

**РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ ПОСТРОЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ  
ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ  
С УЧЁТОМ НЕРАВНОВЕСНОСТИ И НЕЛИНЕЙНОСТИ  
ПЛАСТОВЫХ ПРОЦЕССОВ**

*В.Н.Сокотущенко<sup>1\*</sup>*

Российский государственный университет нефти и газа  
(национальный исследовательский университет)  
имени И. М. Губкина, Москва.

\*email: [sokotushenko@mail.ru](mailto:sokotushenko@mail.ru)

Для более полного и адекватного описания реальных процессов, происходящих в пласте при разработке залежей нефти и газа, необходимо развитие новых технологий построения комплексных гидродинамических моделей, в том числе с учётом нелинейности и неравновесности пластовых процессов. В свою очередь, комплексные гидродинамические модели, могут представлять собой различные комбинации эффектов Джоуля – Томсона и гидратообразования, ретроградной конденсации и возможных метастабильных состояний многокомпонентных флюидов. При этом происходящие в окрестности отдельной скважины или группы скважин пластовые процессы, в частности нелинейная и неравновесная динамика движения флюида в призабойной зоне, оказывают влияние на свойства поступающей в скважину продукции. Эффективность исследований скважин и пластов, на основе которых формируются выводы о возможных режимах разработки залежи и практические рекомендации для промысла по эксплуатации, зависят от степени адекватности и уровня детализации построенных гидродинамических моделей пластовых процессов. В этой связи исследования скважин без использования в полной мере результатов фундаментального научного изучения призабойных и межскважинных пластовых процессов с помощью применения комплексных гидродинамических моделей, являются неполными, могут повлечь за собой снижение эффективности разработки залежей нефти и газа и в конечном счёте привести к выработке неправильной стратегии эксплуатации месторождения в целом. Поэтому развитие научно-методических подходов и методов построения комплексных гидродинамических моделей нефтегазодобычи, в том числе получение модификаций дифференциальных уравнений неравновесного массообмена, нелинейной фильтрации и пьезопроводности, а также их решений является актуальным и востребованным научно-практическим направлением исследований. В докладе излагаются следующие научные положения и полученные на их основе новые результаты, применительно к реальным месторождениям нефти и газа:

1. Научно-методический подход к теоретической оценке кинетических коэффициентов массообмена и интенсивностей неравновесных фазовых переходов в гетерогенных пластовых системах, основанный на принципе Ле Шателье – Брауна. Дифференциальная форма уравнения состояния реального газа и научно обоснованный способ получения выражения для коэффициента сжимаемости пластовой системы «скелет горной породы – флюид» при произвольном числе фаз гетерогенного флюида.

2. Научно-методические решения и методы (способы) построения комплексных гидродинамических моделей с учётом неравновесных фазовых переходов, комбинирования эффектов Джоуля – Томсона и гидратообразования, ретроградной конденсации и метастабильных состояний многокомпонентных газоконденсатных систем.

3. Варианты модификаций нелинейного уравнения пьезопроводности. Алгоритмы получения точных и приближённых автомодельных решений нелинейных уравнений пьезопроводности. Уточнение основной формулы упругого режима фильтрации.

4. Нелинейное дифференциальное уравнение, предназначенное для определения размеров возмущённой области пласта вокруг ствола скважины. Анализ влияния скин-фактора при нелинейно-упругом режиме фильтрации. Приближённые аналитические формулы для оценки радиуса дренирования однородного пласта при нелинейно-упругом режиме фильтрации с учётом скин-фактора.