы первого и второго порядков.
4. Сеть делает прогноз на один день вперёд по предшествующим значениям добычи жидкости и по предшествующим значениям разницы между пластовым и забойным давлений. Чтобы усреднить результат, проводится 1000 запусков сети, и по полученному результату берётся медиана.



Выводы:

При апробации на конкретных данных предложенная методика показала возможность улучшения качества прогноза. Так, для прогноза на 30 дней DeepAR смогла улучшить качество прогноза для 54 скважин из 82 (67%) по сравнению со следующими моделями: 1) модель векторной авторегрессии, с экзогенной переменной в виде разницы между пластовым и забойным давлениями, 2) модель векторной авторегрессии, с экзогенной переменной в виде пластового давления; 3) емкостно-резистивная модель CRM. В качестве метрики сравнения использовалась средняя ошибка аппроксимации $MAPE_{series} = \frac{1}{T} \cdot \sum_{t=1}^T \left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right| \cdot 100\%$

