



Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования

«Московский государственный
технический университет имени Н. Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н. Э. Баумана)

105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1
тел. +7 (499) 263-63-91, факс +7 (499) 267-48-44
bmstu.ru bauman@bmstu.ru

ОГРН 1027739051779
ИНН 7701002520 КПП 770101001

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и цифровому
развитию

д. э. н., профессор

П. А. Дроговоз



14.05.2024 № 01.04-08/6023

На № _____ от _____

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский
университет)»

на диссертационную работу Брокарева Ивана Андреевича
на тему: «Математическое и программное обеспечение информационной
системы интеллектуального анализа качества газа», представленную на
соискание ученой степени кандидата технических наук по научной
специальности 2.3.8 – «Информатика и информационные процессы
(технические науки)»

Актуальность темы исследования

В диссертационной работе решаются задачи разработки и исследования метода
обработки информации и автоматизированных информационных систем. Эта
задача является важной и актуальной для нефтегазовой отрасли. Исследования и
разработки в области автоматизированных информационных систем анализа

качества природного газа позволят получить новые методы и алгоритмы, способные помочь специалистам по газоаналитическому оборудованию и системам контроля качества природного газа. В работе Брокарева Ивана Андреевича предлагается подход к решению задачи за счет определения показателей качества природного газа по измерениям его физических параметров с помощью методов машинного обучения и регрессионных моделей.

Структура и содержание работы

Диссертация Брокарева И. А. состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 134 наименований и 4 приложений. Полный объем диссертации составляет 181 страницу, включая 54 рисунка и 35 таблиц.

Во введении Брокарев И. А. обозначил актуальность разработки и исследования аналитических методов обработки информации для определения показателей качества природного газа, сформулировал цели и задачи исследования, привел основные результаты работы и обосновал их научную новизну, теоретическую и практическую значимость работы.

В первой главе описываются методы и системы определения показателей качества природного газа. В начале главы описываются основные физико-химические методы анализа и системы на их основе. Важная часть главы посвящена аналитическим методам анализа, их преимуществам по сравнению с существующими. Часть главы отведена на описание статистических моделей, использующихся для решения различных задач в нефтегазовой отрасли.

Во второй главе Брокарев И. А. поэтапно приводит описание разработанного метода обработки информации для определения показателей качества природного газа по измерению его физических параметров. В начале автор представляет общую структуру метода и этапы его реализации, затем описывает алгоритм перехода от исходного природного газа к его упрощенной модели эквивалентного псевдогаза. Описывается многокритериальная оценка входных данных для выбора параметров модели. После приводится сравнительный анализ различных методов машинного обучения для выбора наиболее эффективной модели для решения поставленной задачи. Автор приводит трехслойную простую рекуррентную

нейронную сеть как финальную модель для определения компонентного состава модели эквивалентного псевдогаза. Завершает главу апробация аналитического метода анализа качества газа на результатах имитационного моделирования и экспериментальных данных.

В третьей главе описываются методика и модели оценки автоматизированных информационных систем с учетом характеристик точности определения показателей качества природного газа. Брокарев И. А. предлагает три критерия для оценки исследуемых систем. Для каждого критерия приведены формулы для расчета и численные результаты оценки исследуемой системы.

Четвертая глава посвящена описанию прикладных задач. В начале приводится архитектура автоматизированной информационной системы. Описываются три основные подсистемы, в частности, подсистема алгоритмов, подсистема получения измерительной информации, подсистема проведения расчёта требуемых параметров. Затем Брокарев И. А. приводит численный пример определения показателей качества природного газа – низшей объемной теплотворной способности и числа Воббе. В качестве метрики качества приведено максимальные абсолютные отклонения, которые составили 0.351 и 0.478 МДж/м³ соответственно. По данным параметрам сделан вывод об возможности применения исследуемого метода и системы на его основе для анализа качества реальных газовых смесей.

Научная новизна

В работе Брокарева И.А. получены новые научные результаты:

1. Предложен отличающийся от аналогов метод обработки информации для анализа качества природного газа, основанный на применении нейросетевых технологий и измерении параметров газа.
2. Предложена архитектура автоматизированной информационной системы на основе разработанного метода обработки информации.
3. Предложен методика и математические модели, позволяющие учитывать специфику автоматизированного анализа и контроля показателей качества природного газа.

Обоснованность и достоверность полученных результатов

В работе используются корректные статистические методы. Полученные результаты сравнивались с эталонными данными, за которые были приняты данные хроматографического анализа. Достоверность также подтверждается публикациями в ведущих мировых и российских рецензируемых журналах, докладами на всероссийских и международных конференциях и научных семинарах.

Публикации автора

Основные результаты диссертационной работы опубликованы в открытой печати. Автор опубликовал 24 научных труда, в том числе: 8 статей в журналах, индексируемых Scopus, 7 статей в рецензируемых научных журналах, рекомендуемых ВАК при Минобрнауки России, из них 5 входят в список RSCI. Зарегистрирована 1 программа для ЭВМ.

Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая значимость диссертации заключается в разработке критериев, алгоритмов и моделей информационной системы, позволяющих расширить теорию построения автоматизированных информационных систем в области анализа характеристик природного газа. Практическая значимость разработанного метода состоит в том, что результаты диссертационной работы могут использоваться в анализе качества природного газа на предприятиях газовой промышленности.

Замечания по диссертационной работе

К диссертационной работе Брокарева И.А. можно сформулировать следующие замечания:

1. Работу хорошо бы дополнило исследование различных алгоритмов обучения для статистической модели.
2. Автор ограничивается использованием регрессионных моделей и нескольких структур нейросетевых моделей, возможно исследование более сложных структур нейросетей.

3. В главе 1 хотелось бы более четкого описания физико-химических методов с иллюстрациями, схемами и формулами.

4. В главе 3 не хватает подробного сравнения с существующими системами для простоты восприятия.

5. В главе 4 могли бы более подробно быть описаны ряд алгоритмов их соответствующей подсистемы.

Указанные замечания не снижают ценности работы и не оказывают решающего внимания на положительную оценку диссертационной работы Брокарева И.А. Она представляет собой законченную работу, в которой решена актуальная задача разработки метода обработки информации и архитектуры автоматизированной информационной системы для анализа показателей качества природного газа.

Заключение

Результаты диссертационной работы и выводы по ней, полученные Брокаревым И.А, свидетельствуют о том, что соискатель провел актуальное исследование, направленное на решение теоретических и практических задач газовой промышленности. Выполненные исследования отличаются от ранее выполненных другими авторами тем, что соискатель разработал новый метод обработки информации для анализа качества природного газа, способный снизить временные и стоимостные затраты на проведение анализа. Важной частью работы является предложенная архитектура автоматизированной информационной системы, способная помочь специалистам газовой промышленности проводить анализ в ряде задач, например, при анализе качества газа на узлах коммерческого учета и при поступлении газа из различных источников в газовые хранилища.

На основе вышеизложенного можно заключить, что диссертации Брокарева Ивана Андреевича «Методы и средства обработки информации для интеллектуального анализа показателей качества природного газа» является законченным научным исследованием, полностью удовлетворяет критериям Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемых к диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.3.8 – «Информатика и информационные процессы (технические науки)», а ее

автор, Брокарев Иван Андреевич, заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по научной специальности 2.3.8 – «Информатика и информационные процессы (технические науки)».

Диссертационная работа Брокарева Ивана Андреевича на тему: «Математическое и программное обеспечение информационной системы интеллектуального анализа качества газа» обсуждена, отзыв на нее рассмотрен и одобрен на заседании кафедры «Информационные системы и телекоммуникации» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (протокол № 8 от 23 апреля 2024 г.).

Отзыв подготовил:


Алфимцев Александр Николаевич, д.т.н.,
заведующий кафедрой Информационные системы и телекоммуникации.


Подпись: А.Н. Алфимцева А.Н. заверяю.
Заведующий кафедрой ИС и ТС
Вудина Е.А.

Адрес: 105005, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный округ Басманный,
ул. 2-я Бауманская, д. 5, с. 1.

Тел.: +7 (499) 263 63 91, адрес электронной почты: bauman@bmstu.ru

На включение персональных данных, содержащихся в отзыве, в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку согласны.



Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования

«Московский государственный
технический университет имени Н. Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н. Э. Баумана)

105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1
тел. +7 (499) 263-63-91, факс +7 (499) 267-48-44
bmstu.ru bauman@bmstu.ru

ОГРН 1027739051779
ИНН 7701002520 КПП 770101001

в диссертационный совет 24.1.107.3
ФГБУН Института проблем
управления РАН

117997, Москва, ул. Профсоюзная,
65

17.06.2024 № 01.06-08/1871
На № _____ от _____

Согласие ведущей организации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» дает согласие выступить в качестве ведущей организации и предоставить отзыв по диссертации Брокарева Ивана Андреевича «Математическое и программное обеспечение информационной системы интеллектуального анализа качества газа» по специальности 2.3.8 – «Информатика и информационные процессы (технические науки)», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация будет обсуждаться на кафедре «Информационные системы и телекоммуникации» (ИУ-3).

Приложение:

- Сведения о ведущей организации (Приложение 1).

Проректор по науке и цифровому развитию

Алфимцев Александр Николаевич
+7 (499) 261-79-05
alfim@bmstu.ru

П. А. Дроговоз