

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.377.02,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ», МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК**

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 24.12.2025 г. № 6

О присуждении Казаринову Артему Витальевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Многофакторный анализ эффективности технологических процессов производства водорода» по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки) принята к защите 17.10.2025 г. (протокол заседания № 4) диссертационным советом 24.2.377.02, созданным на базе ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» Минобрнауки России, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, приказом Минобрнауки России № 2151/нк от 27.11.2023 г.

Соискатель Казаринов Артем Витальевич, 3 октября 1997 года рождения, в 2021 году с отличием окончил магистратуру ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» Минобрнауки России по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника». С 01.09.2021 г. по 31.08.2025 г. обучался по очной форме в аспирантуре ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» по направлению подготовки 27.06.01 Управление в технических системах, специальность 2.3.1 Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

С 12.12.2022 г. по настоящее время работает инженером кафедры «Управление и системный анализ теплоэнергетических и социотехнических комплексов», с 24.10.2024 г. по настоящее время работает инженером в молодежной опытно-промышленной лаборатории «Нефтегазовые технологии производства водорода и графита» ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» Минобрнауки России.

Диссертация «Многофакторный анализ эффективности технологических процессов производства водорода» выполнена на кафедре управления и системного анализа теплоэнергетических и социотехнических комплексов федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» Минобрнауки России.

Научный руководитель – Плешивцева Юлия Эдгаровна, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры управления и системного анализа теплотехнических и социотехнических комплексов федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» Минобрнауки России.

Официальные оппоненты:

Кушников Вадим Алексеевич, доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией комплексных научных исследований Федерального исследовательского центра «Саратовский научный центр Российской академии наук» (г. Саратов); Михайлов Андрей Михайлович, кандидат технических наук, начальник центра инновационных газохимических технологий ООО «Газпром ВНИИ-ГАЗ» (г. Москва) дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский университет науки и технологий» (г. Уфа) в своем положительном заключении, подписанным Бежаевой Оксаной Яковлевной, к.т.н., доцентом, заведующей кафедрой технической кибернетики; Гвоздевым Владимиром Ефимовичем, д.т.н., профессором, профессором кафедры технической кибернетики; Мунасыповым Рустэмом Анваровичем, д.т.н., профессором, профессором кафедры автоматизации технологических процессов, утвержденным Шарафуллинским Ильдусом Фанисовичем, д.ф.-м.н., доцентом, проректором по научной работе, указала, что диссертация является завершенной научно-квалификационной работой, содержащей новые научно-обоснованные технологические решения по производству водорода посредством каталитического пиролиза метана.

Соискатель имеет 9 опубликованных работ по теме диссертации, из них 5 – в рецензируемых научных изданиях, опубликованных лично автором либо при его участии, при отсутствии в диссертации недостоверных сведений об опубликованных соискателем ученой степени работ. Суммарный объем публикаций с участием соискателя составляет 6,88 печатных листов, из них авторских 4,76 печатных листов.

Наиболее значимые работы:

1. Казаринов А.В., Деревянов М. Ю., Плешивцева Ю. Э. Многофакторный анализ процессов производства дорожных битумов путем окисления продуктов нефтепереработки // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия «Технические науки». – 2021. – Т. 29. – № 3. – С. 52–66. DOI: 10.14498/tech.2021.3.3.

2. Казаринов А. В., Деревянов М. Ю., Плешивцева Ю. Э. Классификация и анализ локализации проектов по производству водорода // Системы анализа и об-

работки данных. – 2022. – № 4. – С. 31–48. – DOI: 10.17212/2782-2001-2022-4-31-48.

3. Казаринов А. В., Дервянов М. Ю., Плешивцева Ю. Э. Системный анализ развития низкоуглеродных технологий производства водорода // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2023. – № 4. – С. 19–32. DOI: 10.17213/1560-3644-2023-4-19-32.

4. Казаринов А. В. Сравнительный анализ эффективности технологии каталитического пиролиза метана для производства водорода на основе DEA-метода // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия «Технические науки». – 2024. – Т. 32. – № 3. – С. 46–62. DOI: 10.14498/tech.2024.3.4.

5. Казаринов А. В. Разработка методики системного анализа и многофакторной оценки эффективности технологий пиролиза метана // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия «Технические науки». – 2025. – Т. 33. – № 3. – С. 7–29. DOI: 10.14498/tech.2025.3.1.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от:

1) ведущей организации ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий» (г. Уфа). В отзыве отмечается, что автор не обосновал выбор инструмента для реализации программного обеспечения; в разделе о теоретической и практической значимости приведено недостаточно сведений о внедрении оригинальных научных результатов; при интерпретации значимости ранговых коэффициентов корреляции следовало бы уточнить, встречались ли в упорядоченных последовательностях совпадающие ранги и применялись ли в таких случаях соответствующие поправки при вычислении коэффициента Спирмена; требует дополнительного обоснования выбор линейной структуры свертки при формировании интегральных показателей эффективности, кроме того, необходимо прокомментировать возможность использования нелинейных зависимостей; архитектуру СППР некорректно называть «концепцией»; отсутствуют критерии принятия решений об успешности реализации требований при верификации программного обеспечения, кроме того, необходимы пояснения, почему его надежность характеризуется только допустимой погрешностью и насколько предлагаемый подход соответствует положениям ГОСТ Р МЭК 62628-2021;

2) официального оппонента Кушников Вадима Алексеевича. В отзыве отмечается недостаточная проработка методологического аппарата: необходимо явно описать логику итеративного цикла анализа; сократить излишнюю детализацию методической части в ряде разделов, которая затрудняет восприятие основной логики; дополнить исследование сопоставительным анализом на основе output-ориентированных моделей DEA для учёта специфики процесса; также необходимо строго обосновать сопоставимость объектов при объединении данных по двум типам пиролиза и представить результаты количественной проверки однородно-

сти параметров; к отдельным недочётам отнесены: игнорирование в экономическом анализе возможной стоимости побочного твёрдого углерода и отсутствие в некоторых таблицах источников ценовых данных;

3) официального оппонента Михайлова Андрея Михайловича. В отзыве отмечается, что в теоретической части недостаточно четко определены некоторые термины, а также отсутствует ясное разграничение каталитических, плазменных и термических процессов с описанием их энергетических барьеров и кинетики; в аналитическом блоке требуются пояснения по интеграции статистического анализа с DEA-подходом при формировании исходных данных, а также оценка влияния неопределенности экспериментальных данных на итоговые рейтинги (анализ устойчивости); для усиления выводов предлагается дополнить работу обсуждением масштабирования методики на уровень технологических цепочек, а также сценарием вариативного анализа в экономической части, учитывающим изменение цен на ключевые ресурсы и продукты;

4) д.т.н., профессора, профессора кафедры автоматики и телемеханики ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова» Лачина Вячеслава Ивановича, г. Новочеркасск;

5) д.т.н., доцента, профессора кафедры автоматики ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет» Францужовой Галины Александровны г. Новосибирск;

6) д.т.н., профессора, директора Татарского научно-исследовательского и проектного института нефти (ТатНИПИнефть) ПАО «Татнефть» им. В.Д. Шашина Пименова Андрея Александровича, к.т.н., доцента, заведующего сектором отдела эксплуатации и ремонта скважин Дмитриевой Алины Юрьевны, г. Альметьевск;

7) д.т.н., главного научного сотрудника ФГБУН «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук» Кулешова Сергея Викторовича, г. Санкт-Петербург;

8) к.ф.-м.н., доцента, доцента кафедры высшей и прикладной математики ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» Семенов Дарьи Владиславовны, г. Красноярск;

9) д.т.н., профессора, член-корреспондента РАН, президента ФГАОУ ВО «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники», директора Института системной интеграции и безопасности Шелупанова Александра Александровича, д.ф.-м.н., доцента, профессора кафедры комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем Немировича-Данченко Михаила Михайловича, г. Красноярск;

10) д.т.н., профессора, профессора кафедры автоматики и процессов управления ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный технический универ-

ситет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)) Душина Сергея Евгеньевича, г. Санкт-Петербург;

11) к.т.н., руководителя направления по развитию проектов по новым материалам и продуктам Блока развития ООО «Газпромнефть – Промышленные инновации» Попова Максима Викторовича, г. Санкт-Петербург.

В отзывах на автореферат имеются частные замечания. К ним относятся: недостаточная проработка способов формализации экологических факторов в моделях DEA; отсутствие описания условий завершения итеративного цикла системного анализа; неопределенность границ применимости методики к различным типам реакторов и диапазонам рабочих параметров; отсутствие учета временной динамики дезактивации катализатора; отсутствие сравнительного анализа вычислительной сложности моделей, а также анализа чувствительности оценок к выбору входных параметров, объему данных и ориентации моделей; необходимость расширения раздела, посвященного программной реализации, и обсуждения управленческих аспектов практического применения результатов. Остальные вопросы и замечания связаны с ограниченным объемом автореферата и ответы на них есть в тексте диссертации.

Все отзывы положительные и в них отмечено, что указанные замечания не снижают общей ценности работы. Диссертация удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор Казаринов А.В. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой компетентностью в области системного анализа, управления и обработки информации, статистики, что подтверждается публикациями в научных изданиях в сфере исследования соискателя.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана методика системного анализа технологий каталитического пиролиза метана, предназначенная для комплексной оценки и повышения эффективности процессов, которая учитывает совокупность ключевых параметров, влияющих на протекание реакций пиролиза, подразумевает интеграцию со статистическим и DEA-анализом, а также рассматривает динамическую деградацию катализатора и реализует итеративный контур анализа;

разработан алгоритм многофакторного анализа эффективности технологий пиролиза метана на основе моделей DEA (CCR, BCC, SEFF, SBM), позволяющий без трудоёмкого математического описания объекта оценивать сравнительную эффективность технологических схем и составов катализаторов с учётом разно-

родных технологических, энергетических, экономических и экологических показателей;

предложен способ оценки потенциала масштабируемости технологий пиролиза метана, в котором масштабирование рассматривается не только как изменение производительности, но и как процесс выявления неиспользованных резервов эффективности и ограничений для промышленного применения, что необходимо для интеграции технологии в существующую энергетическую инфраструктуру;

доказана перспективность применения разработанного на основе модели SBM способа построения матрицы принятия решений, которая интегрирует относительную эффективность и масштабируемость процессов, что даёт практический инструмент для перехода от абстрактных оценок к обоснованным рекомендациям по оптимизации и промышленному внедрению технологии пиролиза.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

применительно к проблематике диссертации результативно использован метод DEA как теоретическая основа для комплексного решения задач системного анализа, многофакторной оценки эффективности и масштабируемости, выбора направлений оптимизации и поддержки принятия управленческих решений для процессов пиролиза метана;

разработан теоретически обоснованный инструментарий, который обеспечивает сравнительный анализ альтернативных способов реализации процесса пиролиза на единой сопоставимой базе показателей, в рамках которого возможно ранжирование технологических решений, формирование направлений их совершенствования и оценка потенциала масштабирования;

доказано, что предлагаемые методы анализа процесса пиролиза позволяет на основе решения задач математического программирования и, в зависимости от уровня принимаемых управленческих решений, формировать оптимальные последовательности действий, направленные на достижение максимально возможной эффективности процессов производства водорода;

изложены этапы, логическая последовательность действий и условия практического применения разработанной методики системного анализа и алгоритма многофакторной оценки эффективности, что обеспечивает воспроизводимость результатов и возможность их использования при решении прикладных задач;

изучены общие характеристики технологии пиролиза метана, включая её структурную организацию, системные свойства и особенности реализации в различных реакционных средах, что позволило выделить ключевые характеристики технологии, их взаимосвязи и выявить основные технологические проблемы.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены методики и алгоритмы, которые нашли практическое применение в инновационной деятельности ООО «Газпром водород», в планировании научно-исследовательских работ Института проблем управления сложными системами ФГБУН «Самарский федеральный исследовательский центр Российской академии наук» и в образовательном процессе кафедры управления и системного анализа теплоэнергетических и социотехнических комплексов ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», что подтверждено актами о внедрении;

создан комплекс методик, алгоритмов и программных модулей, обеспечивающий выявление наилучших технологических комбинаций (режимов процесса и составов катализаторов) и формирование на этой основе практических рекомендаций по оптимизации и масштабированию технологий пиролиза метана;

обоснован выбор газофазного пиролиза метана как наиболее перспективной технологии, показавшей устойчивое преимущество перед пиролизом в жидкометаллическом реакторе по разнородным технологическим, энергетическим, экономическим и экологическим показателям;

определены оптимальные составы и режимы приготовления катализаторов, а также технологические параметры газофазного пиролиза метана; выявлен и формализован набор ключевых разнородных характеристик процесса, существенно влияющих на эффективность установки и обеспечивающих конкурентоспособность технологии газофазного пиролиза;

представлены практические рекомендации по масштабированию технологии (переходу от лабораторных установок к промышленным) и по выбору оптимальных способов реализации товарного водорода в зависимости от производственного масштаба и логистики.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

теория строится на корректном применении системного анализа, математического программирования, DEA-анализа, статистических методов обработки данных;

идея состоит в расширении области применения математического аппарата DEA-метода на задачи многофакторного анализа, масштабирования и поддержки принятия решений в области водородной энергетики, что позволяет обойтись без трудоёмкого математического описания процессов производства водорода;

использованы репрезентативные выборки экспериментальных данных, полученные на лабораторных установках газофазного и жидкометаллического пиролиза метана, включающие 546 замеров, выполненных в ходе 43 экспериментов с применением 9 типов катализаторов;

установлено, что разработанный инструментарий (методики и алгоритмы) обеспечивает адекватную интерпретацию экспериментальных результатов и воз-

возможность анализа и классификации технологических режимов по их эффективности, масштабируемости и оптимизационному потенциалу.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии на всех этапах: постановка задач; разработка методики системного анализа; создание моделей и алгоритмов для многофакторного анализа эффективности; проведение расчетов с последующим анализом и проверкой адекватности результатов; разработка специализированного программного обеспечения MPDS; создание способов построения матриц управленческих решений и определения потенциала масштабирования; подготовка публикаций.

Все приведенные в работе научные результаты, выводы и рекомендации получены лично соискателем или при его непосредственном участии.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было. Соискатель Казаринов А.В. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

На заседании 24 декабря 2025 года диссертационный совет принял решение присудить Казаринову Артему Витальевичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика за решение научной задачи по разработке комплекса методов и алгоритмов многофакторного анализа и повышения эффективности технологических процессов производства водорода, включающего методику системного анализа, алгоритм многофакторного сравнительного анализа, способы оценки потенциала масштабируемости и построения матриц управленческих решений, что имеет существенное значение для развития водородной энергетики Российской Федерации.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 8 докторов наук по научной специальности 2.3.1, участвовавших в заседании, из 16 человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за присуждение ученой степени» – 14, «против» – 0.

Председатель
диссертационного совета 24.2.377.02

Радченко Владимир Павлович

Ученый секретарь
диссертационного совета 24.2.377.02

Саушкин Михаил Николаевич

24 декабря 2025 года