

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.347.05,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» МИНОБРНАУКИ РФ, ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА
НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 19 декабря 2024 г. протокол № 3

О присуждении Дулову Илье Вадимовичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация на тему «Контроль успешности пуска асинхронного двигателя в энергосистеме малой мощности» **по специальности** 2.4.3 – «Электроэнергетика» принята к защите 10 октября 2024 г. (протокол заседания №9) диссертационным советом 24.2.347.05, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки РФ, 630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20, приказ о создании диссертационного совета №525/нк от 24.03.2023 г.

Соискатель Дулов Илья Вадимович, 17 ноября 1996 года рождения. В 2020 году соискатель окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет» по направлению 13.04.02 – «Электроэнергетика и электротехника», присуждена степень «Магистр». В 2024 году он завершил обучение в очной аспирантуре Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки РФ, по направлению 13.06.01 – «Электро- и теплотехника» (профиль: Электрические станции и электроэнергетические системы), выдан

диплом об окончании аспирантуры с присвоением квалификации «Исследователь. Преподаватель–исследователь». Нормативный период обучения в аспирантуре с 01.09.2020 г. по 31.08.2024 г.

С 2018 года Дулов И.В. по настоящее время работает в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Новосибирский государственный технический университет» на кафедре Автоматизированных электроэнергетических систем, в настоящий момент, в должности старшего преподавателя.

Диссертация выполнена на кафедре Автоматизированных электроэнергетических систем Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки РФ.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Фишов Александр Георгиевич, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», кафедра Автоматизированных электроэнергетических систем, профессор.

Официальные оппоненты:

Бердин Александр Сергеевич, доктор технических наук, профессор, профессор-исследователь кафедры «Автоматизированных электрических систем» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,

Кладиев Сергей Николаевич, кандидат технических наук, доцент, доцент Отделения электроэнергетики и электротехники Инженерной школы энергетики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное автономное

образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск, **в своем положительном отзыве**, подписанном доктором технических наук, заведующим кафедрой электроэнергетики, профессором Пантелеевым Василием Ивановичем, рассмотренном на заседании кафедры электроэнергетики (протокол № 3 (34) от 20.11.2024) и утвержденном проректором по учебной работе Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский федеральный университет», кандидатом психологических наук Д.С. Гуц, указала, что диссертация Дулова Ильи Вадимовича является законченной научно-исследовательской работой, соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.3 – «Электроэнергетика».

Соискатель имеет 14 опубликованных работ. Результаты диссертационной работы опубликованы в 14 научных работах, из них работ, опубликованных согласно перечню российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук (перечень ВАК РФ) – 4, публикации в изданиях, индексируемых в наукометрической базе данных Scopus – 3, Свидетельств о государственной регистрации программы для ЭВМ – 1, патентов РФ – 1.

Недостоверные сведения об опубликованных работах отсутствуют. Авторский вклад в опубликованных в соавторстве работах составляет не менее 60%. Общий объем научных изданий – 6 п.л.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

Научные статьи в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК

1. Дулов, И. В. Прототип автоматике контроля успешности пуска асинхронных двигателей в локальных системах энергоснабжения / И. В. Дулов, А. Г. Фишов // iPolytech Journal. – 2024. – Т. 28, № 2. – С. 303-319. – DOI 10.21285/1814-3520-2024-2-303-319.

2. Фишов А. Г. Контроль успешности пусков асинхронных двигателей в локальных энергосистемах / А. Г. Фишов, И. В. Дулов, М. Ю. Фролов // Релейная защита и автоматизация. – 2023. – № 3 (52). – С. 4–17.

3. Оперативная идентификация электромеханических параметров синхронного генератора для задач интеллектуального управления = Online identification of synchronous generator electromechanical parameters for intelligent control problems / М. Ю. Фролов, Р. Ю. Степанович, Н. Н. Лизалек, И. В. Дулов. – DOI 10.52254/1857-0070.2022.4-56.02. – Текст : электронный // Problems of the Regional Energetics = Problemele energeticii regionale = Проблемы региональной энергетики. – 2022. – № 4 (56). – С. 15–25.

4. Фролов М. Ю. Параметрическая идентификация асинхронной машины в процессе эксплуатации / М. Ю. Фролов, И. В. Дулов // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2021. – Т. 13, № 1 (49). – С. 85–96.

Публикации в сборниках материалов и трудов научных конференций, форумов всероссийского и международного уровня:

5. Дулов И. В. Параметрическая идентификация асинхронного двигателя в процессе пуска / И. В. Дулов // Наука. Технологии. Инновации: сб. науч. тр. 16 Всерос. науч. конф. молодых ученых, Новосибирск, 5–8 дек. 2022 г. : в 11 ч. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2022. – Ч. 4. – С. 30–34. – 100 экз. – ISBN 978-5-7782-4865-6.

6. Fishov A. G. The induction motor model for control starting in small-scale power systems / A. G. Fishov, I. V. Dulov, R. M. Khatylenko. - DOI 10.1109/UralCon52005.2021.9559568 // International Ural conference on electrical power engineering (UralCon) : proc., Magnitogorsk, 24–26 Sept. 2021. – Magnitogorsk : IEEE, 2021. – P. 255-260.

Свидетельство о регистрации программы в РФ № 2023682857
Российская Федерация. Программа расчета электрических параметров асинхронного двигателя по значениям параметров нормального переходного режима: № 2023682540: заявл. 01.11.2023 : опублик. 01.11.2023 / И. В. Дулов,

М. Ю. Фролов, Я. А. Фролова ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет».

Патент на изобретение № 2827055 приоритет от 23.11.2023. Способ контроля успешности прямого пуска асинхронного двигателя / Фишов А.Г., Дулов И.В., Фролов М.Ю.; опубл. 23.09.2024, Бюл. № 27 – 14 с.

На автореферат диссертации поступило 8 отзывов, все отзывы положительные:

1. **ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»**, доцент кафедры «Автоматизированные электроэнергетические системы», кандидат технических наук, доцент, Кротков Евгений Александрович; кандидат технических наук, доцент Дадонов Дмитрий Николаевич. *Замечания:* 1) о недостаточности описания настроек регуляторов, использованных в цифровой модели локальной системы энергоснабжения; 2) об отсутствии описания влияния на успешность пуска асинхронного двигателя механических характеристик производственного механизма.

2. **Белорусский национальный технический университет**, профессор кафедры «Электрические системы», доктор технических наук, профессор Короткевич Михаил Андреевич. *Замечания:* 1) о недостаточности раскрытия термина “локальная система энергоснабжения соизмеримой мощности”; 2) об ошибочном обозначении индекса предельно допустимого времени пуска асинхронного двигателя.

3. **ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»**, доцент кафедры Технической электроники, кандидат технических наук, доцент Смоленцев Николай Иванович. *Вопросы и замечания:* 1) о применимости разработанного способа для других электроприемников; 2) об отсутствии оценки экономического эффекта от применения разработанного способа; 3) об отсутствии определения вероятности неуспешного запуска асинхронного двигателя.

4. **Филиал АО «Системный оператор Единой энергетической**

системы» «Региональное диспетчерское управление энергосистемы г. Санкт-Петербурга и Ленинградской области», главный специалист отдела оптимизации режимов и общесистемных задач службы электрических режимов, кандидат технических наук Шиллер Мария Александровна. *Вопросы:* 1) о причинах появления разницы в процентах корректности работы разработанного алгоритма при математическом и физическом моделировании; 2) об определении экономической целесообразности применения разрабатываемой автоматики; 3) о применимости разработанной автоматики для контроля успешности пусков группы асинхронных двигателей.

5. **АО «ОДК-СТАР»,** ведущий конструктор, кандидат технических наук Солодкий Евгений Михайлович. *Замечания:* 1) Об отсутствии обоснования выбора метода пассивной параметрической идентификации; 2) о несоответствии ГОСТ блок схемы алгоритма поэтапного контроля успешности пуска асинхронного двигателя; 3) об отсутствии единообразия в оформлении формул и обозначений.

6. **ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»,** ассистент кафедры теоретических основ электротехники и релейной защиты и автоматики, кандидат технических наук, Кочетов Иван Дмитриевич, профессор кафедры теоретических основ электротехники и релейной защиты и автоматики, доктор технических наук, профессор Лямец Юрий Яковлевич, профессор кафедры теоретических основ электротехники и релейной защиты и автоматики, кандидат технических наук, старший научный сотрудник Нудельман Года Семенович. *Вопросы:* 1) о необходимости применения динамической модели асинхронного двигателя для более точной оценки параметров электродвигателя; 2) о возможности определения значения предельно допустимой минимальной частоты для некоторого усредненного типа генераторов.

7. **ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»,** профессор кафедры «Электроэнергетика, электроснабжение и силовая электроника», доктор технических наук,

профессор Куликов Александр Леонидович. *Вопросы:* 1) о необходимости учета потребителей, оказывающих влияние на показатели качества электроэнергии, при контроле успешности пуска асинхронного двигателя; 2) о необходимости согласования автоматики контроля успешности пусков асинхронного двигателя с существующими средствами релейной защиты и сетевой автоматики локальной системы энергоснабжения, а также с технологической автоматикой промышленных предприятий.

8. АО «ТЭСС», генеральный директор, кандидат экономических наук Холдин Александр Васильевич. *Вопросы и замечания:* 1) о необходимости подробного раскрытия методики определения настроек прототипа устройства и принципов их корректировки в процессе эксплуатации; 2) об отсутствии в прототипе устройства подсистемы сигнализации причины прерывания и рекомендаций о дальнейших действиях после неуспешного пуска для эксплуатационного персонала; 3) об отсутствии в прототипе устройства механизма анализа ретроспективных данных.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что доктор технических наук, профессор Бердин Александр Сергеевич является ведущим специалистом в области адаптивного противоаварийного управления энергосистемами в режиме «после», экспресс оценки режимных параметров переходных процессов и состояний энергосистем, а также структурной и параметрической идентификации генераторных и нагрузочных узлов по актуальным параметрам электрического режима; сфера научных интересов и тематика исследований кандидата технических наук, доцента **Кладиева Сергея Николаевича** связана с управлением электрическими режимами, оценкой состояния и параметрической идентификацией электропривода, а также оценкой степени и характера влияния режимов его работы на питающую сеть.

Сотрудники **федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский федеральный университет»**, г. Красноярск, активно занимаются вопросами

интеллектуального управления режимами энергосистем малой и большой мощности, оборудованием нагрузочных узлов, в частности контролем работы двигательной нагрузки с оценкой ее состояния и параметрической идентификацией, что подтверждается трудами ведущих ученых и специалистов университета.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая научная идея прогностического контроля успешности пуска крупных асинхронных двигателей в системах соизмеримой мощности генерации и двигателя, позволяющего на раннем этапе процесса выполнять прогностическую оценку его осуществимости с прерыванием при выявлении признаков неуспешности, что повышает ресурс работоспособности двигателя и оборудования локальной системы энергоснабжения;

предложен оригинальный способ многоэтапного прогностического контроля успешности прямого пуска асинхронного двигателя в локальных системах энергоснабжения;

доказана перспективность использования для теории и практики обеспечения надежности функционирования энергосистем малой мощности новой идеи контроля успешности пуска асинхронного двигателя путем прогностического выявления на малом временном интервале его неуспешности и недопустимого влияния на оборудование локальной системы энергоснабжения с разделением на ряд последовательных этапов контроля, на каждом из которых проверяются условия успешности и критичность параметров режима, определяемым по актуальным параметрам двигателя и схемно-режимного состояния питающей сети;

введены новые понятия: прогностический контроль успешности пуска, зондирующий интервал времени контроля прямого пуска асинхронного двигателя.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана возможность многоэтапного прогностического контроля успешности пуска асинхронного двигателя в локальной системе

энергоснабжения, расширяющая представление об адаптивном управлении нагрузкой в электрической сети;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы комплекс современных средств и методов имитационного и физического моделирования процессов в электроэнергетических системах при разработке и испытаниях прототипа автоматики контроля успешности пусков асинхронного двигателя;

изложены идея и доказательства осуществимости многоэтапного прогностического контроля успешности пуска асинхронного двигателя в энергосистеме малой мощности;

раскрыты существенные особенности прямого пуска асинхронного двигателя в энергосистемах малой мощности, выявлены возможности прогностического контроля его успешности;

изучены причинно-следственные связи процесса пуска асинхронного двигателя и вызванного им электромеханического переходного процесса в энергосистемах малой мощности, определяющие успешность его пуска;

проведена модернизация существующих условий и алгоритмов контроля успешности пуска асинхронного двигателя в энергосистеме малой мощности на основе теоретических и экспериментальных исследований, позволившая создать теоретические основы и прототип качественно новой противоаварийной автоматики предиктивного предотвращения неуспешного пуска асинхронного двигателя или его прекращения на ранней стадии.

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

разработан прототип автоматики, реализующей многоэтапный контроль успешности пуска асинхронного двигателя в энергосистеме малой мощности при регистрации режимных параметров только на статорных обмотках, позволяющий прерывать неуспешный пуск двигателя на ранних стадиях процесса;

определены перспективы практического применения устройств и создания

опытных образцов автоматики с многоэтапным прогностическим контролем успешности пуска асинхронного двигателя;

создана система обучения студентов и персонала промышленных предприятий, включающая практические рекомендации, физическую модель электрической сети сопоставимой мощности со средствами управления для проведения конструкторских работ и испытаний автоматики многоэтапного прогностического контроля успешности пуска асинхронного двигателя;

представлены предложения по дальнейшему развитию технологии адаптивного управления нагрузкой для повышения надежности функционирования локальных систем энергоснабжения.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ показана воспроизводимость результатов исследования при различных схемно-режимных состояниях электрической сети, полученных при испытаниях прототипа разработанной автоматики, проведенных на физической модели электроэнергетической системы в Новосибирском государственном техническом университете;

теория построена на использовании фундаментальных научных основ электроэнергетических систем и электрических машин, моделей элементов электрической сети и методов их параметрической идентификации. Достоверность многоэтапного прогностического контроля успешности пуска подтверждена экспериментами на цифровой и физических моделях энергосистемы малой мощности, качественно согласуется с опубликованными результатами других авторов по теме диссертации.

идея базируется на анализе практики и обобщении ранее проведенных исследований по способам и средствам снижения влияния прямых пусков асинхронного двигателя на энергосистемы малой мощности.

использованы данные, представленные в работах ученых Веникова В. А., Мелешкина Г.А., Илюшина П.В., Котина Д.А., Эрнста А.Д., Чершовой В. О., Travieso-Torres J.C., Yang H, а также данные других современных исследований, опубликованные в российских и международных журналах, индексируемых в т.ч. в Scopus и Web of Science, которые не противоречат

полученным результатам.

установлено качественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике, в тех случаях, когда такое сравнение является обоснованным.

использованы современные методы и устройства сбора и обработки исходной информации, полученной в результате физических экспериментов, с применением современного измерительного оборудования и специализированного программного обеспечения для обработки данных.

Личный вклад соискателя состоит:

в совместной с руководителем постановке цели и задач исследования, самостоятельной разработке и исследовании моделей по определению критических параметров режима для успешного пуска асинхронного двигателя, прототипа автоматики и программной реализации способа многоэтапного прогностического контроля успешности пуска асинхронного двигателя, методов параметрической идентификации используемых моделей с испытанием на цифровой модели энергосистемы малой мощности и на физической электродинамической модели электроэнергетической системы Новосибирского государственного технического университета, преобладающем участии в подготовке заявки на изобретение и основных публикаций по теме диссертации. Вклад соискателя в статьях, выполненных в соавторстве, составляет не менее 60%.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

- 1) Остались недоработки в части оценки вероятности неуспешного пуска асинхронного двигателя после его прогностической оценки;
- 2) Не представлены результаты исследования влияния частоты дискретизации сигналов при цифровом измерении параметров на корректность и быстродействие прогностического контроля успешности пуска асинхронного двигателя;
- 3) В автореферате недостаточно внимания уделено описанию настроек автоматических регуляторов синхронных генераторов, используемых в

цифровой и физической моделях.

Соискатель Дулов Илья Вадимович аргументировано ответил на все заданные ему в ходе заседания вопросы.

Диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития электроэнергетических систем, и соответствует пп. 9-14 Положения о присуждении учёных степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

На заседании 19 декабря 2024 г. диссертационный совет принял решение **за** новые научно обоснованные технические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны присудить Дулову Илье Вадимовичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве **9** человек, из них **8** докторов наук по специальности защищаемой диссертации, участвовавших в заседании, из **11** человек, входящих в состав совета, дополнительно введенных на разовую защиту **нет**, проголосовали: за **9**, против **нет**, недействительных бюллетеней **нет**.

Заместитель председателя
диссертационного совета

А.Г. Овсянников

Ученый секретарь
диссертационного совета

А.А. Осинцев

19 декабря 2024 г.