

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Донг Ван Хоанга, выполненную на тему «Адаптивная идентификация и диагностика фильтрационных потоков в процессе гидродинамических исследований горизонтальных скважин» по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность) на соискание ученой степени кандидата технических наук

### Актуальность темы исследований

Оперативная и достоверная информация о состоянии нефтяных пластов, полученная в процессе гидродинамических исследований горизонтальных скважин (ГДИ ГС), является необходимым атрибутом повышения эффективности и качества решений широкого спектра задач мониторинга и управления процессами нефтегазодобычи.

Актуальность диссертации Донг Ван Хоанга заключается в том, что разработанные им критерии диагностики фильтрационных потоков, интегрированные системы моделей с переменными параметрами с учетом дополнительной информации и алгоритмы адаптивной идентификации в отличие от традиционных графоаналитических методов интерпретации ГДИ ГС позволяют:

- без участия квалификационного интерпретатора выделять фильтрационные потоки, определять параметры нефтяных пластов, время завершения испытаний скважин в процессе их проведения;
- использовать разработанные модели и алгоритмы в автоматизированных системах обработки результатов гидродинамических исследований скважин, оснащенных стационарными информационными измерительными системами.

### Анализ содержания диссертации, ее завершенность

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованных литературных источников и приложения.

**Во введении** дана общая характеристика изучаемой предметной области, обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы ее цель и основные задачи исследований, представлены выносимые на защиту положения, научная новизна, практическая значимость результатов исследования, сведения об апробации работы, публикациях и структуре диссертации.

**В первой главе** на основе рассмотрения проблем существующих традиционных методов ГДИ ГС, используемых для решения задач планирования, проведения испытаний, диагностики фильтрационных потоков, идентификации и интерпретации результатов испытаний, осуществлен обоснованный выбор моделей и алгоритмов адаптивной идентификации и обработки результатов ГДИ ГС по кривой восстановления давления (КВД) горизонтальных скважин. Их выбор осуществлен на основе возможности и целесообразности определения параметров нефтяных пластов в процессе проведения ГДИ ГС без привлечения квалификационного интерпретатора.

**Вторая глава** содержит результаты исследования диагностических критериев, интегрированных систем моделей и алгоритмы выделения фильтрационных потоков горизонтальных скважин по кривым восстановления давления. Автор приводит решение задачи идентификации интегрированной системы моделей логарифмической производной забойного давления для получения оценки диагностического параметра. В главе приводится решение задачи идентификации диагностических параметров и выполнена оценка точности в сравнении с графоаналитическим методом. Автором приведены аналитические формулы для определения моментов времени начала и завершения раннего радиального потока.

**В третьей главе** приводятся разработанные автором модели и алгоритмы, осуществляющие автоматизированную адаптивную идентификацию нефтяных пластов по недовосстановленным КВД. В главе проводится решение задачи идентификации интегрированной системы моделей с использованием интегрального уравнения Вольтера 1-го рода, с учетом и корректировкой априорной дополнительной информации. В результате получены оценки параметров нефтяных пластов и скважин по КВД с нечеткими признаками позднего радиального потока. Автором разработаны модели и алгоритмы идентификации КВД с отсутствием позднего радиального потока на прогнозирующих моделях, позволяющие прогнозировать значения забойного давления на недовосстановленном участке КВД и определять параметры нефтяных пластов.

Все главы содержат выводы, в заключении приводятся результаты решения сформулированных в диссертации задач, что позволяет судить о достижениях соискателем поставленной цели.

### **Новизна полученных результатов**

Новизна результатов диссертации заключается в разработке и исследовании:

- моделей гидродинамических и диагностических параметров фильтрационных потоков горизонтальных скважин нефтяных пластов с переменными параметрами с учетом дополнительной информации;
- алгоритмов адаптивной идентификации моделей гидродинамических и диагностических параметров, позволяющие выделять фильтрационные потоки, определять параметры нефтяных пластов и время завершения гидродинамических исследований по КВД в процессе их проведения в промысловых условиях;
- моделей и алгоритмов адаптивной идентификации КВД в условиях отсутствия позднего радиального режима течения, позволяющих сократить время простоя скважин и повысить точность определения параметров нефтяных пластов и скважин.

### **Степень обоснованности и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Автором грамотно были выбраны методы исследований для достижения цели, сформулированной в диссертации, и решения поставленных в ней задач. Предложенные в работе гидродинамические и диагностические модели, аналитические расчеты и

результаты вычислительного эксперимента позволили обосновать и сформулировать научные положения, выносимые на защиту.

Научные исследования проводились в широком использовании научных работ зарубежных и отечественных исследователей в области физики пластов, гидродинамических исследований скважин, идентификации, системного анализа и методов оптимизации. Все это позволяет судить об обоснованности полученных результатов решения поставленных задач.

Достоверность полученных соискателем результатов подтверждается использованием адекватных моделей, их идентификации с использованием промышленных данных и опытной эксплуатацией, а также известными традиционными методами интерпретации результатов ГДИ ГС.

Справедливость выводов относительно эффективности разработанных моделей и алгоритмов подтверждена вычислительными экспериментами на моделях фильтрационных потоков, результатами опытной эксплуатацией с промышленными данными.

### **Значимость для науки и практики полученных автором результатов**

Теоретическая ценность научного исследования заключается в разработке новых диагностических критериев выделения фильтрационных потоков, моделей и алгоритмов адаптивной идентификации нефтяных пластов для автоматизации процессов обработки результатов гидродинамических исследований горизонтальных скважин в процессе их испытаний. Диссертация также вносит вклад в развитие теории идентификации и адаптивной технологии обработки данных динамических процессов.

Практическая значимость работы состоит в том, что разработанные модели и алгоритмы адаптивной идентификации обеспечивают:

- оперативное выделение фильтрационных потоков и получение достоверной информации о состоянии нефтяных пластов в процессе проведения испытаний горизонтальных скважин в промышленных условиях без участия квалифицированного интерпретатора;
- повышение точности определения параметров нефтяных пластов и скважин, учитывая дополнительных экспертных сведений и их корректировки;
- сокращение времени испытаний горизонтальных скважин.

Разработанные модели и алгоритмы были использованы и апробированы Компаниям ООО «Альтаир» и ООО «ИЦ ГазИнформПласт» на нефтяных месторождениях Тюменской области.

### **Замечания по диссертационной работе**

1. Во второй главе в разделе «Адаптивная идентификация диагностических параметров фильтрационных потоков в процессе ГДИ горизонтальных скважин» целесообразно было бы провести анализ ошибок диагностики фильтрационных потоков.

2. В диссертации целесообразно было бы, для примера, привести КВД с нечёткими признаками позднего радиального потока.

3. Следовало бы пояснить целесообразность использования метода адаптивной идентификации с регуляризацией по А.Н. Тихонову в качестве альтернативного методу адаптивной идентификации с учетом дополнительной информации для получения оценок латеральной проницаемости и пластового давления, приведенных в диссертации на рис.1.11-1.12.

4. Для прогноза забойного давления используются три модели, приведенные в таблице 3.4. Проводилось ли исследование для других моделей?

5. Диссертация содержит орфографические и пунктуационные ошибки.

Указанные недостатки не носят принципиального характера и не снижают высокую научную и практическую значимость работы.

### **Соответствие диссертации паспорту специальности**

Тема и содержание диссертации соответствуют пунктам 2, 4, 6, 8, 14 паспорта специальности 05.13.06 - Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность).

### **Соответствие автореферата основному содержанию диссертации**

Автореферат дает достаточно полное представление о диссертации и отражает ее основные идеи и выводы, объем составляет 22 страницы.

### **Соответствие диссертации и автореферата требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011**

Оформление диссертации и автореферата в целом соответствует требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011.

### **Заключение**

Оценивая работу в целом, следует отметить ее высокий уровень, научную обоснованность решений, а также актуальность и ценность результатов, как с теоретической, так и с практической точек зрения.

Диссертация Донг Ван Хоанга является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научные результаты и технологические решения по развитию систем мониторинга и автоматизации процессов нефтегазодобычи. Рассмотренные гидродинамические, диагностические модели и алгоритмы позволяют решить актуальную задачу оперативного выделения фильтрационных потоков горизонтальных скважин и определения параметров нефтяных пластов и времени испытаний скважин в процессе их проведения в промысловых условиях.

Изложение основных результатов диссертации проведено хорошим техническим научным языком, оформление материалов соответствует всем требованиям.

По научным результатам диссертации опубликовано 15 печатных работ, из них 2 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК, 3 статьи в журналах, индексируемых в базе WoS и Scopus, 10 публикаций в трудах конференций (одна статья индексируется в базе WoS и Scopus), получено 2 свидетельства о государственной регистрации программ на ЭВМ.

Представленная диссертация соответствует специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность) и полностью отвечает требованиям пунктов 9-12 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ, а ее автор Донг Ван Хоанг заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность).

Официальный оппонент:

профессор кафедры прикладной математики  
федерального государственного автономного  
образовательного учреждения высшего  
образования «Национальный исследовательский  
Томский государственный университет»  
доктор технических наук (05.13.01 – Системный  
анализ, управление и обработка информации),  
профессор

тел. +7(3822)529485;  
e-mail: vsm@mail.tsu.ru

Смагин Валерий Иванович

Подпись Смагина В.И. удостоверяю  
Ученый секретарь Ученого совета ТГУ



Сазонтова Н.А.

18.05.2020 г.

Сведения об организации:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» (634050, г. Томск, пр. Ленина, 36; тел.: +7(3822)52-98-52, e-mail: rector@tsu.ru, сайт: www.tsu.ru),