

## ОТЗЫВ

официального оппонента профессора кафедры информационных систем ФБГОУ ВО «Тверской государственной технической университет», доктора технических наук, профессора Богатикова Валерия Николаевича по диссертационной работе Валеева Артема Фаатовича на тему **«АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЖИВУЧЕСТИ ОБЪЕКТОВ ДОБЫЧИ ГАЗА В УСЛОВИЯХ ОБВОДНЕНИЯ»**, представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки)

### 1. Актуальность темы диссертационной работы

Диссертационная работа Валеева Артема Фаатовича посвящена исследованию проблемы диагностики состояний объектов добычи газа в условиях обводнения газовых скважин. Актуальность рассматриваемой работы порождает необходимость исследования применения различных технологий извлечения пластовой жидкости и периода их внедрения, что в конечном итоге и обеспечивает достаточно высокий уровень живучести объектов добычи газа. Такие исследования являются сложной, трудоемкой задачей, связанной с обработкой больших объемов информации и разработкой модели живучести объекта добычи газа.

Вместе с тем для автоматизации информационных процессов научных исследований на основе получения и использования модели объекта исследования в различных отраслях промышленности применяют специализированные автоматизированные системы научных исследований (АСНИ).

Существующее программное обеспечение для создания интегрированных геолого-технологических моделей газоконденсатных месторождений (ИГТМ) не позволяет исследовать живучесть объектов добычи газа. Поэтому разработка математического, информационного и программного обеспечения АСНИ живучести объектов добычи газа в условиях обводнения на основе развития ИГТМ с учетом технологий извлечения пластовой жидкости является актуальной научной проблемой.

### 2. Степень обоснованности, достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций

Проблемам извлечения углеводородного сырья на поздней стадии разработки газоконденсатных месторождений посвящены работы Алиева З.С., Баишева В.З., Баишева Р.В., Бузинова С.Н., Гукасова Н.А., Епрынцева А.С., Закирова С.Н., Кучерова Г.Г., Николаева О.В., Стекольников Ю.И.,

Черных В.А., зарубежных исследователей: Й. Айтлера, М. Зейвальда, Дж. Ли, Г. Никенса, М. Уэллса и других. Обобщая результаты исследований, можно сделать вывод, что в настоящее время сложилась система методов извлечения углеводородного сырья газоконденсатных месторождений, позволяющая решать широкий спектр задач в условиях фонтанной и механизированной добычи.

Для исследования объектов добычи продукции в этих условиях автором работы предлагается использовать свойство живучести. Понятие живучести известно в технике, однако до сих пор не создано развитой теории, которая содержала бы, как теория надежности, общетехнические результаты, позволяющие исследовать это свойство, оценивать его количественно и разрабатывать практические рекомендации по обеспечению живучести сложных систем. При обобщении известных подходов, если в качестве объекта добычи газа рассматривать систему «пласт-скважина», автором предложено определение **живучести этой системы** - свойства, заключающегося в способности сохранять потенциальные возможности объекта в условиях неблагоприятных воздействий окружающей среды, выходящих за пределы проектных решений.

Процессы живучести объектов добычи газа в условиях обводнения являются малоизученными. Практически каждый объект добычи газа является уникальным, и для подбора необходимой технологии борьбы с обводнением (СОЖ – средства обеспечения живучести) для повышения его живучести требуется проведение длительных и масштабных экспериментальных исследований. Для сокращения ресурсозатрат на экспериментальные исследования предлагается проведение научных исследований с моделью объекта.

**Объектом исследования** в работе является автоматизированная система научных исследований объектов добычи газа газоконденсатных месторождений;

**Предметом исследования** выступает информационное, математическое и программное обеспечение исследований живучести объектов добычи газа в условиях обводнения.

**Цель исследования** – повышение эффективности научных исследований объектов добычи газа газоконденсатных месторождений в условиях обводнения на основе автоматизации выбора технологий извлечения пластовой жидкости и периода их использования по критерию живучести.

Для достижения поставленной цели сформированы **научные задачи**:

1. Провести системный анализ проблем научных исследований живучести объектов добычи газа газоконденсатных месторождений в условиях обводнения.

2. Разработать методологию автоматизации научных исследований живучести объектов добычи газа в условиях обводнения.

3. Разработать комплекс моделей для исследования живучести объектов добычи газа с учетом технологий извлечения пластовой жидкости.

4. Разработать методики и алгоритмы реализации моделей технологических процессов добычи углеводородного сырья из обводненных газовых скважин и расчета живучести объектов добычи газа.

5. Разработать информационное и программное обеспечение АСНИ живучести объектов добычи газа в условиях обводнения.

6. Провести экспериментальные исследования для выработки научно обоснованных рекомендаций оценки эффективности АСНИ по обеспечению живучести объектов добычи газа.

#### **Методы исследования.**

При проведении исследования использовались техническая кибернетика, теория систем, теория управления, системный анализ, методы объектно-ориентированного программирования, статистический анализ, теория графов, теория моделирования, численные методы, теория разработки информационного и программного обеспечения; теория разработки месторождений нефти и газа, теория гидравлики и нефтегазовой механика, метода узлового анализа, теория надежности, теория живучести; теории эксперимента и др.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций данной работы вполне состоятельна, так как базируется на корректной постановке задач исследования на базе обобщения значительного объема опубликованных работ по этой проблеме, и подтверждена анализом фактических промысловых данных.

Достоверность результатов диссертационной работы очевидна, поскольку все исследования автора проведены с использованием известных в литературе методов и принятые допущения корректны, математические выкладки в численных исследованиях достаточно обоснованы.

Автором вынесены на защиту шесть положений, обладающих научной новизной.

В первом положении говорится о разработанной концепции живучести объекта добычи газа, отличающейся сохранением потенциальных возможностей объекта в условиях неблагоприятных воздействий окружающей среды, выходящих за пределы проектных решений.

Во втором положении сказано о предложенной методологии для автоматизации научных исследований живучести объектов добычи газа в условиях обводнения месторождений природного газа, отличающейся использованием прогностического моделирования технологических процессов добычи газа с учетом технологий извлечения пластовой жидкости и периода их внедрения.

Третье положение свидетельствует о разработанном комплексе моделей для исследований живучести объектов добычи газа с учетом технологий извлечения пластовой жидкости, отличающемся от ИГТМ газоконденсатного месторождения учетом динамики обводнения, моделью СОЖ и блоком инженерного расчета живучести.

В четвертом положении говорится о предложенном способе определения динамического уровня жидкости в затрубном пространстве обводненной газовой скважины, заменяющем прямое измерение, защищенном патентом на изобретение № 2571321 РФ, отличающимся использованием модели технологических процессов системы «пласт-скважина» для его определения.

Пятое положение констатирует о разработанных методиках и алгоритмах для реализации моделей технологических процессов добычи углеводородного сырья из обводненных газовых скважин, отличающихся оценкой живучести объектов добычи газа.

В первом положении сказано о разработанной методике для оценки эффективности АСНИ живучести объектов добычи газа, отличающейся учетом обобщенных показателей результативности, ресурсоотдачи, времени проведения научных исследований.

Все научные положения, обладающие новизной, раскрываются в работе и публикациях автора.

Заключение диссертации включает шесть пунктов выводов и рекомендаций, подтверждающих решение всех задач, поставленных автором для достижения цели исследования.

В первом пункте обобщены результаты системного анализа научных исследований живучести объектов добычи газа газоконденсатных месторождений в условиях обводнения как объекта исследований, позволившего 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.

Второй пункт свидетельствует о предложенной методологии 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.

Третий пункт обобщает результаты разработки комплекса моделей живучести объектов добычи газа, включающего прогностические модели технологических процессов добычи продукции из обводненных газовых скважин, позволяющего оценивать показатели живучести объектов добычи газа и подбирать наилучшее средство обеспечения живучести.

Четвертый пункт обобщает результаты разработки методик и алгоритмов, которые позволяют реализовать комплекс моделей живучести объектов добычи газа в системе прогностического моделирования технологических процессов добычи углеводородного сырья в условиях обводнения, составляют математическое обеспечение АСНИ.

В пятом пункте обобщены результаты разработки информационного и программного обеспечения АСНИ, позволяющей заменить дорогостоящие

натурные испытания моделированием реальных процессов и определять варианты обеспечения живучести объектов добычи газа в условиях обводнения скважин за счет использования средств обеспечения живучести.

В шестом пункте обобщены результаты диссертации в целом, констатирующие, 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). Разработанная АСНИ может использоваться как инструмент, автоматизирующий информационные процессы научных исследований объектов добычи газа по выбору технологий борьбы с обводнением. Представлены направления дальнейших исследования.

### **3. Значимость результатов для науки и практики**

**Значимость для науки** полученных автором результатов заключается в том, что автор предложил методологию 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 ценность** заключается в том, что впервые разработан комплекс моделей, позволяющий рассчитывать технологические процессы добычи газа в условиях обводнения и исследовать живучесть объектов добычи газа, оснащенных СОЖ; разработан способ, позволяющий определять динамический уровень жидкости в затрубном пространстве обводненной газовой скважины с электроцентробежным насосом на основе моделирования работы системы «пласт-скважина»; разработано математическое, информационное, программное обеспечение и технические решения АСНИ живучести объектов добычи газа в условиях обводнения (свидетельства государственной регистрации программ для ЭВМ №№ 2013617790, 2016663248, 2019619658), позволяющие принимать решения по обеспечению живучести и рациональному использованию пластовой энергии за счет применения различных технологий борьбы с обводнением; разработана методика, позволяющая проводить оценку эффективности АСНИ живучести объектов добычи газа, учитывающей обобщенные показатели результативности, ресурсоотдачи, времени проведения

научных исследований; предложены практические рекомендации, позволяющие обеспечить живучесть объектов добычи газа на Оренбургском месторождении.

#### **4. Оценка содержания диссертации и автореферата диссертации**

В целом диссертационная работа состоит из введения, пяти разделов, заключения с основными выводами и рекомендациями, списка использованной литературы, включающего 290 наименований, и приложения. Работа изложена на 291 страницах, содержит 155 рисунков и 15 таблиц. В работе последовательно представлены состояние изученности рассматриваемой проблемы с формированием основного круга решаемых задач, описание приемов и подходов, используемых для получения результатов путем численных исследований на модели живучести объекта добычи газа с помощью разработанного методического, информационного и программного обеспечения АСНИ. В заключении обобщены основные выводы и рекомендации по использованию АСНИ живучести объектов добычи газа, полученные в результате проведенных исследований.

Основные научные положения и результаты, полученные автором при работе над диссертацией, опубликованы в 51-ой работе, 11 из которых в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 1 – в журнале, индексируемом в базе Scopus, 1 монография, 1 патент на изобретение, 3 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ, 34 – в прочих изданиях. Тематика публикаций отражает научные результаты диссертационной работы, имеются моноавторские публикации.

Текст автореферата достаточно полно отображает основное содержание диссертационной работы.

#### **5. Замечания по работе**

По работе сделаны следующие замечания:

1. Некоторые выводы (стр. 42, 62, 129) по разделам носят констатирующий, а не обобщающий характер.

2. В работе недостаточно внимания уделено управлению объектами добычи газа, оснащенными средствами обеспечения живучести.

3. Из автореферата не ясно, какие из моделей математического обеспечения АСНИ живучести объектов добычи газа с установкой электроцентробежного насоса и установки винтового штангового насоса (таблица 1) являются известными, и какие разработаны автором лично. При этом в диссертации информация представлена.

4. В диссертации содержатся стилистические неточности и опечатки.

Указанные замечания носят рекомендательный характер и не влияют на положительную оценку работы в целом.

**6. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней**

В целом, диссертационная работа Валева Артема Фаатовича «Автоматизированная система научных исследований живучести объектов добычи газа в условиях обводнения» является завершенным научно-квалификационным трудом и отвечает критериям Положения о присуждении ученых степеней, которым должны отвечать диссертации на соискание ученых степеней доктора наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки).

**Официальный оппонент:**

Профессор кафедры  
информационных систем ФГБОУ ВО  
«Тверской государственной  
технической университет»  
д-р техн. наук, профессор

В.Н. Богатиков

« 18 » 02 2026 г.

**Контактные данные:**

Богатиков Валерий Николаевич, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тверской государственной технической университет», 170026, Тверская область, г. Тверь, наб. Аф. Никитина, д. 22, + 7 (4822) 78-52-61, e-mail: vnbgtk@mail.ru, common@tstu.tver.ru, <https://new.tstu.tver.ru>

Отзыв и подпись профессора кафедры информационных систем ФГБОУ ВО «Тверской государственной технической университет», доктора технических наук, профессора Богатикова Валерия Николаевича заверяю:

Ученый секретарь  
Ученого совета ФГБОУ ВО  
«Тверской государственной  
технической университет»,  
д-р. техн. наук, профессор



А.Н. Болотов

« 18 » февраля 2026 г. М.П.