

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор
ФГБОУ ВО «МИРЭА —

Российский технологический
университет»

Н.И. Прокопов

«07» авг 2024 г.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «МИРЭА — Российский технологический университет» по диссертационной работе Гусева Кирилла Вячеславовича на тему «Автоматизация контроля качества нефтепродуктов для обеспечения эффективного управления технологическим процессом», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по научной специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки)

Диссертация выполнена на кафедре математического обеспечения и стандартизации информационных технологий Института информационных технологий ФГБОУ ВО «МИРЭА — Российский технологический университет» (РТУ МИРЭА) Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

В 2021 году Гусев Кирилл Вячеславович окончил ФГБОУ ВО «МИРЭА — Российский технологический университет» (РТУ МИРЭА) по направлению 09.04.03 «Прикладная информатика» с присвоением квалификации магистра. В 2023 году Гусев Кирилл Вячеславович окончил аспирантуру РТУ МИРЭА по направлению 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника», по её результатам была присвоена квалификация «Исследователь. Преподаватель-исследователь».

В настоящее время соискатель работает старшим преподавателем кафедры математического обеспечения и стандартизации информационных технологий в РТУ МИРЭА, где его трудовая деятельность связана с преподаванием ряда дисциплин по направлениям подготовки бакалавров в областях автоматизации технологических процессов, проектирования и разработки баз данных и программирования.

Справка о сдаче кандидатских экзаменов была выдана в 2023 году РТУ МИРЭА.

Научный руководитель диссертационной работы — доктор технических наук, доцент, Красников Степан Альбертович, профессор кафедры математического обеспечения и стандартизации информационных технологий, Института информационных технологий РТУ МИРЭА.

По итогам обсуждения диссертационной работы на научном семинаре кафедры математического обеспечения и стандартизации информационных технологий принято следующее заключение.

Актуальность работы

Улучшение качества товаров нефтяной промышленности, а также повышение их конкурентоспособности на мировой арене являются ключевыми факторами для развития экономики страны и повышения безопасности использования нефтепродуктов. Модернизация технологий и процессов производства позволяет создавать нефтепродукты высокого качества и сохранять это качество на всех этапах производства. Это способствует укреплению позиций российских компаний на мировых рынках и повышению доверия потребителей к отечественной продукции.

Однако улучшение технологий неотделимо от совершенствования систем контроля качества как на этапе производства, так и в лабораторных условиях, с целью своевременного получения достоверных данных о качестве выпускаемой продукции. В процессе производства качество нефтепродуктов может изменяться, как и их значения физико-химических свойств. Этому способствует воздействие сторонних фактов. Возникает проблема минимизации таких изменений. Встаёт вопрос об автоматизации контроля качества нефтепродуктов, а также об актуальном и своевременном получении информации обо всех изменениях в процессе производства. Данную оперативную информацию можно получать, при непрерывном автоматизированном процессе контроля качества нефтепродуктов.

Анализ системы контроля качества нефтепродуктов на нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ) в России выявил ряд недостатков, которые заключаются в:

- низком уровне автоматизации процессов контроля качества на этапах производства и использования нефтепродуктов;

- разрозненности процессов лабораторного, текущего и виртуального контроля качества нефтепродуктов на НПЗ, которая затрудняет его осуществление и точность проведения;

- неудовлетворительном уровне разработки и использования экспресс-методик тестирования нефтепродуктов на предприятиях НПЗ.

Следовательно, вопрос комплексного улучшения контроля качества нефтепродуктов в процессе производства и использования имеет важное экономическое значение.

На основании полученных данных были разработаны рекомендации по совершенствованию системы автоматизированного контроля качества автомобильного бензина и его компонентов. Эти рекомендации включают в себя использование современных датчиков и приборов, а также разработку новых алгоритмов обработки данных.

Предложено внедрить в технологический процесс экспертно-нейросетевую систему (ЭНС), использующую нейронные сети, искусственный интеллект и вычислительные системы в реальном масштабе времени.

Данное решение даёт возможности:

- производить автоматизированный контроль качества нефтепродуктов во время всех этапов технологического процесса их производства; в результате на выходе автоматически определяется качество производимого продукта, сравнивая его показатели со стандартными и задаваемыми;

- соблюдать непрерывность производства;

- снизить процент получения некондиционных нефтепродуктов и уменьшить финансовые затраты в технологический процесс их производства, о чём свидетельствуют Акты об использовании ЭНС в автоматизированном процессе контроля качества нефтепродуктов.

Таким образом, тема диссертационной работы «Автоматизация контроля качества нефтепродуктов для обеспечения эффективного управления технологическим процессом» является актуальной для автоматизации, как отрасли науки в целом и развития нефтеперерабатывающей промышленности.

Цель диссертационной работы

Целью диссертационной работы является повышение эффективности управления технологическим процессом в части оперативности и

достоверности автоматизированного контроля качества продуктов нефтеперерабатывающей промышленности.

Личный вклад автора в получении результатов, изложенных в диссертации

Ключевые результаты диссертационных исследований получены лично автором, либо при его непосредственном участии. Автор самостоятельно выполнил анализ публикаций по теме диссертации, разработку моделей технологического процесса и информационной системы его контроля, активно участвовал в проведении апробации предложенной автором методики контроля технологических процессов с разработкой модуля поддержки принятия решений.

Степень достоверности полученных в работе результатов

Степень достоверности и апробация результатов обуславливается корректной постановкой решаемой задачи, обоснованностью принятых допущений и ограничений, логикой выбора и использования разрабатываемых алгоритмов, моделей и методов, подтверждением ожиданий результатами проведённых экспериментальных исследований.

Достоверность полученных в работе результатов подтверждается актами внедрения от ФГБУН Научно-технологическом центре уникального приборостроения Российской академии наук (НТЦ УП РАН) и ФГБУН Ордена Трудового Красного Знамени Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева Российской академии наук (ИНХС РАН) – специализированное предприятие, выполняющее проектирование в области разработки высокоэффективных процессов и катализаторов нефте- и газохимии, глубокой переработки традиционного и возобновляемого углеродсодержащего сырья в ценные продукты, в том числе полимерные.

Научная новизна полученных в работе результатов

1. Разработана функциональная схема автоматизации производства автомобильного бензина с внедрением в неё ЭНС контроля качества.

2. Разработана методика построения ЭНС автоматизированного контроля качества нефтепродуктов на НПЗ по спектральным данным автомобильных бензинов с объединением экспертной и нейросетевой технологий идентификации больших данных в системе усовершенствованного управления технологическим процессом.

3. Разработана структура ЭНС идентификации больших данных в системе усовершенствования управления технологическим процессом.

4. Проведена адаптация математических моделей, содержащихся в базе знаний, по параметрам показателей качества автомобильных бензинов.

Практическая значимость работы

Практическая значимость диссертационной работы заключается в следующем.

1. Разработано программное обеспечение ЭНС идентификации больших данных автоматизированного контроля качества нефтепродуктов системы усовершенствованного управления технологическим процессом на НПЗ в части её серверной и клиентской реализаций.

2. Разработанная ЭНС идентификации больших данных автоматизированного контроля качества обеспечивает поддержку процессов производства нефтепродуктов на НПЗ, что способствует повышению эффективности производства в части оперативности и достоверности результатов технологического контроля качества производимых нефтепродуктов.

3. Предложена и апробирована технология реализации ЭНС, функционирующей на персональных компьютерах и клиент-серверных структурах.

Научные и практические результаты, полученные в диссертации, внедрены в:

– учебном процессе кафедры математического обеспечения и стандартизация информационных технологий института информационных технологий ФГБОУ ВО «МИРЭА — Российский технологический университет», а именно в лекционных и практических занятиях по дисциплинам «Структуры и алгоритмы обработки данных», «Технология разработки программных приложений», «Системная и программная инженерия» программ высшего образования бакалавриата по направлениям 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, 09.03.03 Прикладная информатика, 09.03.04 Программная инженерия;

– ФГБУН Научно-технологическом центре уникального приборостроения Российской академии наук (НТЦ УП РАН);

– ФГБУН Ордена Трудового Красного Знамени Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева Российской академии наук (ИНХС РАН) – специализированное предприятие, выполняющее

проектирование в области разработки высокоэффективных процессов и катализаторов нефте- и газохимии, глубокой переработки традиционного и возобновляемого углеродсодержащего сырья в ценные продукты, в том числе полимерные.

Разработанное программное обеспечение ЭНС защищено свидетельствами о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2023669036 от 07.09.2023 и № 2023669265 от 12.09.2023.

Получены соответствующие акты внедрения.

Ценность научной работы

В диссертации содержатся новые научно обоснованные технические, технологические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны.

Разработана и внедрена в технологический процесс производства автомобильных бензинов экспертно-нейросетевая система (ЭНС) автоматизированного контроля качества по их спектральным данным, позволяющая учесть особенности функционирования сложной системы, такие как проведение периодического контроля, мониторинг и нарушение технологического процесса.

Разработан метод построения интеллектуальных систем управления технологическим процессом - объединены экспертная система и нейросеть в одну ЭНС, что даёт синергетический эффект при идентификации оптических спектральных данных: снижает их размерность до размерности, определяемой небольшим числом классов, и повышает правдоподобие классификации.

Показана эффективность применения в интегрированной ЭНС простейшей трехслойной нейронной сети, количество нейронов которой равно числу идентифицируемых классов: что повышает достоверность определения марки бензина до 100%.

Применение ЭНС в технологическом процессе повышает своевременную обработку показателей качества на 20-75%.

Научные результаты, полученные в диссертационном исследовании доведены до практического применения и представляют пользу при внедрении на предприятиях нефтеперерабатывающей промышленности, обладают значимостью в отрасли автоматизации контроля качества нефтепродуктов для обеспечения эффективного управления технологическим процессом.

Соответствие диссертации требованиям, установленным п. 14

«Положения о присуждении учёных степеней»

Диссертация Гусева К.В. прошла проверку на наличие неправомерных заимствований в системе «Антиплагиат», в результате которой выявлено, что оригинальность с учётом самоцитирования и списка литературы составляет 77,73 %.

В диссертации отсутствуют заимствования материала без ссылок автора и (или) источника заимствования. В диссертации отсутствуют результаты научных работ, выполненные соискателем учёной степени в соавторстве, но без ссылок на соавторов. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных работах.

Соответствие диссертации научной специальности

Материалы диссертационного исследования соответствуют паспорту специальности 2.3.3 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами» по её областям исследований:

2. «Автоматизация контроля и испытаний»,
6. «Научные основы и методы построения интеллектуальных систем управления технологическими процессами и производствами»,
11. «Методы создания, эффективной организации и ведения специализированного информационного и программного обеспечения АСУТП, АСУП, АСПП и др., включая базы данных и методы их оптимизации, промышленный интернет вещей, облачные сервисы, удаленную диагностику и мониторинг технологического оборудования, информационное сопровождение жизненного цикла изделия»,
12. «Методы создания специального математического и программного обеспечения, пакетов прикладных программ и типовых модулей функциональных и обеспечивающих подсистем АСУТП, АСУП, АСПП и др., включая управление исполнительными механизмами в реальном времени».

Полнота изложенных результатов диссертации в работах, опубликованных автором

Основное содержание диссертации достаточно полно отражено в 8 научных трудах, в том числе 6 в журналах, рекомендованных ВАК, 2 тезиса в сборниках трудов конференций.

Основные результаты были апробированы на 11 конференциях различного уровня.

В изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Гусев, К. В. Автоматизированный контроль качества продукции в непрерывном цикле промышленных предприятий / К. В. Гусев, С. А. Красников, В. М. Образцов // Научно-технический вестник Поволжья. – 2024. – № 3. – С. 149-152.
2. Гусев, К.В. Кластеризация многомерных спектральных данных с применением алгоритма уменьшения размерности / Гусев К.В., Николаева С.В., Красников С.А., Сартаков М.В., Филатов А.С. // Научно-технический вестник Поволжья. Казань: ООО «Рашин Сайнс», № 10. 2023.
3. Гусев, К.В. Технология интегрирования экспертных систем и нейронных сетей для автоматизации идентификации больших данных / Гусев К.В. Краснов А.Е., Красников С.А., Овчинников М.А. // Журнал Информатизация образования и науки, № 3 (59). 2023.
4. Гусев, К.В. Метод спектральной компьютерной квалиметрии / Гусев К.В., Николаева С.В., Красников С.А., Овчинников М.А. // Научно-технический вестник Поволжья. Казань: ООО «Рашин Сайнс», № 4. 2023.
5. Гусев, К.В. Архитектура модуля загрузки данных распределенного текстового хранилища / Гусев К.В., Красников С.А., Авакумов Г.Е. // Научно-технический вестник Поволжья. Казань: ООО «Рашин Сайнс», № 12. 2022.
6. Гусев, К.В. Формирование системы булевых функций, используемых при оценке достоверности числовых показателей и выборе моделей прогнозирования их новых значений в базах данных большой размерности / Гусев К.В., Леонтьев А.С. // Журнал «Системы высокой доступности» Издательство «Радиотехника», Москва, Том 18 № 1. 2022.
7. Гусев К.В., Краснов А.Е., Красников С.А., Овчинников М.А. Экспертно-нейронная система для идентификации больших данных (серверная часть). Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ в ФГУ ФИПС № 2023669265 от 12.09.2023г.
8. Гусев К.В., Краснов А.Е., Красников С.А., Овчинников М.А. Экспертно-нейронная система для идентификации больших данных (клиентская часть). Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ в ФГУ ФИПС № 2023668219 от 07.09.2023г.

В других изданиях:

9. Гусев, К. В. Технология интегрирования экспертных систем и нейронных сетей для автоматизации идентификации больших данных / К. В.

Гусев // Современные информационные технологии в образовании, науке и промышленности: Сборник трудов XXVI Международной конференции, XXIV Международного конкурса научных и научно-методических работ, 09–10 ноября 2023 года. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Издательство "Экон-Информ", 2023. – С. 44-46.

10. Гусев, К.В. Новый подход к построению систем идентификации больших данных / К. В. Гусев, С. А. Красников // Современные информационные технологии в образовании, науке и промышленности: Сборник трудов XXVII Международная конференция; XXV Международный конкурс научных и научно-методических работ, 08–09 февраля 2024 года. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Издательство "Экон-Информ", 2024. – С. 26–29.

Выступления на конференциях

Результаты диссертационного исследования были представлены на различных конференциях разных уровней. Положения диссертации и её научная новизна были высоко оценены специалистами различных областей науки и техники. Полученная обратная связь в том числе от профильных специалистов в области автоматизации технологических процессов и производств позволили внести корректировки в исследование и повысить его ценность.

ВЫВОДЫ

Диссертационная работа Гусева К.В. отвечает требованиям п. п. 9-14 Положения ВАК РФ «О присуждении учёных степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, поскольку является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решена задача повышения эффективности управления технологическим процессом в части оперативности и достоверности автоматизированного контроля качества продуктов нефтеперерабатывающей промышленности.

Научные положения соответствуют п. 2, 6, 11 и 12 областям исследований паспорта научной специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки).

Диссертационная работа (диссертация) Гусева К.В. на тему «Автоматизация контроля качества нефтепродуктов для обеспечения эффективного управления технологическим процессом» рекомендуется к

защите на соискание учёной степени кандидата технических наук по научной специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки).

Заключение принято на расширенном заседании кафедры математического обеспечения и стандартизации информационных технологий Института информационных технологий РТУ МИРЭА.

На заседании присутствовало 51 чел.

Результаты голосования:

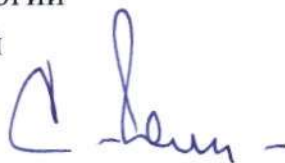
«за» — 50 чел.,

«против» — 0 чел.,

«воздержались» — 0.

Протокол № 11 от 27 мая 2024 г.

Заведующий кафедрой математического обеспечения
и стандартизации информационных технологий
Института информационных технологий
ФГБОУ ВО «МИРЭА — Российский
технологический университет»
доктор техн. наук, профессор



С.А. Головин

РТУ МИРЭА, просп. Вернадского, д. 78, г. Москва, 119454
e-mail: mirea@mirea.ru, <https://www.mirea.ru/>