

Протокол № 76
заседания диссертационного совета Д 212.064.02,
созданного при федеральном государственном бюджетном образовательном
учреждении высшего образования «Ивановский государственный
энергетический университет имени В.И. Ленина» (ИГЭУ)
от 13 мая 2022 года
при защите диссертации Алейникова Алексея Владимировича
на тему «Разработка методов снижения пульсаций электромагнитных
виброусилий в многофазном магнитоэлектрическом электроприводе»
по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».
на соискание ученой степени кандидата технических наук

На заседании присутствовали 16 членов диссертационного совета из 22:

- | | |
|--|----------------------------|
| 1. Тарарыкин Сергей Вячеславович (председатель) | д-р техн. наук, 05.13.06 |
| 2. Тютиков Владимир Валентинович (зам. председателя) | д-р техн. наук, 05.13.06 |
| 3. Копылова Лариса Геннадьевна (ученый секретарь) | канд. техн. наук, 05.13.06 |
| 4. Анисимов Анатолий Анатольевич | д-р техн. наук, 05.09.03 |
| 5. Виноградов Анатолий Брониславович | д-р техн. наук, 05.09.03 |
| 6. Голубев Александр Николаевич | д-р техн. наук, 05.09.03 |
| 7. Казаков Юрий Борисович | д-р техн. наук, 05.09.03 |
| 8. Колганов Алексей Руфимович | д-р техн. наук, 05.13.12 |
| 9. Коростелев Владимир Федорович | д-р техн. наук, 05.13.06 |
| 10. Косяков Сергей Витальевич | д-р техн. наук, 05.13.12 |
| 11. Пантелеев Евгений Рафаилович | д-р техн. наук, 05.13.12 |
| 12. Ратманова Ирина Дмитриевна | д-р техн. наук, 05.13.12 |
| 13. Староверов Борис Александрович | д-р техн. наук, 05.13.06 |
| 14. Тихонов Андрей Ильич | д-р техн. наук, 05.13.12 |
| 15. Целищев Евгений Сергеевич | д-р техн. наук, 05.13.06 |
| 16. Шипко Михаил Николаевич | д-р техн. наук, 05.13.06 |

а также официальные оппоненты, преподаватели и сотрудники ИГЭУ.

Председательствующий на заседании профессор Тарарыкин Сергей Вячеславович на основании явочного листа извещает членов Совета о правомочности заседания и о присутствии оппонента Сафина А.Р. в удаленном интерактивном режиме

Списочный состав совета 22 человека. Присутствуют на заседании 16 членов совета из 22, в том числе докторов наук по специальности 05.09.03 – 4. Таким образом, Совет правомочен начать защиту. Заседание считается открытым.

Председательствующий объявляет о защите кандидатской диссертации Алейникова Алексея Владимировича на тему «Разработка методов снижения пульсаций электромагнитных виброусилий в многофазном магнитоэлектрическом электроприводе». Диссертация принята к защите решением диссертационного совета от 4 марта 2022 года, протокол № 74.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Голубев Александр

Николаевич, профессор кафедры «Теоретические основы электротехники и электротехнологии» ИГЭУ.

Официальные оппоненты:

- Хватов Олег Станиславович, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта», заведующий кафедрой «Электротехника и электрооборудование объектов водного транспорта»;
- Сафин Альфред Робертович, доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», профессор кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий».

Ведущая организация: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург.

Ученый секретарь Копылова Лариса Геннадьевна кратко докладывает об основном содержании представленных документов соискателя и сообщает членам совета, что все документы соответствуют установленным требованиям.

Соискатель излагает основные положения диссертации и отвечает на вопросы членов совета: Колганова А.Р., Целищева Е.С., Пантелеева Е.Р., Казакова Ю.Б., Тихонова А.И., Анисимова А.А., Староверова Б.А.

После технического перерыва выступает научный руководитель Голубев А.Н.

Ученый секретарь оглашает заключение организации, где выполнялась работа, оформленное в виде выписки из протокола расширенного заседания кафедры «Теоретические основы электротехники и электротехнологии» ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина».

Ученый секретарь оглашает отзыв ведущей организации – ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина».

Учёный секретарь сообщает присутствующим, что на автореферат диссертации поступило 7 отзывов:

1. ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», г. Керчь, Республика Крым;
2. ФГБОУ ВО «Ивановская государственная сельскохозяйственная академия имени Д.К. Беляева»;
3. ФГБОУ ВО «Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России»;
4. АО «Ярославский электромашиностроительный завод»;
5. ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта», г. Москва.
6. ООО «Инженерный центр Энергосетьпроект», г. Иваново
7. ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева».

Все отзывы положительные. С согласия членов диссертационного совета Учёный секретарь зачитывает перечень отзывов с содержащимися в них замечаниями

Соискатель отвечает на замечания, содержащиеся в отзыве ведущей организации и в отзывах на автореферат диссертации.

Выступает официальный оппонент Сафин А.Р., присутствующий в удаленном интерактивном режиме. Соискатель отвечает на замечания, содержащиеся в отзыве оппонента.

Выступает официальный оппонент Хватов О.С. Соискатель отвечает на замечания, содержащиеся в отзыве оппонента.

В дальнейшей дискуссии участвуют члены совета: Казаков Ю.Б., Виноградов А.Б., Тарарыкин С.В.

После заключительного слова соискателя диссертационный совет переходит к тайному голосованию.

Единогласно избирается счетная комиссия из трех членов совета: Анисимов А.А., Коростелев В.Ф., Шипко М.Н.

После проведения тайного голосования председатель счётной комиссии Анисимов А.А. оглашает протокол счетной комиссии с результатами голосования:

Состав диссертационного совета утвержден в количестве 22 человек.

Присутствовало на заседании 16 членов совета, из них докторов наук по специальности 05.09.03 - Электротехнические комплексы и системы – 4.

Роздано бюллетеней – 16. Осталось нерозданных бюллетеней – 6. Оказалось в урне бюллетеней – 16.

Результаты голосования по вопросу о присуждении ученой степени кандидата технических наук Алейникову Алексею Владимировичу подано голосов: «за» – 16, «против» – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Совет открытым голосованием единогласно («за» – 16, «против» – нет) утверждает протокол счетной комиссии и результаты голосования.

Председательствующий поздравляет соискателя Алейникова А.В. с присуждением ему ученой степени кандидата технических наук.

Совет переходит к обсуждению проекта заключения.

После обсуждения и внесения редакционных поправок Совет открытым голосованием единогласно (за – 16, против – нет) принимает следующее заключение:

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.064.02,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Ивановский государственный энергетический университет имени В.И.Ленина»
Министерства науки и высшего образования Российской Федерации,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК**

решение диссертационного совета от 13 мая 2022 г. № 76

О присуждении Алейникову Алексею Владимировичу, гражданину России, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка методов снижения пульсаций электромагнитных виброусилий в многофазном магнитоэлектрическом электроприводе» по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы» принята к защите 04 марта 2022 года (протокол заседания № 74) диссертационным советом Д 212.064.02, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» (ИГЭУ) Минобрнауки России, 153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34, приказом № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Алейников Алексей Владимирович, 06 января 1992 года рождения.

В 2014 году соискатель окончил федеральное государственное бюджетное образо-

вательное учреждение высшего профессионального образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» (ИГЭУ) по программе специалитета.

В 2018 году соискатель освоил программу подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре ИГЭУ по очной форме обучения.

Работает в должности старшего преподавателя кафедры «Теоретические основы электротехники и электротехнологии» в ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина».

Диссертация выполнена на кафедре «Теоретические основы электротехники и электротехнологии» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук Голубев Александр Николаевич, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина», профессор кафедры «Теоретические основы электротехники и электротехнологии».

Официальные оппоненты:

– Хватов Олег Станиславович, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта», заведующий кафедрой «Электротехника и электрооборудование объектов водного транспорта»;

– Сафин Альфред Робертович, доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», профессор кафедры «Электро-снабжение промышленных предприятий»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург в своем положительном отзыве, подписанном Фризенем Василием Эдуардовичем, доктором технических наук, доцентом, заведующим кафедрой «Электротехника» и утвержденном проректором по науке доктором физико-математических наук, доцентом Германенко Александром Викторовичем, **указала**, что научная и практическая значимость диссертации Алейникова Алексея Владимировича на тему «Разработка методов снижения пульсаций электромагнитных виброусилий в многофазном магнитоэлектрическом электроприводе» не вызывает сомнений. Разработанные в диссертации математические модели синхронного двигателя с постоянными магнитами (СДПМ) рекомендуются к использованию в проектных организациях при разработке и модернизации электромеханических систем автоматического управления. Предложенный метод снижения пульсаций электромагнитных виброусилий рекомендуется к применению с целью уменьшения вибраций, возникающих при работе двигателя.

Ведущая организация констатировала, что диссертационная работа Алейникова А.В. является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, в которой на основании проведенных автором исследований и разработок предложены решения по снижению пульсаций электромагнитных виброусилий в многофазном СДПМ за счет целенаправленного формирования фазных токов, имеющие важное значение для электротехнической отрасли страны. Диссертация удовлетворяет требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842

с изменениями от 20.03.2021 г., утв. пр. № 426, предъявляемым к кандидатским диссертациям, соответствует паспорту специальности 05.09.03 «Электротехнические комплексы и системы», а ее автор, Алейников Алексей Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по указанной научной специальности.

Соискатель имеет 21 опубликованную работу по теме диссертации, из них 5 статей – в ведущих рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 1 статья опубликована в издании, индексированном в международной базе Scopus. Общий объем составляет 4,8 печатных листа, авторский вклад – 1,6 печатных листа. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:

1. Мартынов В.А. Математическая модель для расчета электромагнитных сил в синхронном электроприводе с постоянными магнитами/ Мартынов В.А., Голубев А.Н., Алейников А.В. // Вестник ИГЭУ. – 2015. – Вып. 1 – С. 10-13 (*работа посвящена разработке алгоритма расчета радиальных сил, действующих на зубцы статора, с учетом реальной геометрии машины и насыщения магнитопровода*).

2. Мартынов В.А. Разработка уточненной математической модели синхронного двигателя с постоянными магнитами для расчетов в реальном времени/ Мартынов В.А., Голубев А.Н., Алейников А.В. // Вестник ИГЭУ. – 2017. – Вып. 5. – С. 37-43. DOI: 10.17588/2072-2672.2017.5.037-043 (*работа посвящена разработке математической модели многофазного синхронного двигателя с постоянными магнитами, позволяющей проводить расчеты электромагнитных переменных машины в реальном времени*).

3. Голубев А.Н. Алгоритм управления, улучшающий вибросиловые характеристики синхронного многофазного магнитоэлектрического электропривода/ Голубев А.Н., Алейников А.В. // Вестник ИГЭУ. – 2021. – Вып. 6. – С. 38-44. DOI: 10.17588/2072-2672.2021.6.038-044 (*в работе предложен алгоритм управления многофазным синхронным двигателем с постоянными магнитами, снижающий уровень вибраций и шумов, вызванных пульсациями электромагнитных сил, возникающих между различными частями электрической машины*).

На диссертацию и автореферат поступило 7 отзывов из следующих организаций: ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет» (подписал канд. техн. наук Савенко А.Е., доцент кафедры «Электрооборудование судов и автоматизация производства»); ФГБОУ ВО «Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России» (подписал канд. техн. наук Топоров А.В., доцент кафедры механики, ремонта и деталей машин); ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта», г. Москва (подписал доктор техн. наук Шевлюгин М.В., зав. кафедрой «Электроэнергетика транспорта»); ФГБОУ ВО «Ивановская государственная сельскохозяйственная академия» (подписал доктор техн. наук Баусов А.М., профессор кафедры «Технический сервис и механика»); АО «Ярославский электромашиностроительный завод» (подписал канд. техн. наук Ананьев С.С., начальник бюро расчета электрических машин отдела главного конструктора); ООО «Инженерный центр Энергосетьпроект», г. Иваново (подписал канд. техн. наук Лапин А.А., ведущий инженер); ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева» (подписали доктор техн. наук Дарьенков А.Б., заведующий кафедрой «Электрооборудование, электропривод и автоматика» и канд. техн. наук Плеханов А.С., доцент той же кафедры).

Основные замечания, содержащиеся в отзывах, касаются вопросов, связанных с

обоснованием выбора параметров исследуемого двигателя, численным моделированием СДПМ, возможностью использования разработанной математической модели двигателя для различных вариантов его конструктивного исполнения, полноты представления в автореферате результатов исследования разработанного алгоритма формирования фазных токов.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их соответствием критериям, предъявляемым пунктами 22, 24 «Положения о присуждении ученых степеней», а также широкой известностью своими достижениями в области автоматизации и управления технологических процессов и производств, которые позволяют им квалифицированно определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны: математическая модель многофазного СДПМ, обеспечивающая определение электромагнитного момента и радиальных сил, действующих на зубцы статора, в режиме реального времени на основе анализа магнитного поля в активной зоне; **алгоритм** управления многофазным электроприводом, реализующий улучшение виброшумовых показателей электропривода на основе целенаправленного формирования фазных токов СДПМ;

предложена: система управления многофазным электроприводом, реализующая разработанный алгоритм формирования фазных токов, который обеспечивает снижение электромагнитных виброусилий;

доказана: эффективность предложенной системы улучшения виброшумовых характеристик многофазного магнитоэлектрического электропривода;

введены: представление многофазного магнитоэлектрического электропривода, как объекта управления и алгоритма управления, обеспечивающего улучшение виброшумовых характеристик за счет снижения электромагнитных виброусилий.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны: возможность улучшения виброшумовых характеристик магнитоэлектрического электропривода путем увеличения числа фаз исполнительного двигателя, **эффективность** разработанного метода снижения электромагнитных виброусилий путем предложенного воздействия на форму фазных токов двигателя, **возможность** применения разработанной модели многофазного СДПМ для расчета электромагнитного момента и радиальных сил в реальном масштабе времени;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы теория электромагнитного поля и современные методы его анализа и моделирования, в частности методы численного моделирования в специализированных программных комплексах ElCut и Matlab Simulink, теория автоматического управления и автоматизированного электропривода;

изложен метод моделирования многофазного СДПМ, позволяющий на основе численного анализа магнитного поля в активной зоне проводить исследование работы СДПМ в статических и динамических режимах работы электропривода;

раскрыты возможности систем управления многофазным электроприводом, реализующие предложенные подходы к снижению электромагнитных виброусилий и, соответственно, улучшению виброшумовых характеристик на основе формирования фазных токов СДПМ;

изучено влияние конструктивного исполнения индуктора СДПМ и количества фаз на электромагнитные виброусилия;

модернизированы математическая модель многофазного СДПМ, позволяющая определять радиальные силы, действующие на зубцы статора, и система управления магнитоэлектрическим электроприводом, обеспечивающая снижение электромагнитных виброусилий.

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

разработана математическая модель СДПМ, позволяющая проводить анализ мгновенных значений электромагнитного момента и радиальных сил, действующих на зубцы статора многофазных СДПМ в статических и динамических режимах работы электропривода с учетом распределения магнитного поля в активной зоне, обеспечивающая повышение точности расчетов и возможность ее использования в режиме реального времени в электромеханической системе;

теоретические и практические результаты исследований **внедрены** в учебном процессе ИГЭУ в дисциплине «Моделирование в электротехнике» по профилю подготовки «Электротехнологические установки и системы»;

определена сфера практического использования теоретических решений, как область построения электромеханических систем с улучшенными виброшумовыми показателями;

создан комплекс имитационных моделей для расчета электромагнитных характеристик СДПМ;

представлены результаты исследования влияния формы магнитов на вибросиловые характеристики и рекомендации по их выбору.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

экспериментальные результаты подтверждаются сопоставлением расчёта по разработанным моделям с существующими методиками при одинаковых с ними условиях проведения модельного и физического эксперимента

теория построена на основе проверенных методов и средств математического моделирования электромагнитного поля, общеизвестных положений теории электропривода и автоматического управления;

идеи базируются на анализе передовых достижений в области разработки современных электроприводов и решений, близких к проблематике исследования;

использованы известные научно-технические достижения, полученные ранее при разработке электромеханических систем переменного тока с улучшенными виброшумовыми и регулировочными характеристиками;

установлено соответствие полученных в ходе исследования результатов известным ранее достигнутым результатам в данной области;

использованы методы и средства моделирования электромеханических устройств и объектно-ориентированного программирования.

Личный вклад соискателя состоит в **конкретизации** задач исследования; **разработке** математической модели СДПМ, алгоритма формирования фазных токов, обеспечивающего снижение уровня виброусилий, системы управления многофазным электроприводом с улучшенными виброшумовыми характеристиками, **выполнении** численных и экспериментальных исследований, **подготовке** основных публикаций по выполненной работе, **апробации** результатов исследования.

В ходе защиты диссертации критических замечаний, подвергающих сомнению научную новизну и практическую ценность результатов диссертационных исследований, не поступило.

На заседании 13 мая 2022 года диссертационный совет принял решение за новые на-

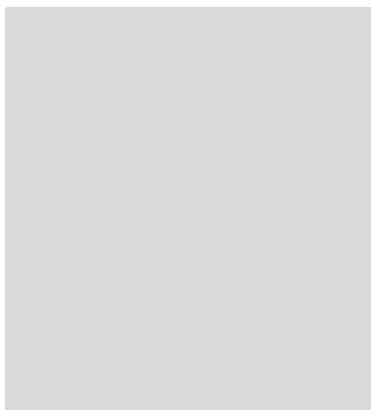
учно обоснованные технические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития электротехнической отрасли страны, присудить Алейникову А.В. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 4 доктора наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за – 16, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

На этом заседание считается закрытым.

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета



Тарарыкин Сергей Вячеславович

Копылова Лариса Геннадьевна