

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Ильюшина Юрия Валерьевича «РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ДОБЫЧИ ВЫСОКОПАРАФИНИСТОЙ НЕФТИ», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)

**Актуальность** темы диссертации определяется решающей ролью нефтедобычи для экономики страны. На сегодняшний день запасы легкоизвлекаемой нефти в мире почти исчерпаны, однако потребность в нефтяном сырье сохраняется на высоком уровне, невзирая на развитие альтернативных источников энергии. В создавшейся ситуации нефтедобывающие компании вынуждены осуществлять добычу в скважинах с низким дебетом либо с трудноизвлекаемой нефтью.

В состав такой нефти входят различные примеси. Прежде всего к таким примесям следует отнести парафин. Высокопарафинистая нефть обладает свойством затвердевания при понижении температуры, что значительно усложняет процесс добычи. Этот фактор особенно важно учитывать для нашей страны, где значительная часть нефтяных скважин расположена в северных регионах. Существует также проблема истощения запасов нефти в пласте. С течением времени пластовое давление начинает падать, что сказывается на скорости подачи нефти по насосно-компрессорным трубам. Это приводит к преждевременному охлаждению нефтяного потока, вследствие чего, на стенках труб начинают образовываться асфальтосмолопарафиновые отложения, которые уменьшают внутреннее сечение насосно-компрессорных труб, вплоть до его полного перекрытия. Все это заставляет нефтедобывающие компании менять технологические схемы автоматизации процесса, исходя из условий конкретного месторождения.

Существует достаточно большое количество методов решения указанных проблем. К таким методам относятся: промывка, тепловые методы, химические методы, методы физической очистки, биологический метод. Каждый из перечисленных методов имеет свои преимущества и недостатки. Главным ограничивающим фактором их применения является стоимость. В этой связи возникает проблема энергосбережения и ресурсосбережения.

Вопросы методологии и разработки инструментов организации ресурсосберегающих производственных систем в нефтегазовой отрасли занимают одно из важнейших положений в сфере нефтедобычи. Построение систем управления и контроля процессов добычи ставит во главу угла решение проблемы использования ресурсо- и энергосберегающих методов и технологий для оптимизации всей технологической цепи нефтедобычи.

В современных экономических условиях получают стремительное развитие цифровые технологии, в том числе и в нефтегазовой отрасли. Вместе с тем, при наличии обширного накопленного массива данных и практических решений, по-прежнему не выработано единой методологии организации добычи трудноизвлекаемой нефти, которая бы объединила новейшие достижения современной науки управления техническими системами, организации производства и учитывала особенности предпосылок формирования цифровых технологий и решений.

Резюмируя сказанное, можно сделать вывод об **актуальности** темы диссертации Ильюшина Ю.В., а также перспективности практического применения результатов исследований.

**Диссертация характеризуется высокой степенью обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, а также достоверностью результатов исследований, что подтверждается:**

– использованием апробированных научных положений и методов научных исследований;

– корректным применением методов системного подхода, формализации, математического моделирования и других методологических подходов;

– непротиворечивостью полученных новых результатов и информационной базы диссертации с научными достижениями, содержащимися в трудах отечественных и зарубежных исследователей по исследуемой проблематике; массивами статистической информации официальных органов; данными о деятельности нефтедобывающих компаний;

– полученными объектами интеллектуальной собственности (всего 33 объекта), среди которых патенты на полезную модель, свидетельства на программу для электронных вычислительных машин, базы данных, топология интегральных микросхем, зарегистрированные в установленном порядке.

**Новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации,** состоит в том, что в ходе исследований получены следующие новые научные результаты в области автоматизации и управления технологическими процессами и производствами.

1. Концептуальная модель системы управления технологическим процессом добычи высокопарафинистой нефти, отличающаяся иерархической структурой, обоснованным выбором входных, внутренних, измеряемых и управляемых величин, что позволяет на ее основе разрабатывать математическую модель управляемого процесса пространственного нагрева.

2. Динамическая математическая модель температурного поля пространственно-распределенного объекта, характеризующаяся неоднородностью среды распространения теплового потока, создаваемого нагревательными элементами через многослойную поверхность устройства цилиндрической формы и учетом реологических свойств нефти и начального пространственного распределения температуры в объекте.

3. Аналитические модели управляемого температурного поля с использованием функции Грина, отличительной особенностью которых является ускорение получения результатов процессов по сравнению с

конечно-разностными моделями, а также учет взаимовлияния температурных полей, создаваемых тепловыми источниками.

4. Методика анализа температурного поля объекта управления, позволяющая провести глубокий анализ объекта на основе его аналитической модели.

5. Методика синтеза системы управления с импульсным управляющим воздействием, которая в отличие от известных характеризуется применением импульсного управляющего воздействия, что позволяет сократить энергетические затраты.

6. Метод оптимального размещения нагревательных элементов, позволяющий обеспечить равномерное распределение температуры и базирующийся на полученной температурной зависимости от количества нагревательных элементов.

**Возможности по реализации сформулированных теоретических положений и практических разработок в нефтегазовой отрасли** определяются достаточно высокой степенью их универсальности и реализуемости. В частности, развитие тепловых методов, позволяющих осуществлять режим энергосбережения за счет реализации метода импульсных воздействий.

В рамках выполненной диссертационной работы разработаны методы и модели, позволяющие осуществлять добычу трудноизвлекаемой нефти с оптимизацией энергозатрат.

Научные результаты и выводы диссертации Ильюшина Ю.В. могут быть использованы нефтедобывающими компаниями, занимающимися добычей нефти в северных регионах страны, а также в истощенных скважинах.

#### **Основные замечания по тексту диссертации**

На фоне перечисленных выше достижений автора следует выделить ряд замечаний.

1. В работе используется метод экспертных оценок, но не определяется степень согласованности экспертных решений. Кроме того, остается не выясненным, является ли выборка репрезентативной (стр. 45-47).

2. В тексте диссертации не отражен учет изменения пластового давления соседних скважин на управляемую скважину. (стр. 82-84)

3. На рисунке 3.5 (стр. 92) не показаны обозначения осей координат, непонятно каким параметрам они соответствуют.

4. Не достаточно ясно, как реализуется управление: в виде многомерной сосредоточенной системы или системы с распределенными параметрами? (стр.99-102)

5. Функция Грина определяется как реакция на мгновенное точечное воздействие. Каким образом осуществляется возможность ее применения для секционных нагревателей? (стр. 115).

Указанные замечания, не влияют на основные теоретические и прикладные результаты и не снижают общую положительную оценку диссертационной работы.

### **Общее заключение по содержанию диссертации**

Полученные автором научные и практические результаты достоверны, сформулированные выводы и заключения аргументированы. Диссертационная работа оформлена согласно требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук. По каждому разделу и работе в целом сделаны исчерпывающие и обоснованные выводы.

Содержание диссертационной работы соответствует формуле и пунктам области исследования Паспорта специальности 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)» – в первую очередь пунктам: п.3 «Методология, научные основы и формализованные методы построения автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) и производствами (АСУП), а также технической подготовкой производства (АСТПП) и т.д.» и

п.5 «Теоретические основы, средства и методы промышленной технологии создания АСУТП, АСУЦ, АСТПП и др.», а также п.10 «Методы синтеза специального математического обеспечения, пакетов прикладных программ и типовых модулей функциональных и обеспечивающих подсистему АСУТП, АСУЦ, АСТПП и др.»).

Полученные результаты связаны с решением научных и технических проблем данной специальности, а именно «разработкой системы управления технологическим процессом добычи высокопарафинистой нефти».

Автореферат дает полное представление о выполненной диссертационной работе, содержит в сжатом виде необходимую информацию.

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, выполненной автором на высоком научном уровне. Представленные в работе оригинальные результаты исследований дают основание квалифицировать их как совокупность новых научно-обоснованных решений по организации добычи высокопарафинистой нефти.

Реализация данных решений вносит значительный вклад в развитие производственных систем нефтедобывающей отрасли, что позволяет считать диссертацию соответствующей требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013г., № 842 в части раздела II, п.9.

Опубликованные работы отражают основное содержание диссертации. Количество публикаций в рецензируемых изданиях, в которых излагаются основные научные результаты диссертации, соответствует нормативу, установленному в п.13 Положения.

В соответствии с требованиями раздела II Положения диссертация обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и выводы, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о личном вкладе Ильюшина Ю.В. в науку. Предложенные автором диссертации методы и модели аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями.

Считаю, что диссертационная работа Ильюшина Юрия Валерьевича на тему: «Разработка системы управления технологическим процессом добычи высокопарафинистой нефти» отвечает всем критериям и требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, сформулированным в Положении и нормативных документах Минобрнауки России.

Сказанное позволяет сделать заключение о том, что Ильюшин Юрий Валерьевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)».

Официальный оппонент:

д.т.н., профессор,

профессор кафедры «Автоматизации процессов

химической промышленности» федерального

государственного бюджетного образовательного

учреждения высшего образования

«Санкт-Петербургский государственный

технологический институт (Технический университет)»

В.Г. Харазов

«14» апреля 2021 г.

Подпись профессора Харазова В.Г., удостоверяю.

Контактные данные: 190013, Россия, Санкт-Петербург, Московский проспект, дом 26,  
+7 812 494-92-53, vikharazov@yandex.ru

Подпись Харазова Виктора  
Ильинича  
Начальник отдела кадров

Удостоверено  
Ильинича  
Ильинича