

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 999.086.03 ПРИ
ФЕДЕРАЛЬНОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ БЮДЖЕТНОМ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ УЧРЕЖДЕНИИ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КОМСОМОЛЬСКИЙ-НА-АМУРЕ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ», ФЕДЕРАЛЬНОМ
ГОСУДАРСТВЕННОМ БЮДЖЕТНОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ
УЧРЕЖДЕНИИ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»,
ФЕДЕРАЛЬНОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ БЮДЖЕТНОМ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ УЧРЕЖДЕНИИ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» ПО
ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 31 октября 2016 года № 11

О присуждении Ульянову Александру Владимировичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка и исследование электротехнического комплекса газоманитных опор высокоскоростного электрооборудования» по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы» принята к защите 29 августа 2016 года, протокол №5, диссертационным советом Д999.086.03 при Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет», Федеральном государственного бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Дальневосточный государственный университет путей сообщения», Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Амурский государственный университет», 681013, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, д. 27,

созданным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 773/нк от 24 июня 2016 года (с 19 июля 2016 года).

Соискатель Ульянов Александр Владимирович 1988 года рождения, в 2012 году окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет». Год окончания обучения в аспирантуре Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет» - 2016. Работает старшим преподавателем кафедры «Промышленная электроника» в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет».

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет» на кафедре «Промышленная электроника» электротехнического факультета по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Научный руководитель - кандидат технических наук, доцент Копытов Сергей Михайлович, работает в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет» на кафедре «Промышленная электроника» доцентом.

Официальные оппоненты:

Макаричев Юрий Александрович, доктор технических наук (05.09.01), доцент, заведующий кафедрой «Электромеханики и автомобильного электрооборудования» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет», г. Самара;

Шельмакова Наталья Сергеевна, кандидат технических наук (05.09.03), инженер-проектировщик отдела проектирования производственного подразделения по эксплуатации тепловых сетей муниципального унитарного предприятия «Владивостокское предприятие электрических сетей», г. Владивосток

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 кандидатом технических наук, доцентом, заведующим кафедрой «Электропривод и автоматизация промышленных установок» Костылевым Алексеем Васильевичем, доктором технических наук, профессором кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок» Зюзевым Анатолием Михайловичем и утвержденном ученым секретарем «Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» Морозовой Верой Анатольевной, **указала, что** диссертационная работа является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложено научно обоснованное техническое решение задачи создания электромагнитного подвеса как управляемой активной части газоманитной опоры высокоскоростного электрооборудования, работающего во взаимодействии с газостатическим подвесом, имеющей существенное значение для машиностроительной отрасли страны; диссертационная работа соответствует паспорту специальности 05.09.03 - Электротехнические комплексы и системы, а ее автор Ульянов Александр Владимирович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 - Электротехнические комплексы и системы.

Соискатель имеет 21 опубликованную работу, в том числе по теме диссертации - 15 работ, из которых 4 в журналах, рекомендованных ВАК, 6 в научно-технических журналах и сборниках, 3 патента и 2 свидетельства о

регистрации программ для ЭВМ. Общий объем публикаций по теме диссертации 2,123 п.л., в т.ч. авторских - 1,105 п.л.; в т.ч. опубликованных в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК Минобрнауки России - 0,875 п.л.; в материалах международных и всероссийских научных конференций - 1,248 п.л., в т.ч. авторских 1,123 п.л.

Наиболее значимые работы:

1. Ульянов А.В. Математическая модель управляемой газомангнитной опоры/ А.В. Ульянов, С.М. Копытов, С.В. Стельмашук // Электротехнические комплексы и системы управления. – 2014. - №3. - С. 16-20.
2. Ульянов А. В. Оценка точности и устойчивости системы автоматического управления газомангнитной опорой/ А.В. Ульянов, С.М. Копытов, С.В. Стельмашук // Электротехнические комплексы и системы управления. – 2015. - №3. - С. 1-4.
3. Ульянов А.В. Совершенствование конструкций газомангнитных опор высокоскоростных роторных машин/ С.М. Копытов, А.В. Космынин, А.В. Ульянов, В.С. Щетинин, А.С. Хвостиков // Фундаментальные исследования. – 2013. - №10-1. - С. 25-29.
4. Ульянов А.В. Повышение точности вращения валов высокоскоростных роторных систем/ А.В. Космынин, В.С. Щетинин, С.М. Копытов, А.В. Ульянов, А.С. Хвостиков // Ученые записки КнАГТУ. – 2013. - №3. –1(15). - С. 47-51.
5. Пат. №2545146 РФ Способ работы управляемого газомангнитного подшипникового узла и подшипниковый узел/ А.В. Ульянов, С.М. Копытов, А.В. Космынин, В.С. Щетинин, А.С. Хвостиков, Ю.В. Медведовская, А.В. Смирнов; заявитель и патентообладатель Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т. - 2013142552/11; опубл.27.03.2015, бюл. № 9.
6. Пат. №135747 РФ Газомангнитный подшипниковый узел с поперечным расположением магнитопроводов/ А.В. Космынин, В.С. Щетинин, С.М. Копытов, А.В. Ульянов; заявитель и патентообладатель Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т. - 2013113021/11; опубл.20.12.2013, бюл. № 35.

7. Пат. №134260 РФ Газомагнитный подшипниковый узел с продольным расположением магнитопроводов/ А.В. Космынин, В.С. Щетинин, С.М. Копытов, А.В. Ульянов; заявитель и патентообладатель Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т. - 2013112963/11; опубл.10.11.2013, бюл. № 31.

8. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2012660515 Модуль построения годографа роторной системы/ А.В. Ульянов, С.М. Копытов. - Зарегистр. в Реестре программ для ЭВМ 22.11.2012.

9. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2013617434 Определение зазора в газомагнитной опоре при неидеальной округлости вала / А.В. Ульянов, С.М. Копытов, А.С. Хвостиков. - Зарегистр. в Реестре программ для ЭВМ 14.08.2013.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы, которые все являются положительными.

Отзывы на диссертацию:

1. Отзыв ведущей организации Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, подписанный кандидатом технических наук, доцентом, заведующим кафедрой «Электропривод и автоматизация промышленных установок» Костылевым Алексеем Васильевичем, доктором технических наук, профессором кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок» Зюзевым Анатолием Михайловичем и утвержденный ученым секретарем «Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» Морозовой Верой Анатольевной. Замечания: 1) В работе не определен критерий выбора магнитной системы. Остается неясным, чем руководствовался диссертант при выборе геометрических размеров магнитопроводов; 2) В первой главе диссертационной работы подробно рассмотрены активные магнитные и газовые подшипники. Возникает вопрос, почему автор не рассмотрел

гидростатические и гидродинамические подшипники?; 3) Во второй главе автор предлагает конструкции ГМО, встраивая магнитопроводы в конкретный тип вкладыша газостатического подшипника. Почему не были рассмотрены другие виды вкладышей газостатического подшипника?; 4) Не дано обоснование выбора газостатического подшипника в ГМО; 5) Автор рассматривает только радиальные ГМО. Возникает вопрос, почему не рассмотрены торцевые ГМО, возможна ли их реализация?; 6) Из материалов главы 3 остается неясным, как выбирается быстродействие (полоса пропускная) СУ ГМО?; 7) Как учитывается нелинейность электромагнитной системы при синтезе регуляторов СУ ГМО?

2. Отзыв официального оппонента доктора технических наук, доцента, заведующего кафедрой «Электромеханики и автомобильного электрооборудования» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» Макаричева Юрия Александровича. Замечания: 1) В выражениях для индуктивности, магнитной энергии и следующего из них уравнения 1 (стр.8 автореферата) не учитывается падение магнитного напряжения на стальных участках и то, что магнитная система ЭМП в общем случае нелинейна из-за некоторого, хотя и небольшого, но имеющегося насыщения (см. рис.3 автореферата). Кроме того, значение индуктивности обмотки существенно зависит от эксцентриситета. Автору следовало бы указать и обосновать принятые допущения; 2) Стр. 10 автореферата. Коэффициенты k_I и k_L линеаризованы и приняты за постоянные. Более точные значения этих коэффициентов можно было получить, используя результаты математического моделирования поля, которое автором было проделано в Ansoft Maxwell; 3) Пункт 3 научной новизны работы, заключающийся в определении закона распределения магнитной индукции, обеспечивающего минимум магнитных потерь на «трение» отражен в диссертации в недостаточном объеме; 4) На рис. 3.5 диссертации в схеме механического аналога ротора в ГМО кроме упругих

элементов следовало бы добавить элемент в виде механического демпфера;

5) Структурная схема системы управления, приведена на рис. 6 автореферата, не учитывает инерционность (постоянную времени) электромагнита.

3. Отзыв официального оппонента кандидата технических наук, инженера-проектировщика отдела проектирования производственного подразделения по эксплуатации тепловых сетей муниципального унитарного предприятия г. Владивостока «Владивостокское предприятие электрических сетей» Шельмаковой Натальи Сергеевны. Замечания: 1) Содержание диссертационной работы изобилует излишком ссылок на литературу (стр.4,5,16). В первой главе недостаточно подробно выполнен обзор существующих ГМО и их применения; 2) Во второй главе предложены конструкции ГМО, но не представлены критерии проектирования, которым руководствовался автор, не ясно, как были определены геометрические размеры опор; 3) В третьей главе автор использует критерий Найквиста для оценки устойчивости. Почему автор не использует настройку на оптимум (например, настройку на модульный оптимум). Не обоснованно применение активного фильтра второго порядка (рисунок 3); 4) В четвертой главе автор чрезмерно подробно описывает техническую часть электротехнического комплекса, приводя блок-схемы программ управления (рис. 4.11 - 4.22).

Отзывы на автореферат:

1. Отзыв Голобкова Сергея Анатольевича, кандидата технических наук, профессора кафедры устройства и живучести корабля Федерального государственного казенного военного образовательного учреждения высшего образования «Тихоокеанское Высшее военно-морское училище им. С.О. Макарова» Министерства обороны Российской Федерации, г. Владивосток. Замечания: 1) Не обоснован вид электрооборудования, в котором может использоваться предлагаемый автором электротехнический комплекс газоманитных опор высокоскоростного электрооборудования; 2) Отсутствует информация о средствах реализации исследований, а так же прогнозируемых автором требованиях к ресурсам и временным

характеристикам внедрения разработки; 3) Отсутствует расчет экономической составляющей от внедрения разработки электротехнического комплекса газоманнитных опор.

2. Отзыв Исмагилова Флюра Рашитовича, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Электромеханика» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный авиационный технический университет», г. Уфа. Замечания: 1) В автореферате не представлены геометрические размеры и параметры обмоток, моделируемых в программном комплексе Ansoft Maxwell электромагнитных подшипников (глава 2), что затрудняет анализ представленных автором результатов; 2) В автореферате упоминается о замедлении роста тягового усилия электромагнитного подшипника при усилении тока. Данное замедление роста обусловлено насыщением магнитопровода электромагнитного подшипника. Поэтому представлялось бы целесообразным ввести в выражения (1), (2) зависимость тягового усилия от кривой насыщения материала магнитопровода; 3) Вывод на стр. 10 о том, что магнитопровод электромагнитного подшипника целесообразнее выполнять шихтованным тривиален; 4) Четвертая глава работы посвящена экспериментальным исследованиям газоманнитной опоры и ее системы управления. При этом практически не уделено внимание датчикам положения ротора, которые применяются в экспериментальной установке. Хотя точность позиционирования ротора и быстродействие системы управления при малых зазорах во многом будет определяться именно техническими характеристиками датчиков положения ротора.

3. Отзыв Сердюка Анатолия Ивановича, доктора технических наук, профессора кафедры систем автоматизации производства Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург. Замечания: 1) Автором предложена отдельная схема каждого канала

управления. Следовало бы указать, что применение предложенной им схемы и подходов нашло отражение в других разработках, в частности, в активных магнитных подвесах; 2) Из текста автореферата не ясно как находились выражения для коэффициентов регулятора; 3) Автор использует три датчика измерения зазора. Почему нельзя использовать два датчика по направлениям x и y ?

4. Отзыв Малышевой Ольги Александровны кандидата технических наук, доцента, заведующей кафедрой «Электротехника, электроника и электромеханика» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный государственный университет путей сообщения», г. Хабаровск. Замечания: 1) С какой целью выполнено численное моделирование динамики линейной системы управления, если параметры регуляторов рассчитаны по заданным статическим и динамическим требованиям?; 2) Не исследованы тепловые процессы в опоре и роторе.

5. Отзыв Сарварова Анвара Сабулхановича, доктора технических наук, профессора кафедры автоматизированного электропривода и мехатроники Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск. Замечания: 1) Из автореферата неясно, в каком диапазоне частоты вращения вала проводились исследования и оказывает ли влияние на тяговые усилия частота вращения вала; 2) Не понятно, по какой схеме выполнен силовой преобразователь и предусмотрено ли переключение на резервный источник питания.

6. Отзыв Ивахненко Александра Геннадьевича, доктора технических наук, профессора кафедры управления качеством, метрологии и сертификации Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Юго-Западный государственный университет», г. Курск. Замечания: 1) Поскольку динамическая модель, выражение (2) с.8 построена для одной опоры, то неясно как учитывалось распределение массы

вала и внешней силы при экспериментальных исследованиях на установке с тремя опорами; 2) Не отражены особенности экспериментов, в частности его план и воспроизводимость, а также использование процедуры рандомизации.

7. Отзыв Дудченко Илья Павловича, кандидат технических наук, доцента кафедры электротехники, автоматизации и электроэнергетики Автономной некоммерческой образовательной организации высшего образования «Сахалинский гуманитарно-технологический институт», г. Южно-Сахалинск.

Замечания: 1) Из автореферата неясно из-за чего зазор в магнитной части больше на 100 мкм зазора в газовом вкладыше подшипника; 2) Не учтено влияние активного фильтра в канале обратной связи на частотные свойства системы управления; 3) Не указан критерий выбора частоты среза фильтра низких частот.

8. Отзыв Юдина Алексея Викторовича, доктора технических наук, доцента, заведующего кафедрой «Электротехника и промышленная электроника» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьева», г. Рыбинск. Замечания: 1) В автореферате недостаточно полно описаны имеющиеся конструкции на газоманитных опорах; 2) Из автореферата не ясно возможно ли использовать современные микроконтроллеры, а не ПЛИС в блоке системы управления.

9. Отзыв Левицкого Алексея Александровича кандидата физико-математических наук, доцента, заведующего кафедрой «Приборостроение и наноэлектроника» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск. Замечания: 1) На стр. 8 автореферата формула (2), по-видимому, записана как уравнение баланса сил вдоль оси OY, поскольку включает в себя силу тяжести mg . Желательно уточнить возможную природу и причину коллинеарности внешней возмущающей силы G и силы тяжести mg ; 2) Для некоторых введенных

автором сокращений, использованных в тексте автореферата и на части рисунков не приведена их расшифровка.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается компетентностью официальных оппонентов в соответствующей отрасли науки, наличием у них публикаций, соответствующих теме диссертационной работы и сфере исследования, наличием их согласия; широкой известностью ведущей организации своими достижениями в соответствующей отрасли наук и способностью определить научную и практическую ценность диссертационной работы, наличием её согласия.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан электротехнический комплекс газоманнитных опор для высокоскоростного электрооборудования, включающий электротехническую часть и систему управления, способный повысить точность вращения и увеличить несущую способность опоры;

предложены способ построения электротехнического комплекса газоманнитной опоры, обеспечивающий повышенную несущую способность и точность позиционирования ротора; принцип построения системы управления электромагнитной составляющей ГМО и синтезированы параметры регулятора с учетом газовой составляющей; конструкции ГМО с низким магнитным торможением (патенты № 135747, № 134260);

доказана перспективность использования газоманнитных опор в высокоскоростном электрооборудовании для улучшения его эксплуатационных характеристик;

введено представление о конструкции газоманнитной опоры с продольным расположением трех П - образных магнитопроводов.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано положение о возможности поддержания заданного эксцентриситета, несущей способности и точности вращения вала в

высокоскоростном электрооборудовании за счет разработанной конструкции газомангнитной опоры с продольным расположением трех П - образных магнитопроводов и системы управления; установлен характер распределения магнитной индукции в магнитной цепи ГМО, обеспечивающего малое магнитное торможение; получено описание электротехнической части ГМО как объекта управления; предложен алгоритм устранения ошибки измерения зазора из-за неидеальной округлости поверхности вала;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы аналитические и численные методы электромагнитных расчетов, синтеза и анализа систем автоматического управления, методы разработки микроэлектронных и микропроцессорных устройств, эффективно использованы современные пакеты прикладного программного обеспечения ANSYS, Matlab, LabVIEW, MathCAD;

изложены положения о процессах, влияющих на точность и несущую способность газомангнитных опор, а также о методах снижения магнитного торможения в газомангнитных опорах в режиме активного управления магнитной составляющей силы;

раскрыты особенности управления электротехническим комплексом ГМО за счет активного управления магнитной составляющей силы в опоре;

изучены причинно-следственные связи влияния активного управления магнитной силой на точность поддержания эксцентриситета и несущую способность газомангнитной опоры;

проведена модернизация математической модели газомангнитной опоры с учетом газовых и магнитных сил, что обеспечило получение новых результатов по теме диссертации.

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

разработаны и внедрены конструкции газомангнитных опор с низким магнитным торможением, экспериментальный стенд для апробации систем управления магнитным подвесом, аппаратно-программный комплекс

управления газоманитной опорой. Результаты диссертационной работы использованы в производстве в ПАО "Амурский судостроительный завод" (Комсомольск-на-Амуре) в виде проектно - конструкторской документации. Выполненные исследования послужили основой разработки системы управления для опытно-промышленного образца высокоскоростного электрошпинделя с передней управляемой газоманитной опорой для внутришлифовального станка 3К227А;

определена перспективность использования газоманитных опор в высокоскоростном электрооборудовании, что является решением важной задачи повышения точности обработки, производительности и надежности высокоскоростного электрооборудования, применяемого в металлообработке. Перспективность работы подтверждается тем, что она выполнена при поддержке гранта № 14.В37.21.0449 «Совершенствование металлорежущих станков путем внедрения в их конструкцию сверхпрецизионных высокоскоростных шпиндельных узлов на бесконтактных опорах для обработки ответственных деталей силовых и вспомогательных установок кораблей и объектов океанотехники»;

создана методика определения несущей способности газоманитной опоры;

представлены рекомендации по проектированию системы управления газоманитной опорой, что позволяет достигнуть требуемых характеристик по несущей способности и точности поддержания заданного эксцентриситета.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены на сертифицированном оборудовании, которое откалибровано и поверено в уполномоченных организациях, показана воспроизводимость результатов экспериментального исследования, их совпадение с результатами математического моделирования в средах MatLab/Simulink, NI LabVIEW, Ansoft Maxwell, а также с результатами эксплуатационных испытаний реального опытно-промышленного образца высокоскоростного

электрошпинделя с передней управляемой газоманитной опорой для внутришлифовального станка 3К227А;

теория построена на известных, проверяемых данных, она согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертационной работы;

идея базируется на обобщении передового опыта в области эксплуатации бесконтактных опор;

использованы данные теоретических и практических исследований в области газовых, активных магнитных и газоманитных опор,

установлено вполне удовлетворительное качественное и количественное согласование результатов исследования с результатами работ, представленных в независимых источниках по теме диссертационной работы;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации.

Личный вклад соискателя состоит в:

анализе современных конструкций управляемых бесконтактных опор, разработке методики расчета несущей способности газоманитной опоры, разработке структуры системы управления и алгоритма устранения ошибки измерения зазора из-за отклонения формы ротора от окружности, определении зависимостей для нахождения коэффициентов ПИД регулятора, разработке алгоритма управления газоманитной опорой. Автором выполнен весь комплекс физических и численных экспериментов, а также проведены обработка и анализ полученных результатов, он лично участвовал в апробации результатов исследования, в подготовке основных публикаций по выполненной работе.

На заседании 31 октября 2016 года диссертационный совет Д999.086.03 принял решение присудить Ульянову Александру Владимировичу ученую степень кандидата технических наук.

Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения, имеющие существенное значение для развития страны в части расширения области использования электротехнических комплексов систем промышленного назначения. Диссертационная работа удовлетворяет всем критериям Положения о присуждении учёных степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 9 докторов наук по специальности 05.09.03 «Электротехнические комплексы и системы», участвовавших в заседании, из 23 человека, входящих в состав совета, проголосовали:

ЗА – 19, ПРОТИВ – 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель диссертационного совета
д.т.н., профессор



Соловьев Вячеслав Алексеевич

Ученый секретарь диссертационного
совета, к.т.н., доцент

Гудим Александр Сергеевич

31 октября 2016 года.