

## ОТЗЫВ

официального оппонента доцента, доктора технических наук **Ильюшина Юрия Валерьевича** на диссертацию **Валеева Артема Фаатовича** на тему: «Автоматизированная система научных исследований живучести объектов добычи газа в условиях обводнения», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки)

### 1. Актуальность темы диссертации

Разработка месторождений природного газа осложнена различными неблагоприятными воздействиями. При этом одним из основных является обводнение, которое приводит к выводу части скважин из эксплуатации. Современные технологии извлечения пластовой жидкости имеют свои особенности и ограничения. Подбор технологии для конкретного объекта добычи газа в условиях обводнения требует проведения длительных и масштабных экспериментальных исследований. Для сокращения ресурсозатрат на экспериментальные исследования автором предлагается проведение научных исследований с моделью объекта. В тоже время такие исследования являются сложной, трудоемкой задачей, связанной с обработкой больших объемов информации. Для решения этой научной проблемы автором предложено для исследования объекта добычи газа в условиях обводнения использовать свойство живучести, а также разработана методология автоматизации научных исследований живучести объектов добычи газа в условиях обводнения.

Поэтому тема диссертации является актуальной, а проведение диссертационного исследования своевременным.

### 2. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их новизна

Содержание диссертационной работы соответствует паспорту специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки), по направлениям исследований: 3. «Методология, научные основы, средства и технологии построения автоматизированных систем ... и т. д.»; 4. «Теоретические основы и методы моделирования, формализованного описания... и управления технологическими процессами...»; 18. «Разработка автоматизированных систем научных исследований (АСНИ)».

Автореферат отражает основное содержание диссертационной работы.

Представленная соискателем диссертационная работа содержит новые научные результаты, является законченным научно-квалификационным трудом на актуальную тему, выполнена автором самостоятельно на высоком уровне.

Экспериментальные данные получены в результате исследований с использованием стандартных и апробированных методов исследований, теория построена на известных, проверяемых данных; современный математический аппарат применен корректно. Автором использованы современные технологии сбора и методы обработки информации, методы обработки экспериментальных данных.

Обоснованность и достоверность полученных результатов и выводов работы основана на используемой автором методологической базе исследования и обеспечивается принятыми ограничениями при разработке моделирующего аппарата, сходимостью результатов исследования с экспериментальными данными, внедрением в деятельность газодобывающих и научно-исследовательских предприятий, высших образовательных учреждений. Поэтому основные выводы и рекомендации диссертационной работы не вызывают сомнения.

В первом выводе говорится о проведенном системном анализе научных исследований живучести объектов добычи газа газоконденсатных месторождений в условиях обводнения как объекта исследований, который позволил выявить потенциальную возможность добычи газа из обводненных скважин и отсутствие единой методологии научных исследований живучести объектов добычи газа для определения рационального пути использования пластовой энергии совместно с технологиями борьбы с обводнением – средствами обеспечения живучести.

Во втором выводе сказано, что предложена методология научных исследований живучести объектов добычи газа, основой которой является разработанная автоматизированная система, способствующая принятию решений по повышению живучести за счет применения различных технологий борьбы с обводнением и базирующаяся на системе прогностического моделирования технологических процессов добычи продукции.

В третьем выводе – предложенный комплекс моделей живучести объектов добычи газа, включающий прогностические модели технологических процессов добычи продукции из обводненных газовых скважин, позволяет оценивать показатели живучести объектов добычи газа и подбирать наилучшее средство обеспечения живучести.

Четвертый вывод свидетельствует о том, что разработанные методики и алгоритмы позволяют реализовать комплекс моделей живучести объектов

добычи газа в системе прогностического моделирования технологических процессов добычи углеводородного сырья в условиях обводнения, составляют математическое обеспечение АСНИ.

Пятый вывод связан с разработанным информационным и программным обеспечением АСНИ, использование которой позволяет заменить дорогостоящие натурные испытания моделированием реальных процессов и определить варианты обеспечения живучести объектов добычи газа в условиях обводнения скважин за счет использования средств обеспечения живучести.

Основной шестой вывод связан с результатами проведенных экспериментальных исследований, который показали, что использование АСНИ живучести объектов добычи газа при решении задачи научных исследований живучести повышает эффективность таких исследований более чем в 2 раза за счет увеличения их результативности и ресурсоотдачи, а также снижения времени проведения исследований. Результаты имитационного эксперимента с помощью системы моделирования АСНИ живучести объектов добычи газа на основе разработанной имитационно-аналитической модели показали, что лучшим вариантом средства обеспечения живучести при заданных характеристиках объекта добычи газа в условиях обводнения оказался вариант с использованием установки электроцентробежного насоса (коэффициент живучести равен 0,33, коэффициент экономической эффективности равен 1,86, дополнительный эффект около 168 млн условных единиц). Что доказывает, что разработанная АСНИ может использоваться как инструмент, автоматизирующий информационные процессы научных исследований объектов добычи газа по выбору технологий борьбы с обводнением.

### **3. Научные результаты, их ценность**

Основными результатами диссертационной работы, обладающие научной ценностью, являются:

– разработанная концепция живучести объекта добычи газа, отличающаяся сохранением потенциальных возможностей объекта в условиях неблагоприятных воздействий окружающей среды, выходящих за пределы проектных решений;

– предложенная методология для автоматизации научных исследований живучести объектов добычи газа в условиях обводнения месторождений природного газа, отличающаяся использованием прогностического моделирования технологических процессов добычи газа с учетом технологий извлечения пластовой жидкости и периода их внедрения;

– разработанный комплекс моделей для исследований живучести объектов добычи газа с учетом технологий извлечения пластовой жидкости, отличающийся от интегрированной геолого-технологической модели газоконденсатного месторождения учетом динамики обводнения, моделью средств обеспечения живучести и блоком инженерного расчета живучести;

– разработанные методики и алгоритмы для реализации моделей технологических процессов добычи углеводородного сырья из обводненных газовых скважин, отличающиеся оценкой живучести объектов добычи газа;

– разработанная методика для оценки эффективности АСНИ живучести объектов добычи газа, отличающаяся учетом обобщенных показателей результативности, ресурсоотдачи, времени проведения научных исследований;

– предложенный способ определения динамического уровня жидкости в затрубном пространстве обводненной газовой скважины, заменяющий прямое измерение, защищенный патентом на изобретение № 2571321 РФ, отличающийся использованием модели технологических процессов системы «пласт-скважина» для его определения.

Автором доказана перспективность использования АСНИ как инструмента, автоматизирующего информационные процессы научных исследований объектов добычи газа по выбору технологий борьбы с обводнением.

Результаты диссертационной работы в достаточной степени освещены в 51 печатной работе, в том числе в 11 статьях - в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), в 1 статье - в издании, входящем в международную базу данных и систему цитирования Scopus; получены 1 патент и 3 свидетельства о регистрации программы для ЭВМ.

#### **4. Теоретическая и практическая значимость диссертации**

Теоретическая значимость работы определяется предложенной автором методологии научных исследований живучести объектов добычи газа, основой которой является автоматизированная система, способствующая принятию решений по повышению живучести за счет применения различных технологий борьбы с обводнением и базирующаяся на системе прогностического моделирования технологических процессов добычи продукции.

Практическая значимость работы заключается в:

– применении разработанного комплекса моделей, позволяющего рассчитывать технологические процессы добычи газа в условиях обводнения и исследовать живучесть объектов добычи газа, оснащенных СОЖ;

– использовании разработанного способа, позволяющего определять динамический уровень жидкости в затрубном пространстве обводненной газовой скважины с электроцентробежным насосом на основе моделирования работы системы «пласт-скважина»;

– разработанных математическом, информационном, программном обеспечении и технических решениях АСНИ живучести объектов добычи газа в условиях обводнения (свидетельства государственной регистрации программ для ЭВМ №№ 2013617790, 2016663248 и 2019619658), позволяющим принимать решения по обеспечению живучести и рациональному использованию пластовой энергии за счет применения различных технологий борьбы с обводнением;

– разработанной методике, позволяющей проводить оценку эффективности АСНИ живучести объектов добычи газа, учитывающей обобщенные показатели результативности, ресурсоотдачи, времени проведения научных исследований;

– предложенных практических рекомендаций, позволяющих обеспечить живучесть объектов добычи газа на Оренбургском месторождении.

## **5. Замечания и вопросы по диссертации**

Замечания к работе:

1) Как разработанный критерий живучести соотносится с показателями надежности (готовность, наработка на отказ и др.)?

2) Насколько большой является объем входных данных при проведении исследований, обрабатываемая информация? Почему не использованы методы обработки больших объемов данных: машинное, глубокое обучение?

3) В автореферате не представлена информация о том, как рассчитаны значения показателей (время проведения, ресурсоотдача, результативность научных исследований), представленных в таблице 4. Однако в диссертации пошаговые расчеты указанных показателей приведены.

4) Из автореферата и диссертации не ясно, возможно ли масштабирования АСНИ - добавление возможности исследования и моделирования других способов борьбы с обводнением?

5) Не все схемы, описывающие проектные решения информационного и программного обеспечения в диссертации, оформлены по ГОСТ, это необходимо учесть в дальнейшей работе.

