

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА
Д212.217.04, 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 ДОКТОРА НАУК**

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 25 декабря 2018 г. №15

О присуждении Зубкову Юрию Валентиновичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени доктора технических наук.

Диссертация «Методология анализа и синтеза бесщеточных генераторов малой и средней мощности для автономных энергетических установок» по специальности 05.09.01 – «Электромеханика и электрические аппараты» – принята к защите 11 сентября 2018 г., протокол № 4, диссертационным советом Д212.217.04, созданном на базе ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» Министерства науки и высшего образования РФ, 443100, г.Самара, ул. Молодогвардейская, д.244, приказ Минобрнауки РФ №105/нк от 11 апреля 2012 г.

Соискатель Зубков Юрий Валентинович 1960 года рождения. В 1983 году окончил с отличием Куйбышевский политехнический институт по специальности «Электрические машины». Диссертацию на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.09.01 – Электрические машины и аппараты на тему «Бесконтактный автономный генератор совмещенного типа» защитил в 1991 году в диссертационном совете при Московском авиационном институте им. С. Орджоникидзе. С 2015 по 2017 годы проходил обучение в докторантуре ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет». Работает в должности доцента кафедры «Электромеханика и автомобильное электрооборудование» ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», г.Самара.

Диссертация выполнена на кафедре «Электромеханика и автомобильное электрооборудование» ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

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

Официальные оппоненты:

1. Беспалов Виктор Яковлевич, д.т.н., профессор, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», профессор кафедры «Электромеханики, электрических и электронных аппаратов», г. Москва;
2. Ютт Владимир Евсеевич, д.т.н., профессор, ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», заведующий кафедрой «Электротехника и электрооборудование», г. Москва;
3. Ганджа Сергей Анатольевич, д.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (ЮУрГУ)», заведующий кафедрой «Теоретические основы электротехники», г. Челябинск, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация- ФГАОУ ВО «Уральский Федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург в своем положительном отзыве, подписанном Фризеном Василием Эдуардовичем, д.т.н., доцентом, заведующим кафедрой «Электротехника и электротехнологические системы», Сарапуловым Федором Никитичем, действительным членом АЭН РФ, д.т.н., профессором кафедры «Электротехника и электротехнологические системы», Денисенко Виктором Ивановичем, д.т.н., профессором кафедры «Электрические машины», и утвержденном Кружаевым Владимиром Венедиковичем, к.ф.-м.н., с.н.с, проректором по науке указала, что диссертация является законченным научным трудом, соответствующим специальности 05.09.01. – «Электромеханика и электрические аппараты». Она удовлетворяет требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени доктора технических наук, а ее автор, Зубков Юрий Валентинович, заслуживает присуждения указанной ученой степени.

Соискатель имеет 35 опубликованных по теме диссертации научных работ общим объемом 34 печатных листа, в том числе одна монография, изданная в центральном издательстве, 15 статей в научных журналах и изданиях, которые включены в перечень российских рецензируемых научных журналов и изданий для опубликования основных научных результатов диссертаций, а также Завторских свидетельства на изобретения.

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. Высоцкий В.Е., Зубков Ю.В., Тулупов П.В. Математическое моделирование и

оптимальное проектирование вентильных электрических машин. – М.: Энергоатомиздат, 2007. – 340 с.

2. Зубков, Ю.В. Аппроксимация кривых намагничивания электротехнической стали при проектировании совмещенных электромеханических преобразователей / Ю.В. Зубков, В.Е. Верещагин // Изв. Вузов Электромеханика. –2007. - № 6. - С.19-22.

3. Зубков, Ю.В. Моделирование электромагнитных процессов вентильного генератора совмещенного типа / Ю.В. Зубков, П.В. Тулупов // Изв. Вузов Электромеханика. – 2011. - № 3. - С. 52-54.

4. Зубков, Ю.В. Магнитное поле высших гармонических в зазоре возбудителя синхронного генератора совмещенного типа / Ю.В. Зубков // Вестник СамГТУ. Технические науки. – 2013. - №2(38). - С.152-157.

5. Зубков, Ю.В. Выбор рациональной геометрии ротора бесконтактного генератора совмещенного типа / Ю.В. Зубков, В.Н. Овсянников // Вестник транспорта Поволжья. 2013, №6(42). - С.26-30.

6. Зубков, Ю.В. Идентификация параметров синхронного генератора с возбуждением от постоянных магнитов методом численного моделирования магнитного поля / Ю.В. Зубков, Э.Г. Чеботков // Вестник СамГТУ. Технические науки. – 2015. - №3(47). - С. 136-141.

7. Зубков, Ю.В. Анализ влияния длины полюсной дуги на мощность и реакцию якоря магнитоэлектрического стартера / Ю.В. Зубков, Ю.А. Макаричев // Вестник транспорта Поволжья. 2016, №2(56). С.25-29.

8. Зубков, Ю.В. Экспериментальное исследование бесщеточного генератора с интегрированным возбудителем / Ю.В. Зубков // Вестник СамГТУ. Технические науки. – 2018. - №2(58). - С.110 -117.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. От ведущей организации ФГАОУ ВО «Уральский Федеральный университет имени первого президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург. Наиболее существенное замечание - при численном моделировании поля используется принцип суперпозиции полей возбуждения и реакции якоря, насыщение магнитопровода внесет существенную ошибку в результаты расчетов этим методом.

2. От официального оппонента Беспалова Виктора Яковлевича, д.т.н., профессора, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», профессора кафедры «Электромеханика, электрические и электронные аппараты», г. Москва.

Наиболее существенным замечанием является то, что недостаточно обосновано решение магнитостатической задачи при моделировании магнитного поля машины переменного тока, а также в работе не исследованы поля торцевой зоны генератора с интегрированным возбудителем и соответствующие им интегральные параметры.

3. От официального оппонента Ютта Владимира Евсеевича, д.т.н., профессора, ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», заведующего кафедрой «Электротехника и электрооборудование», г. Москва. Наиболее существенное замечание – не понятны принципы анализа и синтеза, позволившие объединить столь разнообразные по конструкции, своим функциям, параметрам электрические машины: генераторы ВЭУ, подвагонные генераторы, стартер-генераторы беспилотных летательных аппаратов, системы электростартерного пуска газотурбинных двигателей. Не отражена адекватность изложенных методов для столь функционально различных машин.

4. От официального оппонента Ганджи Сергея Анатольевича, д.т.н., доцента, ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (ЮУрГУ)», заведующего кафедрой «Теоретические основы электротехники», г. Челябинск. Наиболее существенное замечание – проектная ситуация, когда необходимо спроектировать БЭГ с заданной массой постоянных магнитов, не типична для практики. Чаще возникает задача оптимального проектирования под постоянные магниты определенных параметров, имеющихся в наличии. Возможна ли адаптация предложенного алгоритма под такую проектную ситуацию?

На автореферат поступило 12 отзывов:

1. От профессора кафедры «Электроснабжение и электротехнология», д.т.н., профессора Артюхова И.И. и профессора кафедры «Электроснабжение и электротехнология», д.т.н., Степанова С.Ф., ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А.», г. Саратов. Наиболее существенное замечание – не ясно, какими специальными мерами можно снизить величину дифференциального рассеяния в генераторах с интегрированным возбуждением.

2. От заведующего кафедрой «Электромеханика», д.т.н., профессора Шевченко А.Ф., ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», г. Новосибирск. Наиболее существенное замечание – при синтезе БЭГ с максимальной выходной мощностью не рассматривается влияние полюсного перекрытия на гармонический состав выходного напряжения.

3. От профессора кафедры «Промышленная электроника», д.т.н., доцента Певчева В.П., ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет», г. Тольятти. Замечание - плохое качество иллюстративного материала, затрудняющее понимание изложенного.

4. От заведующего кафедрой «Теоретическая и общая электротехника», к.т.н., доцента Кралина А.А. и профессора кафедры «Теоретическая и общая электротехника», д.т.н., Смирнова А.Ю., ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет», г. Нижний Новгород. Наиболее существенное замечание – при оптимизации магнитоэлектрических генераторов следует вводить дополнительное ограничение на устойчивость магнитов к размагничиванию под воздействием ударного тока короткого замыкания.

5. От заведующего кафедрой «Теоретические основы электротехники», д.т.н., профессора Неймана В.Ю., ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», г. Новосибирск. Вопрос – что автор подразумевает под исследованием электромагнитных процессов бесщеточных электрических генераторов в статике?

6. От заместителя генерального директора по научной работе, д.т.н., профессора Гечи В.Я. и начальника отдела общих науч.-техн. исследований, д.т.н., доцента Захаренко А.Б., АО «Корпорация ВНИИЭМ», г. Москва. Вопрос, – какие стали могут применяться при повышенных частотах перемагничивания, а также какие магнитные потери при этом будут в бесщеточных генераторах.

7. От заведующего кафедрой «Электромеханика», д.т.н., профессора Казакова Ю.Б., ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина», г. Иваново. Наиболее существенное замечание – при структурной оптимизации ротора генератора с интегрированным возбуждением в качестве главного критерия выбрана индукция в зазоре основного генератора, это частный критерий.

8. От главного научного сотрудника ФГБНУ «Институт природно - технических систем», д.т.н., профессора Олейникова А.М., г. Севастополь. Наиболее существенное замечание – анализ переходных процессов при внезапном к.з. генератора с интегрированным возбудителем не содержит данных, относящихся к внутренним переменным каскада возбуждения, в частности, токам фаз его якорной обмотки, замкнутых накоротко на полупериоде через вентили врачающегося выпрямителя.

9. От заведующего кафедрой «Электромеханика», д.т.н., доцента Серикова

А.В. и д.т.н., доцента кафедры «Электромеханика» Иванова С.Н., ФГБОУ ВО «Комсомольский-на Амуре государственный университет», г. Комсомольск-на-Амуре. Наиболее существенное замечание – при анализе переходного процесса генератора с возбуждением от постоянных магнитов по возмущению следовало оценивать, прежде всего, динамический «провал» напряжения, а не быстродействие.

10. От заведующего кафедрой «Электропривод и автоматизация промышленных установок», к.т.н., доцента Доманова В.И. и к.т.н., профессора кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок» Кислицына А.Л., ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет», г. Ульяновск. Наиболее существенное замечание – в автореферате приведены результаты численного моделирования магнитного поля машины на холостом ходу с целью определения потоков рассеяния, более правильным было бы моделирование поля под нагрузкой с учетом действия реакции якоря.

11. От заведующего кафедрой «Теоретические основы электротехники», к.т.н., профессора Сологуба Н.П., заведующего кафедрой «Электрооборудование и автоматика судов» и д.т.н., профессора Веревкина В.Ф., ФГБОУ ВО «Морской государственный университет им. адмирала Г.И. Невельского», г. Владивосток. Отзыв не содержит замечаний.

12. От заведующей кафедрой «Электроснабжение и электротехника» д.т.н., профессора Вахниной В.В. и профессора кафедры «Электроснабжение и электротехника», д.т.н., доцента Кувшинова А. А., ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет», г. Тольятти.

Все отзывы положительные, в них отмечается актуальность, новизна исследований и практическая значимость работы, а также то, что Зубков Ю.В. заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.09.01 – «Электромеханика и электрические аппараты».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой научной компетентностью в области анализа и синтеза бесщеточных электромеханических преобразователей и в предметной области диссертационного исследования, что подтверждается научными публикациями.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны: новая научная концепция, заключающаяся в комплексном под-

ходе к решению важной научно-технической проблемы повышения эффективности бесщеточных генераторов малой и средней мощности для автономных энергетических установок, включающем методы анализа, синтеза и оптимального проектирования генераторов;

- единый методологический подход к математическому описанию различных по конструкции, способам возбуждения магнитного поля бесщеточных генераторов и созданию их расчетных моделей, позволяющий обоснованно принимать решения при выборе конструкций, способов возбуждения генераторов, а также повысить достоверность расчетов их параметров и характеристик на основе возможностей современных вычислительных средств;

- алгоритмы математического моделирования нестационарных процессов в бесщеточных генераторах, базирующиеся на теории обобщенного электромеханического преобразователя и построенные на численных методах исследования электромагнитных процессов в статических и динамических режимах;

- концепция синтеза бесщеточных генераторов с магнитоэлектрическим возбуждением, основанная на предварительной оценке объема магнитов в системах возбуждения различного конструктивного исполнения, с последующей оптимизацией по максимуму выходной мощности генераторов;

предложен новый подход к оптимизации бесщеточных генераторов с интегрированным возбуждением, базирующийся на применении комплекса численных методов, позволяющих учесть влияние параметров, в том числе индуктивности дифференциального рассеяния электрически совмещенных обмоток, на эффективность преобразования энергии в возбудителе и генераторе;

доказана перспективность применения численных методов расчета для комплексного решения задач анализа и синтеза генераторов с интегрированным электромагнитным и магнитоэлектрическим возбуждением, в частности, при расчете зависимостей параметров от конструктивного исполнения активной части, что расширяет возможности и границы применения существующих методик и повышает точность результатов в задачах проектирования генераторов;

новых понятий не вводилось; предложено использование более современного термина «генераторы с интегрированным возбуждением» вместо термина «совмещенные генераторы».

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана:

-эффективность разработанной методологии и комплекса методов для расчета электромагнитных процессов и методик проектирования бесщеточных генераторов малой и средней мощности с электромагнитным и магнитоэлектрическим возбуждением;

применительно к тематике диссертации результативно использован комплекс существующих методов исследования, в том числе: метод конечных элементов – для исследования электромагнитного поля и расчета интегральных параметров бесщеточных генераторов; метод имитационного моделирования – для исследования динамики, методы многокритериальной структурной, параметрической оптимизации – для проектирования; метод физического эксперимента – для определения адекватности теоретических моделей;

изложены методологические принципы анализа и синтеза бесщеточных генераторов, направленные на развитие теории расчета, проектирования и оптимизации с целью улучшения их удельных показателей и энергетической эффективности;

раскрыты проблемы существующих методов проектирования бесщеточных генераторов с интегрированным электромагнитным возбуждением, связанные с неоднозначностью определения главных размеров, необходимостью учета действия разнополюсных магнитных полей, вариаций температуры и частоты перемагничивания стали;

изучены закономерности процессов электромеханического преобразования энергии в бесщеточных генераторах с интегрированным возбуждением с различными конструкциями роторов и схемами электрически совмещенных обмоток, дополняющие базовую теорию электромеханических преобразователей и составляющие научные основы для их разработки и совершенствования, в том числе влияние коэффициентов полюсного перекрытия, формы ЭДС и реакции якоря на выходные статические и динамические характеристики генераторов с учетом насыщения магнитной системы;

проведено совершенствование существующих математических и расчетных моделей бесщеточных генераторов с электромагнитным и магнитоэлектрическим возбуждением, обеспечивающее всесторонний анализ взаимосвязанных электромагнитных процессов с учетом изменения спектра частот перемагничивания и температуры сердечников, взаимного влияния магнитных полей возбудителя и основной машины в установившихся и переходных режимах.

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

разработаны и внедрены

бесщеточные электрические генераторы с интегрированным возбуждением для питания бортовой сети специальных транспортных средств на гусеничном ходу (АО «Барнаултрансмаш», г. Барнаул), серия ветрогенераторов с магнитоэлектрическим возбуждением и прямым приводом мощностью 1, 2 и 5 кВт (ООО «Тольяттинский трансформатор», г. Тольятти), электромеханические преобразователи с магнитоэлектрическим возбуждением мощностью 80 и 250 кВт для запуска газотурбинных двигателей НК-36, 38СТ; НК-12,14 и их модификаций в составе газотурбинных установок для газоперекачивающих агрегатов (ПАО «ОДК Кузнецov», г. Самара), (АО «Казанское моторостроительное производственное объединение», г. Казань), стартер-генератор малоразмерных газотурбинных двигателей (АО Научно-производственное объединение «Опытно-конструкторское бюро имени М.П. Симонова», г. Казань); математические и компьютерные модели, используемые в образовательном процессе ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»;

определены перспективы расширения практического использования результатов диссертационного исследования, представляющего собой совокупность новых технических решений, рекомендаций, методик, моделей и алгоритмов расчета, внедрение которых в практику проектирования бесщеточных электрических генераторов позволит сократить сроки выполнения проектных работ и повысить их качество; область применения разработанной методологии для решения задач проектирования генераторов малой и средней мощности и возможность ее распространения на другие типы бесщеточных синхронных машин в составе автономных энергетических установок и систем запуска газотурбинных двигателей;

созданы алгоритм и процедуры проектирования бесщеточных генераторов, включающие поверочные и оптимизационные расчеты с использованием системного просмотра многомерных областей критериального пространства посредством процедуры ЛП-т поиска; программные комплексы с элементами оптимизации бесщеточных электрических генераторов малой и средней мощности, обеспечивающие достижение требуемых статических и динамических критериев качества и улучшенных массогабаритных и энергетических показателей;

представлены рекомендации и предложения по использованию и дальнейшему

внедрению результатов диссертационного исследования, а также совершенствованию методик проектирования бесщеточных электрических генераторов предприятиями и организациями, специализирующими на их разработке.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты исследований электромагнитных и тепловых процессов бесщеточных генераторов получены на стендах и промышленных полигонах с использованием сертифицированного оборудования, прошедшего своевременную поверку в авторизованных сервисных центрах; показана воспроизводимость результатов испытаний;

теория анализа и синтеза бесщеточных генераторов построена на известных, проверяемых данных и согласуется с опубликованными экспериментальными данными других авторов по теме диссертации;

идея базируется на анализе теории и практики, обобщении передового опыта российских и зарубежных ученых, работающих в области исследования синхронных генераторов малой мощности;

использовано сравнение данных, полученных автором с применением усовершенствованных методик расчета и новых подходов, с ранее известными результатами оценок выбора областей и границ рационального использования различных типов бесщеточных генераторов;

установлена согласованность полученных автором результатов теоретических и экспериментальных исследований, а также их качественное совпадение с результатами, полученными ранее другими учеными по рассматриваемой тематике;

использованы современные методы обработки информации, полученной в результате математического моделирования, численного расчета магнитного поля и физического эксперимента.

Личный вклад соискателя состоит в решении научной проблемы совершенствования методологии и синтеза бесщеточных генераторов, направленной на улучшение их массогабаритных и энергетических показателей, повышение технологичности, решение комплекса вопросов по их практической реализации и внедрению, имеющей важное хозяйственное значение для электротехнической, транспортной и оборонной отраслей. Лично автором поставлена задача исследования, разработаны математические модели, методики расчетов, алгоритмы программ, проведены обобщение и анализ результатов. Соискателем предложены новые технические решения,

защищенные авторскими свидетельствами на изобретения по теме диссертации, аprobированы результаты исследования.

Диссертация охватывает основные аспекты поставленной научной проблемы, и соответствует критерию внутреннего единства, с последовательным изложением материала, непротиворечивостью методологической платформы, а также концептуальностью и взаимосвязанностью поставленных целей и полученных результатов.

На заседании 25 декабря 2018 года диссертационный совет принял решение присудить Зубкову Юрию Валентиновичу ученую степень доктора технических наук по специальности 05.09.01. – «Электромеханика и электрические аппараты» за решение научной задачи совершенствования методологии и синтеза бесщеточных генераторов, имеющей важное хозяйственное значение для электротехнической, транспортной и оборонной отраслей.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 5 докторов наук по специальности защищаемой диссертации, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за присуждение учёной степени - 17, против присуждения учёной степени - нет, недействительных бюллетеней - нет.

Председатель

диссертационного совета Д212.217.04
Базаров Александр Александрович

Базаров Александр Александрович

Учёный секретарь

диссертационного совета Д212.217.04

Стрижакова Елена Владимировна



25 декабря 2018 г.