

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ГУ.6  
ПО ДИССЕРТАЦИИ  
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА (ДОКТОРА) НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 26.12.2023 № 12

О присуждении Булдыско Александре Дмитриевне, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Повышение эффективности эксплуатации асинхронного электропривода на основе ранней идентификации дефектов путем анализа сингулярного спектра тока» по специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы принята к защите 19.10.2023, протокол заседания № 11, диссертационным советом ГУ.6 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России, 199106, Санкт-Петербург, линия 21-я В.О., дом 2, приказ ректора Горного университета о создании диссертационного совета от 06.02.2023 № 154 адм, с изменениями от 31.08.2023 № 1193 адм.

Соискатель, Булдыско Александра Дмитриевна, 23.10.1995 года рождения, в 2019 г. окончила с отличием федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника.

С 01.10.2019 года по 30.09.2023 года являлась аспирантом очной формы обучения кафедры электроэнергетики и электромеханики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Работает ассистентом образовательного центра цифровых технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении

высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре электроэнергетики и электромеханики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Научный руководитель – кандидат технических наук, **Жуковский Юрий Леонидович**, директор образовательного центра цифровых технологий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II».

Официальные оппоненты:

**Клюев Роман Владимирович**, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет)», кафедра «Электроснабжение промышленных предприятий», заведующий кафедрой;

**Хальясмаа Александра Ильмаровна**, кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Научная лаборатория цифровых двойников в электроэнергетике Уральского энергетического института, заведующий лабораторией;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»**, г. Пермь, в своем положительном отзыве, подписанном Трифановым Геннадием Дмитриевичем, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой «Горная электромеханика», Шишлянниковым

Дмитрием Игоревичем, доктором технических наук, доцентом, профессором той же кафедры и утвержденным Швейкиным Алексеем Игоревичем, доктором физико-математических наук, доцентом, проректором по науке, указала, что выводы и результаты представленной на рассмотрение диссертационной работы имеют высокую научную и практическую ценность. Использование предложенных в диссертации технических решений и рекомендаций обусловит повышение эффективности функционирования предприятий нефтегазового сектора, осуществляющих эксплуатацию оборудования с асинхронным электроприводом.

Результаты диссертационного исследования в достаточной степени освещены в 10 работах, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 6 работ, в том числе в 6 статьях – в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования Scopus. Получено 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Общий объем – ( ) печатных листов, в том числе (количество) печатных листов – соискателя.

Публикации в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus:

1. Shabalov, M.Yu. The influence of technological changes in energy efficiency on the infrastructure deterioration in the energy sector / M.Yu. Shabalov, Yu.L. Zhukovskiy, **A.D. Buldysko**, B. Gil, V.V. Starshaia. – DOI: 10.1016/j.egyр.2021.05.001. – Текст: электронный // Energy Reports. – 2021. – № 7. – С. 2664-2680.

Шабалов, М.Ю. Влияние технологических изменений в энергоэффективности на износ инфраструктуры в энергетическом секторе / М.Ю. Шабалов, Ю.Л. Жуковский, **А.Д. Булдыско**, Б. Джил, В.В. Старшая // Энерджи Репортс. – 2021. – № 7. – С. 2664-2680.

*Соискателем проведена оценка влияния глобальных вызовов топливно-энергетического комплекса на износ энергетической инфраструктуры. Проведена оценка уровня износа энергетической инфраструктуры в России*

*и за рубежом. Доказана необходимость внедрения новых технологических решений. Математическим моделированием обоснована высокая потребность в технологиях интеллектуальной диагностики оборудования в энергетическом секторе. Доказано, что нереализованный потенциал энергосбережения превышает 1/3 от общего энергопотребления. Проведенное исследование позволяет доказать актуальность диссертации и сформировать методологию проводимого исследования.*

2. Zhukovskiy, Y.L. Fossil energy in the framework of sustainable development: Analysis of prospects and development of forecast scenarios / Yu.L. Zhukovskiy, D.E. Batueva, **A.D. Buldysko**, B. Gil, V.V. Starshaia. – DOI: 10.3390/en14175268. – Текст: электронный // Energies. – 2021. – №. 14. – Том 17.

Жуковский, Ю.Л. Ископаемая энергетика в рамках устойчивого развития: анализ перспектив и разработка прогнозных сценариев / Ю.Л. Жуковский, Д.Е. Батуева, А.Д. Булдыско, Б. Джил, В.В. Старшая // Энерджис. – 2021. – №. 14. – Том 17.

*Соискателем проведен сбор данных, анализ теоретических и экспериментальных исследований, доказана необходимость интеграции ископаемой энергетике и цифровых технологий как неотъемлемой части современной энергетике. Доказана необходимость внедрения цифровых технологий, позволяющих энергоэффективность оборудования на протяжении жизненного цикла. Соискателем доказано, что использование современных технологий, включая разработку системы управления данными источниками электроэнергии, дает возможность сократить затраты на техническое обслуживание и время реагирования на аварийные ситуации, а также сократить время плановых простоев.*

3. Zhukovskiy, Y.L. Analysis of technological changes in integrated intelligent power supply systems / Y.L. Zhukovskiy, V.V. Starshaia, D.E. Batueva, **A.D. Buldysko** // Innovation-Based Development of the Mineral Resources Sector: Challenges and Prospects: Proceedings of the 11th Russian-German Raw

Materials Conference, November 7-8. – 2018. – № 1. – С. 249-258. Potsdam, Germany.

Жуковский, Ю.Л. Анализ технологических изменений в комплексных интеллектуальных системах электроснабжения / Ю.Л. Жуковский, В.В. Старшая, Д.Е. Батуева, **А.Д. Булдыско** // Инновационное развитие минерально-сырьевой отрасли: вызовы и перспективы: материалы 11-й российско-германской сырьевой конференции, ноябрь 7-8. – 2018. – № 1. – С. 249-258. Потсдам, Германия.

*Соискателем выполнено исследование технологических изменений, способных повлиять на энергоэффективность энергетических систем в будущем. С помощью математической модели определен прогноз спроса на технологии. Выявлено, что основной спрос будет возникать в сфере цифровых и информационных технологий в энергетическом комплексе, направленных на управление жизненным циклом оборудования.*

4. Zhukovskiy, Y. Motivation towards energy saving by means of IoT personal energy manager platform / Y. Zhukovskiy, D. Batueva, **A. Buldysko**, M. Shabalov – DOI: 10.1088/1742-6596/1333/6/062033. – Текст: электронный // Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – № 1333. – Том 6.

Жуковский, Ю.Л. Мотивация к энергосбережению с помощью IoT-платформы персонального энергоменеджера / Ю.Л. Жуковский, Д.Е. Батуева, **А.Д. Булдыско**, М.Ю. Шабалов // Журнал физических наук: серия конференций. – 2019. – № 1333. – Том 6.

*Соискателем выполнено исследование внедрений информационных технологий для энергосбережения. В исследовании представлен анализ облачных платформ, используемых в энергетическом секторе. Определено, что большинство платформ используются для увеличения коэффициентов загрузки оборудования и его диагностики. Предложена собственная концепция платформы с участием человека для энергосбережения и повышения энергоэффективности оборудования в составе энергетических систем.*

5. Zhukovskiy, Y. Scenario modeling of sustainable development of energy supply in the Arctic / Yu. Zhukovskiy, **A. Buldysko**, Y. Malkova, A. Koshenkova, A. Stoianova, P. Tsvetkov. – DOI: 10.3390/resources10120124. – Текст: электронный // Resources. – 2021. – № 10. – Том 12.

Жуковский, Ю.Л. Сценарное моделирование устойчивого развития энергоснабжения Арктики / Ю.Л. Жуковский, **А.Д. Булдыско**, Я.М. Малькова, А.А. Кошенкова, А.Д. Стоянова, П.С. Цветков // Ресурсес. – 2021. – № 10. – Том 12.

*Соискателем предложен подход к обоснованию развития энергетической инфраструктуры Арктики через анализ спроса на количество потребляемой энергии и источников энергии с учетом мировых тенденций. Методология основана на сценарном моделировании технологического спроса с учётом поддержки и модернизации существующей энергетической инфраструктуры с целью продления ее жизненного цикла. Математическая модель включает в себя требования к энергоснабжению потребителей и используемым ресурсам. Полученные результаты позволяют определить ключевые технологии, необходимые для энергоснабжения потребителей с учетом требований эффективности и при снижении негативного воздействия на экологическую обстановку в регионе.*

6. Zhukovskiy, Y. Induction Motor Bearing Fault Diagnosis Based on Singular Value Decomposition of the Stator Current / Y. Zhukovskiy, **A. Buldysko**, I. Revin. – DOI: 10.3390/en16083303. – Текст: электронный // Energies. – 2023. – № 16. – Том 8.

Жуковский, Ю.Л. Диагностика дефектов подшипников асинхронных двигателей на основе разложения по сингулярным значениям тока статора / Ю.Л. Жуковский, **А.Д. Булдыско**, И.Е. Ревин // Энерджис. – 2023. – № 16. – Том 8.

*Соискателем предлагается идентификация паттернов, характеризующих возникновение и развитие дефекта подшипника методом сингулярного анализа применительно к сигнатуре тока статора.*

*Предложенная методология апробирована на экспериментальном наборе данных трёх состояний двигателя при различной степени развития раковин во внутреннем кольце подшипника. В результате рассмотрения полученных компонент однозначно определяются характерные изменения компонент, связанных с развитием дефекта.*

Публикации в прочих изданиях:

7. Жуковский, Ю.Л. Исследование применения цифровых технологий для управления жизненным циклом оборудования / Ю.Л. Жуковский, А.Д. Булдыско // Сборник материалов Форума проектов программ Союзного государства. Минск, БНТУ. – 2018. – С.52-56.

*Соискателем предлагается концепция перехода консервативных методов технического обслуживания и ремонта в нефтегазовом секторе к прогностической модели обслуживания на основе цифровых технологий.*

8. Жуковский, Ю.Л. Применение технологии цифровых двойников для управления жизненным циклом электрооборудования / Ю.Л. Жуковский, А.Д. Булдыско // Электроэнергетика глазами молодежи – 2018: матер. IX Междунар. молод. науч.-техн. конф. (Казань, 1–5 октября 2018 г.): в 3 т. – Т. 2. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т. – 2018. – С.189-190

*Соискателем в работе рассматривается роль информационных технологий в целом и технологии «цифровой двойник» в частности для управления жизненным циклом промышленного оборудования. Определена взаимосвязь новейших технологий с текущими методами технологического обслуживания и ремонта и возможной революцией в области мониторинга и диагностики рамках стратегии «Индустрия 4.0».*

9. Жуковский, Ю.Л. Применение технологии цифровых двойников в составе единого программного комплекса для управления жизненным циклом электрооборудования / Ю.Л. Жуковский, А.Д. Булдыско // Сборник материалов XLVII научной конференции с международным участием «НЕДЕЛЯ НАУКИ СПбПУ», 19-24 ноября 2018 г. Институт энергетики и транспортных систем. – 2018. – Ч. 2. – С. 147-150.

*Соискателем предлагается концепция обеспечения надежности диагностики и оценки текущего состояния и остаточного ресурса энергетического оборудования для перевода ТООР в обслуживание по фактическому состоянию с помощью применения технологии цифровых двойников в составе единого программного комплекса для управления жизненным циклом электрооборудования.*

10. Жуковский, Ю.Л. Оптимизация параметров работы нефтепроводной системы в условиях Крайнего Севера / Ю.Л. Жуковский, А.Д. Булдыско // Нефтяная столица. Третий Международный молодежный научно-практический форум. Сборник материалов. – 2020. – С. 41-44.

*Соискателем рассмотрено применение технологии цифрового двойника в системе автоматизированного управления электроприводом на предприятиях транспортировки нефти и газа. Представлен программный сервис для управления жизненным циклом оборудования и оптимизации параметров работы нефтепровода, вследствие чего предполагается снижение теплового воздействия на грунт.*

Патенты/свидетельства на объекты интеллектуальной собственности:

11. Программа для измерения напряжения износа подшипника асинхронного двигателя по компонентам векторов Парка тока и напряжения / Н.И. Котелева, Н.А. Королёв, А.Д. Булдыско / Гос. регистр. Программы для ЭВМ. RU2022616081, 05.04.2022 Бюл. No 4.

*Соискателем произведено тестирование программы для ЭВМ.*

12. Программа распознавания наличия дефекта подшипника асинхронного двигателя / Ю.Л. Жуковский, А.Д. Булдыско / Гос. регистр. Программы для ЭВМ. RU2023660650, 23.05.2023 Бюл. No 6.

*Соискателем произведена разработка алгоритмов, написание кода программы для ЭВМ.*

Апробация работы проведена на научно-практических мероприятиях:

1. Международный семинар «The 12th German-Russian raw materials conference. Young researchers day» 27 ноября 2019 г., г. Санкт-Петербург,



Санкт-Петербургский горный университет;

2. III Международный молодежный научно-практический форум «Нефтяная столица» 17-21 февраля 2020 г., г. Нижневартовск;

3. III Всероссийская научная конференция «Современные образовательные технологии в подготовке специалистов для минерально-сырьевого комплекса» 5-6 марта 2020 г., г. Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский горный университет;

4. X Всероссийская научно-практическая конференция «Инновационные направления в проектировании горнодобывающих предприятий: эффективное освоение месторождений полезных ископаемых», 14-16 октября 2020 г., г. Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский горный университет;

5. III Международная научная конференция «Энерго-ресурсоэффективность в интересах устойчивого развития» SEWAN-2021, 19-24 апреля 2021 г., г. Санкт-Петербург, Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ);

6. XIX Международный форум-конкурс студентов и молодых ученых «Актуальные проблемы недропользования», 22-26 мая 2023 г., г. Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский горный университет.

В диссертации Булдыско Александры Дмитриевны отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: доцента кафедры «Электроэнергетика»: ГБОУ ВО «Альметьевский государственный нефтяной институт», к.т.н. **Р.Ф. Ярыш**; профессора кафедры «Электрическая техника» ФГАОУ ВО «Омский государственный технический университет», д.т.н. **А.А. Татевосяна**; заведующего кафедрой электротехники и электропривода ФГБОУ ВО «Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова», к.т.н., доцента **Р.А.-М. Магомадова**; начальника отдела организации НИОКР АО «Газпром

диагностика», д.т.н. **О.А. Рыбина**; профессора кафедры гидроэнергетики и возобновляемых источников энергии ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», д.т.н., доцента **К.В. Сулова**; главного специалиста отдела инспекции и приемки ООО «Арктик СПГ 2» ПАО «НОВАТЭК», к.т.н. **В.Е. Полякова**.

В отзывах дана положительная оценка диссертационного исследования, отмечена актуальность выбранной темы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость диссертационного исследования, логическое построение работы с использованием актуальной научной и статистической информации, однако отмечены ряд замечаний:

1. Сравнение полученных результатов по обнаружению развивающихся дефектов по поставленным экспериментам методами быстрого преобразования Фурье и сингулярным спектральным анализом представлены в таблицах 1 – 4. Таблицы 3 и 4 показывают идентификацию наличия дефекта, однако не показывают степень развития дефекта (**к.т.н. Р.Ф. Ярыш**);

2. Интересно было бы увидеть гармонических анализ временной функции тока статора при различной степени развивающегося дефекта одного вида (**к.т.н. Р.Ф. Ярыш**);

3. В тексте автореферата не поясняются рисунки 3–5 на стр. 21, в связи с этим, например, не представляется возможным по рисунку 3 определить вид дефекта, а также его количественные показатели (**д.т.н. А.А. Татевосян**);

4. При исследовании гармонического состава тока статора можно сделать комплексные выводы о параметрах электромагнитной и механической подсистем асинхронного двигателя, причем, в большей степени на ток статора влияют процессы в электромагнитной подсистеме. Однако, в автореферате сделаны выводы о дефектах в механической подсистеме асинхронного двигателя и не поясняется как решается задача

разделения дефектов в электромагнитной и механической подсистем по току статора (д.т.н. **А.А. Татевосян**);

5. На стр. 18 в пункте 4 заключения сделан вывод о превосходстве предлагаемой методики на основе сингулярного разложения относительно анализа тока методом быстрого преобразования Фурье. Однако, в тексте автореферата не приводятся признаки превосходства, например, таких как общее время исследования временной зависимости тока статора, применение более простого математического аппарата. Кроме этого, в автореферате не представлено сравнение предлагаемого метода с известными методами идентификации параметров и диагностики асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором (д.т.н. **А.А. Татевосян**);

6. Следует пояснить, чем обусловлен выбор именно таких дефектов при проведении экспериментальных исследований (деградация подшипников, несоосность валов с сопряженным механизмом, ослабление механических креплений) (к.т.н. **Р.А-М. Магомадов**);

7. Автором предлагается подход к управлению ТООР на основе оценки жизненного цикла LCC, однако не ясно в каком программном обеспечении проводился расчет (D-LCC, SimaPro, GABi, Ecoinvent и др.) (к.т.н. **Р.А-М. Магомадов**);

8. Не представлено подтверждение влияния рассматриваемого алгоритма управления ТООР, основанного на оценке стоимости жизненного цикла эксплуатации асинхронного двигателя, на энергетическую эффективность эксплуатации рассматриваемого силового оборудования (д.т.н. **О.А. Рыбин**);

9. Кроме того, по автореферату и вынесенным рисунка 3-5 остаётся неясным, как метод SSA (SVD) позволяет распознать вид повреждения? (д.т.н. **О.А. Рыбин**);

10. Приведенное в автореферате доказательство положения II в большей степени раскрывает предлагаемую модель оценки стоимости

жизненного цикла эксплуатации, и в меньшей – заявленный алгоритм корректировки плана работ по ТОиР (д.т.н. **К.В. Суслов**);

11. Откуда взяты статистические данные, приведенные на рис. 7? (к.т.н. **В.Е. Поляков**);

12. Из текста автореферата не понятен полный перечень дефектов электрических машин, которые метод анализа сингулярного спектра тока позволяет идентифицировать на ранней стадии? (к.т.н. **В.Е. Поляков**);

13. По каким критериям происходит выбор метода группировки компонент? (к.т.н. **В.Е. Поляков**);

14. Для чего необходимо восстанавливать исходный временной ряд после группировки компонент, если все необходимые для анализа параметры извлекаются из группировки на предыдущем этапе? (к.т.н. **В.Е. Поляков**).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием исследований и публикаций по теме диссертационной работы и их компетентностью в области диссертационного исследования.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

**разработан** метод ранней идентификации дефектов АДКЗР и отслеживания их развития на основе математических методов анализа временных рядов сигналов тока;

**предложен** алгоритм воздействия на план технического обслуживания и ремонта асинхронных двигателей в составе электротехнического комплекса транспорта нефти на основе модели оценки стоимости процесса эксплуатации асинхронного электродвигателя с учетом потерь, обусловленных наличием дефектов;

**доказана** возможность определения дополнительных потерь электроэнергии, обусловленных наличием дефекта, на основе изменения компонент сингулярного спектра мгновенных значений сигналов токов статора асинхронного двигателя; возможность корректировки плана работ по ТОиР,

направленных на снижение потерь электроэнергии и стоимости эксплуатации электродвигателя за счет раннего обнаружения дефектов асинхронного двигателя на основе математического анализа временного ряда сигнала тока; **введено** новое понятие: сингулярные компонентные диагностические карты (СКДГ); введены новые признаки выделяемых компонент по свойству стационарности: стационарные, слабостационарные, мигрирующие, учитывающие различные методы группировки компонент и определение их вклада.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

**доказаны** положения, вносящие вклад в расширение представлений в области диагностирования электрических машин, эксплуатируемых в составе электротехнических комплексов транспорта нефти.

**для решения поставленных задач в диссертации впервые результативно использованы** методы анализа и обобщения данных, статистических методов обработки данных, методов численного анализа; теории обобщенной электрической машины; теории электропривода; теории временных рядов; методов машинного обучения и программирования на языке Python;

**изложена идея** раннего обнаружения дефектов асинхронного двигателя на основе математического анализа временного ряда сигнала тока методом сингулярного разложения;

**раскрыты** противоречия, заключающиеся в применении существующих методов диагностирования асинхронных двигателей, эксплуатируемых в нефтегазовой промышленности, а также существующих подходов к организации технического обслуживания и ремонта асинхронных двигателей в составе электротехнических комплексов транспорта нефти;

**изучены** влияние наличия дефектов асинхронного двигателя на показатели эффективности электротехнических комплексов объектов добычи и транспорта нефти, методы диагностики АД, основанные на анализе электрических параметров в составе электротехнических комплексов, текущие подходы к управлению техническим обслуживанием и ремонтом

асинхронных двигателей в составе электротехнических комплексов транспорта нефти;

**проведено совершенствование** существующей модели оценки стоимости этапа эксплуатации жизненного цикла электродвигателя путем учета потерь, обусловленных наличием дефекта.

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

**разработан и внедрен** «Алгоритм выявления дефекта подшипника асинхронного двигателя на основе анализа сингулярного спектра тока статора» в производственную деятельность ООО «НПП «Комплексные интеллектуальные технологии» при разработке микропроцессорных устройств релейной защиты электротехнических комплексах, имеющих в своем составе электропривод, построенный на основе асинхронного электродвигателя;

**определены** перспективы практического использования предлагаемого метода идентификации дефекта на ранней стадии развития на основе сингулярного спектрального анализа тока статора асинхронного двигателя;

**создана** структура системы принятий решений по воздействию на план технического обслуживания и ремонта, включающая алгоритм воздействия на план технического обслуживания и ремонта асинхронного двигателя в составе электротехнического комплекса на основе алгоритма раннего обнаружения дефектов асинхронного двигателя методом сингулярного спектрального анализа с учетом вклада компонент и определения уровня их изменения;

**представлены рекомендации** для применения в качестве внешней диагностической системы при проектировании новых или модернизации существующих электромеханических систем с применением асинхронного электропривода.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

**для экспериментальных работ** показана воспроизводимость результатов исследования в различных условиях вариации нагрузки;

**теория** построена на известных моделях, проверяемых данных, фактах, согласуется с опубликованными экспериментальными данными по функционированию электроприводов технологического оборудования нефтегазовой отрасли;

**идея базируется** на результатах анализа и обобщения опыта в области диагностики электрических машин, обработки электрических сигналов, подходов к планированию технического обслуживания и ремонта асинхронных двигателей;

**использованы** результаты отечественного и зарубежного опыта применения методов обработки электрических сигналов асинхронных двигателей;

**установлена** качественная и количественная сопоставимость авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике исследования;

**использованы** современные методики сбора и обработки экспериментальных данных, представительные выборочные совокупности с обоснованием подбора объектов (единиц) наблюдения и измерения.

**Личный вклад соискателя состоит** в формулировании целей и задач исследования. Выполнен обзор отечественной и зарубежной научной литературы, проведен анализ существующих методов идентификации дефектов. Сформулированы и доказаны научные положения. Разработана методика ранней идентификации и отслеживания развития дефектов асинхронного двигателя на основе математических методов анализа временных рядов сигналов тока. Предложена модель оценки стоимости процесса эксплуатации АД с учетом потерь, обусловленных наличием дефекта. Основные результаты диссертационной работы изложены в подготовленных научных публикациях и представлены на конференциях.

В ходе защиты диссертации было высказано критическое замечание д.т.н., профессором Назарычевым А.Н. относительно представленной схемы принятия решений по эффективному регулированию ТОиР.

Соискатель Булдыско Александра Дмитриевна ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию.

На заседании 26 декабря 2023 диссертационный совет принял решение присудить **Булдыско Александре Дмитриевне** ученую степень кандидата технических наук за решение научной задачи повышения эффективности эксплуатации асинхронного электропривода на основе ранней идентификации дефектов путем анализа сингулярного спектра тока.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 5 докторов наук (по научной специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 17 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 11, против – 2, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель  
диссертационного совета

Ученый секретарь  
диссертационного совета



Шпенст  
Вадим Анатольевич  
Устинов  
Денис Анатольевич

26.12.2023 г.