

## УТВЕРЖДАЮ

Проректор НГТУ по научной работе  
д.т.н., профессор

Вострцов А.Г.



апреля 2019 г.

## ОТЗЫВ

ведущей организации – ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет» на диссертационную работу Нгуен Тхак Хоай Фьонга «Методы и алгоритмы адаптивной идентификации газовых пластов в процессе газогидродинамических исследований скважин» по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность) на соискание ученой степени кандидата технических наук

Результаты диссертационной работы Нгуен Тхак Хоай Фьонга были обсуждены ведущими специалистами кафедры теоретической и прикладной информатики и Центра статистических технологий НГТУ. По результатам обсуждения диссертационной работы Нгуен Тхак Хоай Фьонга принято следующее заключение.

### 1. Актуальность темы исследований

Диссертационная работа Нгуен Тхак Хоай Фьонга посвящена актуальной проблеме разработки и исследования новых моделей и алгоритмов адаптивной идентификации газогидродинамических параметров, позволяющих в процессе проведения газогидродинамических исследований скважин (ГГДИС) в промысловых условиях определять параметры газовых пластов и время завершения испытаний скважин.

Актуальность диссертации обусловлена и тем, что в настоящее время в нефтегазовых компаниях России увеличивается объем интеллектуальных скважин, оснащенных информационными телеметрическими системами. Такие системы позволяют получать необходимую информацию (забойное давление, дебиты скважин, температуру и т.п.) в процессе работы и остановки скважин в режиме реального времени. В настоящее время ГГДИС являются также наиболее достоверным методом получения информации о фильтрационных параметрах и энергетическом состоянии нефтяных и газовых пластов.

Но и в условиях интеллектуальных скважин применение традиционных графоаналитических методов для решения задач планирования, идентификации и обработки результатов газогидродинамических исследований требует привлечения квалифицированных специалистов. Это неизбежно приводит к простоям скважин, вызывает значительные проблемы при решении задач мониторинга и управления работой скважин, затрудняют проведение исследований в режиме реального времени.

В диссертационной работе предлагается для оперативной идентификации газовых пластов, для автоматизации процессов идентификации и обработки результатов ГГДИС использовать модели газовых пластов с зависящими от времени параметрами (с учетом и корректировкой дополнительной априорной информации) и применять алгоритмы параметрического синтеза. Это должно позволить находить параметры газовых пластов и определять время завершения исследований в процессе испытаний скважин.

В связи с вышесказанным, актуальность поставленных и исследуемых в диссертационной работе задач не вызывает сомнений.

## **2. Научная новизна исследований и полученных результатов**

Результаты, полученные в диссертационной работе, являются новыми, опубликованы в 18 работах автора, среди которых 4 статьи в журналах из списка, рекомендованного ВАК, а 6 работ в изданиях, индексируемых в международных базах цитирования, 3 из которых входят в указанное выше число статей из списка ВАК.

Диссертация объемом 119 страниц включает введение, 3 главы основного содержания, заключение, список использованных источников из 115 наименований, 3 приложения, включающие список сокращений, акт о внедрении результатов и свидетельства о регистрации программ для ЭВМ.

В **первой главе** диссертации (28 стр.) рассмотрены проблемы классических методов ГГДИС при решении задач планирования, проведения, идентификации и интерпретации результатов испытаний. Рассмотрены методические основы метода адаптивной идентификации и обработки результатов ГГДИС в процессе их проведения. Показывается, что использование метода адаптивной идентификации, опирающегося на интегрированные модели газовых пластов с нестационарными параметрами, учитывающего дополнительную информацию, её коррекцию и экспертные оценки, дает возможность определять параметры нефтяных и газовых пластов, а также время завершения исследований в процессе проведения газогидродинамических исследований. Приведены примеры моделей и алгоритмов адаптивной идентификации и обработки результатов ГГДИС по кривой восстановления забойного давления (КВД) газовой скважины, показывающие целесообразность и возможность определения параметров газовых

пластов в процессе проведения газогидродинамических исследований в промысловых условиях без участия квалифицированного интерпретатора.

Во **второй главе** диссертации (21 стр.) рассматриваются интегрированные системы моделей (ИСМ) индикаторной кривой (ИК) по двухчленному и степенному закону фильтрации с нестационарными параметрами, с учетом и корректировкой дополнительной информации и экспертных оценок. В целях получения оптимальных, в смысле заданных критериев качества, оценок параметров для интегрированных систем моделей газовых пластов решаются задачи параметрической идентификации. Решается задача повышения точности оценок пластового давления в условиях малого объема промысловых данных с использованием степенного закона фильтрации. Для повышения точности определения пластового давления и коэффициентов фильтрационного сопротивления решается задача разложения исходных данных забойного давления и дебитов. Показано, что предложенные алгоритмы адаптивной идентификации по определению параметров ИСМ степенного закона фильтрации и ИСМ Форхгеймера с разложением промысловых данных позволяют повысить точность определения пластового давления, коэффициентов фильтрационного сопротивления и сократить число испытаний скважины.

В **третьей главе** диссертации (30 стр.) рассматриваются модели и алгоритмы адаптивной идентификации газовых пластов на основе интегрированных нелинейных моделей (с учетом и корректировкой дополнительной информации о параметрах пласта и в условиях неопределенности модели начального участка забойного давления) по коротким, недовосстановленным кривым восстановления давления (КВД). Решается задача адаптивной идентификации начального участка КВД в адаптивном методе детерминированных моментов давлений, позволяющая в процессе проведения ГГДИС определять параметры и тип газовых пластов. Решается задача адаптивной идентификации комбинированных ГГДИС на основе интеграции моделей ИК и КВД с учетом и корректировкой дополнительной информации. При решении задач по определению параметров интегрированных моделей газовых пластов в целях сокращения вычислительных затрат рассматриваются рекуррентные алгоритмы адаптивной идентификации.

В **заключении** формулируются основные результаты, полученные в работе.

В **приложении** приводится акт о практическом применении на производстве результатов диссертационной работы и свидетельства о регистрации программ для ЭВМ.

Все основные результаты диссертации опубликованы, апробированы на ряде научных конференций и семинаров, в том числе международных.

Диссертация написана в хорошем стиле, изложение достаточно четкое и грамотное.

Автореферат отражает основное содержание диссертации.

### **3. Обоснованность и достоверность полученных результатов**

Достоверность полученных соискателем результатов подтверждается результатами моделирования, опытной эксплуатацией с использованием промысловых данных, традиционными методами обработки результатов ГГДИС, реализованными в программном комплексе Saphir, который широко используется в нефтегазовых компаниях для обработки и интерпретации результатов ГГДИС.

Результаты автора не противоречат и согласуются с результатами предшественников, полученными при проведении ГГДИС и идентификации параметров газовых пластов.

### **4. Научная и практическая ценность основных положений диссертации**

Научная ценность основных положений диссертации заключается в том, что они вносят определённый вклад в развитие теории идентификации и автоматизации обработки результатов газогидродинамических исследований интеллектуальных скважин газовых месторождений.

Практическая ценность результатов диссертационной работы, разработанных алгоритмов и программ заключается в том, что они позволяют:

- определять параметры газовых пластов и время завершения газогидродинамических исследований в процессе их проведения в промысловых условиях и без участия квалифицированного интерпретатора;
- учитывать и корректировать дополнительную информацию, что обеспечивает повышение точности определения фильтрационных параметров и энергетического состояния газовых пластов и может сократить время простоя скважин.

### **5. Рекомендации по возможности использования результатов и выводов диссертации**

Результаты диссертационной работы Нгуен Тхак Хоай Фьонга могут быть использованы в системах анализа и автоматизации процессов обработки результатов газогидродинамических исследований интеллектуальных скважин.

## **6. Замечания по диссертационной работе**

По представленной диссертации Нгуен Тхак Хоай Фыонга могут быть сделаны следующие замечания:

1. Основные защищаемые в диссертационной работе положения могли бы быть сформулированы более четко и более лаконично.

2. В обзоре публикаций предшественников по теме диссертации было бы целесообразно привести более широкий спектр зарубежных исследований по автоматизации и обработке результатов газогидродинамических исследований интеллектуальных скважин.

3. В диссертационной работе уделяется мало внимания анализу сходимости алгоритмов адаптивной идентификации газовых пластов. В качестве критерия автором, в основном, используется относительная ошибка параметров моделей и критерий их стабилизации в процессе испытаний.

4. Все вычислительные эксперименты в работе, связанные с исследованием разрабатываемых моделей и алгоритмов адаптивной идентификации газогидродинамических параметров, с проведением ГГДИС скважин, в том числе, в промысловых условиях, с определением параметров газовых пластов и времени завершения испытаний скважин, опираются на разработанное автором программное обеспечение. Есть свидетельства о регистрации программ. Однако в тексте диссертации не приводятся характеристик программного обеспечения.

5. В исследуемых моделях, как правило, присутствуют случайные величины. В диссертации не говорится, каким предположениям (каким законам) должны удовлетворять эти величины. При описании задач имитационного моделирования, как правило, упоминается лишь, что они “получаются с использованием датчика псевдослучайных чисел, распределенных по стандартному нормальному закону”. В связи с этим возникает вопрос, как будет отражаться на результатах исследований, например, нарушение предположения о нормальности присутствующих в моделях случайных величин?

Сделанные замечания не снижают научной и практической ценности диссертации, носят в основном характер пожеланий и не влияют на общую положительную оценку результатов исследований.

## **7. Заключение о работе**

Представленная диссертация является завершенной научно-квалификационной работой, содержит подходы к решению важной научной задачи, имеющей большую практическую значимость, и выполнена на высоком научном уровне. Представленные в работе исследования обладают научной новизной и достоверностью, все полученные выводы научно обосно-

ваны. Основные положения диссертационной работы достаточно полно освещены в научных публикациях автора. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Вышесказанное позволяет утверждать, что диссертационная работа Нгуен Тхак Хоай Фьонга соответствует требованиям пунктов 9–14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность).

Отзыв заслушан, обсужден и одобрен на заседании кафедры теоретической и прикладной информатики НГТУ (протокол № 3 от 29 апреля 2019 г.)

Заведующий кафедрой теоретической  
и прикладной информатики,  
д.т.н., профессор

Чубич Владимир Михайлович

Г.н.с., профессор кафедры теоретической  
и прикладной информатики,  
научный руководитель  
Центра статистических технологий,  
д.т.н., профессор

Лемешко Борис Юрьевич

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», 630073, Новосибирск, пр-т К. Маркса, 20, тел. (383) 346–50–01, rector@nstu.ru, www.nstu.ru

Подписи профессора В.М. Чубича и профессора Б.Ю. Лемешко заверяю.

Начальник ОК НГТУ



Пустовалова Ольга Константиновна