ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

24.2.377.06, 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 06 октября 2026 г., №11

О присуждении Костюкову Владиславу Дмитриевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Повышение энергоэффективности и жесткости электромагнитных подшипников за счет применения несимметричных режимов управления» по специальности 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы принята к защите 01 июля 2026 года (протокол № 9) диссертационным советом 24.2.377.06, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет», Минобрнауки России, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, приказ №1172/нк от 12.10.2022 г.

Соискатель Костюков Владислав Дмитриевич 15 ноября 1997 года рождения.

В 2019 г. окончил бакалавриат федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тольяттинский государственный университет» по направлению «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электроснабжение».

В 2021 г. окончил магистратуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тольяттинский государственный университет» по направлению «Электроэнергетика и электротехника».

В 2025 г. окончил аспирантуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» по специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы. Справка о сдаче кандидатских экзаменов № Сп-02.03/712 от 27.04.2026 г. выдана федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Самарский государственный технический университет».

С 2019 по 2020 год Костюков В.Д. работал в должности наладчика КИПиА 4 разряда в службе контрольно-измерительных приборов и автоматики, диспетчеризации и средств связи АО «ТЕВИС». С 2020 по 2022 год работал в должности наладчика КИПиА 5 разряда в службе контрольно-измерительных приборов и автоматики, диспетчеризации и средств связи АО «ТЕВИС». С 2022 года и по настоящее время работает в должности инженера 1 категории службы автомати-

зированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) Самарского филиала ПАО «Т-Плюс».

Диссертация выполнена на кафедре «Электромеханика и автомобильное электрооборудование» ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет».

Научный руководитель – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Электромеханика и автомобильное электрооборудование» ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» Макаричев Юрий Александрович, г. Самара.

Официальные оппоненты:

1. Ковалёв Константин Львович, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Электроэнергетические, электромеханические и биотехнические системы» ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», г. Москва;

2. Доманов Виктор Иванович, к.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Электропривод и автоматизация промышленных установок» ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» (УлГТУ), г. Ульяновск.

– 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, подписанном д.т.н., профессором, профессором кафедры «Электромеханика» Исмагиловым Флюром Рашитовичем и утвержденным проректором по научной работе, д.ф.-м.н., доцентом Шарафуллиным Ильдусом Фанисовичем, указали, что диссертационная работа Костюкова Владислава Дмитриевича является законченной научно-квалификационной работой, в которой представлено решение актуальной задачи по повышению энергоэффективности и жесткости электромагнитных подшипников за счет применения несимметричных режимов управления. Содержание диссертации соответствует паспорту научной специальности 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы. Диссертация соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям в соответствии с п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г. в редакции от 16.10.2024 г.), а её автор, Костюков Владислав Дмитриевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы.

Соискатель имеет по теме диссертации 14 опубликованных печатных работ, из них 8 статей в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях из перечня ВАК РФ и 2 патента на изобретение. Общий объем опубликованных работ 6,4 п.л. с авторским вкладом 3,6 п.л. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1.**Костюков В.Д.** Линеаризованная математическая модель электромагнитного подшипника при независимом управлении напряжениями противоположных магнитов / **В.Д. Костюков**, А.В. Стариков, В.Н. Козловский, О.В. Пантюхин // Известия Тульского государственного университета, серия «Технические науки» выпуск 9 – 2023. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2023. – с. 388 – 392.

2.**Костюков В.Д.** Выбор параметров регуляторов электромагнитного подшипника при смещении центра магнитной системы относительно оси вращения ротора / **В.Д. Костюков**, Г.А. Крылов, А.В. Стариков, Ю.А. Макаричев // Научно-технический журнал Вопросы электротехнологии, № 4 (45) – 2024. – Саратов: Саратовский гос. тех. Ун-т. им. Гагарина Ю.А., 2024. – С. 62 – 70.

3.**Костюков В.Д.** Дискретная математическая модель цифровой системы управления электромагнитным подшипником с раздельным регулированием напряжений противоположных магнитов двигателем / **В.Д. Костюков**, Г.А. Крылов, А.В. Стариков // Вопросы электротехнологии, № 4 (49), 2025. – С. 71 – 78.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. ведущей организации – ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», г. Уфа. Наиболее существенные замечания: 1) «Почему смещение оси ротора для компенсации его веса рассчитывается при условии равенства токов в противоположных магнитах? Разве это условие обязательное?»; 2) «В автореферате рисунки представлены в черно белом виде, а в пояснении к ним (рис. 7) описываются графики как цветные («синий», «красный» визир)»;

2. официального оппонента д.т.н., профессора Ковалёва К.Л. Наиболее существенное замечание: «Для удобства сравнения экспериментальных и расчетных графиков на рис. 4.16 и 4.18 следовало бы совместить их в одних координатных осях»;

3. официального оппонента к.т.н., доцента Доманова В.И. Наиболее существенное замечание: «Не рассмотрена принципиальная схема реализации силовой части»;

4. д.т.н., проф., зав. кафедрой «Горная электротехника и автоматика им. Р.М. Лейбова» Маренича К.Н., ФГБОУ ВО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк. Наиболее существенное замечание: «Из формулировки «Заключения» (стр. 19) не ясно, актуальная ли задача решена и относится ли она к научно-техническим задачам»;

5. д.т.н., проф., проф. кафедры «Судовое электрооборудование» Высоцкого В.Е., ФГБОУ ВО «Севастопольский государственный университет» (СевГУ), г Севастополь. Наиболее существенное замечание: «Смещение центра магнитной системы для компенсации веса ротора увязано с повышением жесткости электромагнитного подшипника, хотя это противоречивые факторы»;

6. к.т.н., доцента кафедры «Электроснабжение и электротехника» Чер-

ненко А.Н., ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет», г. Тольятти. Наиболее существенное замечание: «Отмечается, что предложенная система управления электромагнитным подшипником с раздельным регулирование напряжений противоположных электромагнитов позволяет повысить быстродействие системы при отработке управляющих воздействий, как минимум в 2 раза, а динамическую жесткость подшипника – в 1,25 раза. Вероятно, для большей наглядности, необходимо было это проиллюстрировать, тем более, что производилось компьютерное моделирование»;

7. к.т.н., доцента, доцента кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий» Храмшина Р.Р., ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск. Наиболее существенное замечание: «До какого уровня может быть снижено напряжение питания без потери устойчивости? Является ли этот запас достаточным для реальных условий эксплуатации (просадки сети, пусковые режимы)?»;

8. д.т.н., доцента, проф. кафедры «Электромеханика» Иванова С.Н., ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», г. Комсомольск-на-Амуре. Наиболее существенное замечания: 1) «Автор указывает на необходимость резервного источника питания электромагнитов. Каким образом система управления обеспечивает переключение на этот источник при провалах напряжения?»; 2) «Использование электромагнитных подшипников целесообразно в сочетании с газовыми. Как могут соотноситься их параметры с позиций энергоэффективности и жесткости?»;

9. к.т.н., доцента, доцента кафедры «Электротехнические комплексы и системы» Бутакова В.М., ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань. Наиболее существенное замечание: 1) «Из автореферата не ясно, каким образом достигается энергоэффективность, если режимы работы компрессора могут меняться в зависимости от частоты вращения ротора»;

10. к.т.н., зав. кафедрой «Электромеханика» Топоркова Д.М. и к.т.н., доцента кафедры «Электромеханика» Вяльцева Г.Б., ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», г. Новосибирск. Наиболее существенное замечание: 1) «Выбор зазора в магнитном подшипнике обычно является компромиссом между магнитным тяжением и запасом свободного хода при возмущении. Следует прояснить, насколько намеренное уменьшение зазора повышает риск контакта ротора со страховочными подшипниками»;

11. к.т.н., доцента, доцента кафедры «Электрические машины и аппараты» Шестакова А.В., ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет», г. Киров. Наиболее существенное замечание: «Каковы значения напряжения питания и тока обмоток управления электромагнитным подшипником, полученные экспериментально?»;

12. д.т.н., доцента, зав. кафедрой «Электрооборудование, электропривод и автоматика» Дарьенкова А.Б. и к.т.н., доцента кафедры «Электрооборудование,

электропривод и автоматика» Плехова А.С., ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», г. Нижний Новгород. Наиболее существенные замечания: 1) «На стр.3 говорится, что от значения потребляемой ЭМП мощности зависят не только расходы на электроэнергию, но и стоимость силового преобразователя, а также аккумуляторной батареи с системой бесперебойного питания на ее основе, которые являются обязательной частью комплекса ЭМП. Однако, в работе не рассмотрены эти вопросы»; 2) «На стр. 13 автореферата говорится об устойчивости в динамических режимах во всём диапазоне положений ротора и при этом не приводятся ни базовые значения показателей устойчивости, ни достигнутые, нет даже их перечня».

Все отзывы **положительные**, в них отмечается актуальность, новизна исследований и практическая значимость работы, а также то, что Костюков Владислав Дмитриевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 «Электротехнические комплексы и системы».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью и опытом работы в области электрических комплексов и систем, а также публикациями по тематике диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны:

– новая линеаризованная математическая модель ЭМП как объекта управления, содержащая передаточные функции и структурные схемы, справедливая для любого положения ротора, различных способов регулирования напряжений противоположных электромагнитов с учетом начальных значений скорости перемещения ротора и производных токов;

– система управления электромагнитным подшипником с раздельным регулированием напряжений противоположных электромагнитов;

предложены:

– методика параметрического синтеза регуляторов разработанной системы управления;

– дискретные передаточные функции электромагнитного подшипника как объекта управления, которые позволяют исследовать динамические свойства цифровых систем управления магнитными опорами при заданном структурном построении, различных законах регулирования напряжений противоположных магнитов и произвольном начальном положения ротора с учетом величины периода дискретизации;

– математическая модель электромагнитного подшипника как объекта управления для возможности раздельного регулирования напряжений противоположных электромагнитов;

установлено: предложенная система управления электромагнитным подшипником с раздельным регулированием напряжений противоположных элек-

тромагнитов позволяет повысить быстродействие системы при отработке управляющих воздействий;

новых **понятий не вводилось.**

Теоретическая значимость исследований обоснована тем, что:

предложена методика параметрического синтеза регуляторов, которая позволяет произвести обоснованный расчет настроек регуляторов с учетом величины смещения центра магнитной системы относительно оси вращения и обеспечить требуемый характер переходных процессов в возможном диапазоне перемещений ротора;

разработаны дискретные передаточные функции электромагнитного подшипника как объекта управления, а также дискретная передаточная функция цифровой системы управления, которая позволяет в процессе проектирования определить требования к периоду замыкания программного цикла и характеристикам производительности контроллера или микроконтроллера, планируемого для технической реализации системы управления электромагнитного подвеса ротора;

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

разработаны и внедрены:

– методика расчёта системы электромагнитного подвеса перспективного турбонагнетателя 6ТК-Э железнодорожного дизеля (НПО «Шторм» г. Самара);

– алгоритм и программа расчета параметров регуляторов системы управления электромагнитными подшипниками применяются в учебном процессе ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» при подготовке магистрантов кафедры электромеханики и автомобильного электрооборудования в курсе «Оптимизация электротехнических комплексов и систем».

предложен, реализован и апробирован алгоритм структурно-параметрического синтеза системы управления радиальным электромагнитным подшипником с раздельным регулированием напряжений противоположных электромагнитов и настройкой параметров регуляторов, учитывающих смещение центра магнитной системы относительно оси вращения ротора, что позволяет снизить собственное электропотребление электромагнитными подшипниками не менее, чем на 30% при дифференциальном законе регулирования напряжений, а также повысить быстродействие системы управления в 2 раза и жесткость опор в 1,25 раза.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для математических моделей: адекватность полученной новой математической модели радиального электромагнитного подшипника как объекта управления подтверждена хорошим совпадением результатов компьютерного моделирования с результатами натурного эксперимента, расхождение результатов не превышает 3,4%;

теория построена с использованием корректного математического аппарата и обоснованных допущений; достоверность и обоснованность научных положе-

ний, выводов и полученных результатов базируются на известных и корректно использованных выводах математического анализа, сравнении результатов расчета и математического моделирования с данными, полученными экспериментальным путем;

идея основана на обобщении и дальнейшем развитии передового опыта российских и зарубежных ученых, работающих в области применения электромагнитных подшипников в электротехнических комплексах и системах бесконтактного подвеса вращающихся роторов агрегатов, где использование традиционных подшипников качения и скольжения проблематично;

использовано сравнение авторских экспериментальных и расчетных данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике из открыто опубликованных источников;

установлено, что полученные результаты не противоречат результатам, представленным в открыто опубликованных источниках;

доказаны обоснованность теоретических выводов и положений, подтверждённых экспериментально и согласующихся с данными, опубликованными в научной литературе;

использованы современные методы обработки расчетных и экспериментальных данных, полученных в результате математического моделирования и натурных экспериментов.

Личный вклад соискателя состоит в аналитическом решении задачи расчета рациональной величины смещения центра магнитной системы электромагнитного подшипника относительно оси вращения ротора; в определении передаточных функций электромагнитного подшипника с учетом возможности раздельного регулирования напряжений противоположных электромагнитов; в разработке системы управления электромагнитными подшипниками с раздельным регулированием напряжений противоположных магнитов и методики синтеза ее регуляторов; в разработке дискретной математической модели цифровой системы управления электромагнитным подшипником с раздельным регулированием напряжений противоположных магнитов, позволившие повысить быстродействие системы при отработке управляющих воздействий.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические вопросы и замечания:

1. Как изменится система управления, при наличии эксцентриситета ротора, который может быть в любом положении и под любым углом? (д.т.н. Казаков Ю.Б.)

3. Магнитная система является существенно нелинейной, а Вы применили принцип суперпозиции. Поясните насколько такой метод можно применять при расчете управления нелинейной системой? (д.т.н. Грачёв П.Ю.)

4. Какой алгоритм пуска электромагнитного подшипника? (д.т.н. Гуляев И.В.)

5. Конкретизируйте практическую значимость результатов работы. (д.т.н. Гольдштейн В.Г.)

Соискатель Костюков В.Д. ответил и частично согласился с замечаниями на заданные ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

На заседании 06 октября 2026 года диссертационный совет принял решение присудить Костюкову Владиславу Дмитриевичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы за решение важной научно-технической задачи по разработке и параметрическому синтезу электротехнического комплекса электромагнитных подшипников, обеспечивающих повышение жесткости опор и снижение потребления электрической энергии.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 12 человек, из них 11 докторов наук по специальности защищаемой диссертации, участвовавших в заседании, из 14 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за присуждение степени - 12, против – 0, недействительных бюллетеней -0.

Председатель диссертационного
совета 24.2.377.06 Зубков Юрий Валентинович

Ученый секретарь диссертационного
совета 24.2.377.06 Стрижакова Елена Владимировна

06 октября 2026 г.