

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 КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 18 декабря 2018 г. № 10

О присуждении Ануфриеву Андрею Сергеевичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация «Повышение эффективности магнитоэлектрических генераторов малой мощности для ветроэнергетических установок» по специальности 05.09.01 – «Электромеханика и электрические аппараты» – принята к защите 12 октября 2018г., протокол № 6, 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 Ануфриев Андрей Сергеевич 1982 года рождения. В 2005 году окончил ФГБОУ ВПО «Тольяттинский государственный университет». С 2012 по 2016 год освоил программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», г. Самара. Работает директором по стандартизации и сертификации в ООО «Тольяттинский Трансформатор», г. Тольятти.

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

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

Официальные оппоненты:

1. Казаков Юрий Борисович – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Электромеханика», ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени

В.И. Ленина», г. Иваново.

2. Вавилов Вячеслав Евгеньевич – к.т.н., доцент, ведущий научный сотрудник кафедры «Электромеханика», ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет», г. Уфа, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация - ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов в своем положительном отзыве, подписанном Калгановой Светланой Геннадьевной – д.т.н., доцентом, заведующей кафедрой «Электроснабжение и электротехнология», Артюховым Иваном Ивановичем – д.т.н., профессором, профессором кафедры «Электроснабжение и электротехнология», Степановым Сергеем Федоровичем – д.т.н., профессором кафедры «Электроснабжение и электротехнология», и утвержденном Петровым Дмитрием Юрьевичем, к.т.н., доцентом, проректором по научной работе 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 кандидата технических наук, а ее автор, Ануфриев Андрей Сергеевич, заслуживает присуждения указанной ученой степени.

Соискатель имеет 9 опубликованных по теме диссертации научных работ, в том числе 4 статьи в научных журналах и изданиях, которые включены в перечень российских рецензируемых научных журналов и изданий для опубликования основных научных результатов диссертаций, а также статью, индексируемую в базе Scopus.

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. Макаричев, Ю.А. Математическая модель синхронного генератора ветроэнергетической установки малой мощности / Макаричев Ю.А., **Ануфриев А.С.**, Зубков Ю.В., Певчев В.П. Вестник Самарского государственного технического университета Серия «Технические науки» – № 3(55) – 2017. С.66-74.
2. Макаричев, Ю.А. Энергоэффективность генератора ветроэнергетической установки в условиях изменяющейся частоты вращения / Макаричев Ю.А., Зубков Ю.В., **Ануфриев А.С.** Вестник Самарского государственного технического университета Серия «Технические науки» – № 1(57) – 2018. С.77-82.
3. Макаричев, Ю.А. Оптимизация энергетических параметров синхронного генера-

тора малой мощности / Макаричев Ю.А., Овсянников В.Н., Зубков Ю.В., **Ануфриев А.С.** Вестник транспорта Поволжья. №3(69) -2018. С.13-19.

4. Макаричев, Ю.А. Критериальный анализ параметров генераторов малой мощности / Макаричев Ю.А., **Ануфриев А.С.** Известия высших учебных заведений. Электромеханика. №2 (62), 2018. с.42-47.
5. Makarichev, Yu.A. Low - power wind generator./ Makarichev Yu.A., **Anufriev A.S.**, Ivannikov, Y.N., Didenko, N., Gazizulina, A. International Conference on Information Networking Volume 2018-January, 19 April 2018, Pages 671-672. 32nd International Conference on Information Networking, ICOIN 2018; Holiday Inn Chiang Mai Chiang Mai; Thailand; 10 January 2018 - 12 January 2018.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. От ведущей организации – ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов. Наиболее существенными замечаниями является то, что автор не учел добавочные потери в генераторе, работающем на выпрямитель и то, что динамическую модель желательно строить с учетом характеристик ветроколеса.

2. От официального оппонента Казакова Ю.Б. – д.т.н., профессора, заведующего кафедрой «Электромеханика», ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина», г. Иваново. Наиболее существенным замечанием является то, что векторные диаграммы строились без учета высших гармоник, и не учтено влияние теплового состояния магнитов на характеристики генераторов.

3. От официального оппонента Вавилова В.Е. – к.т.н., доцента, ведущего научного сотрудника кафедры «Электромеханика», ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет», г. Уфа. Наиболее существенное замечание – при численном моделировании магнитного поля 3D модели дают большую точность, по сравнению с 2D моделированием, и не приведены кривые зависимостей потока от размеров насыщающихся мостиков.

4. От д.ф.-м. н., профессора кафедры «Возобновляемые источники энергии» Иваньшина В.А., ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г.Казань. Замечаний нет.

5. От заведующего кафедрой «Теоретическая и общая электротехника» к.т.н., доцента Кралина А.А. и д.т.н., профессора кафедры «Теоретическая и общая электротехника» Смирнова С.А., ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический

университет им. Р.Е. Алексеева», г. Нижний Новгород. Наиболее существенные замечания – отсутствие в автореферате принятых допущений математических моделей и самих уравнений математической модели.

6. От заведующей кафедрой «Электроснабжение и электротехника» д.т.н., профессора Вахниной В.В. и д.т.н., доцента, профессора кафедры «Электроснабжение и электротехника» Кувшинова А.А., ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет», г. Тольятти. Замечание: почему синхронное индуктивное сопротивление исследуемого генератора по поперечной оси оказалось больше, чем синхронное индуктивное сопротивление по продольной оси?

7. От профессора кафедры «Промышленная электроника», д.т.н., доцента Певчева В.П., ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет», г. Тольятти. Замечание - недостаточно четкое описание применённых при моделировании допущений.

8. От к.т.н., доцента кафедры «Промышленная электроника» Ульянова А.В., ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», г. Комсомольск-на-Амуре. Замечание: в автореферате не представлены допущения, геометрические размеры и исходные данные моделируемого в программе Ansys Maxwell генератора.

9. От д.т.н., профессора, заведующего кафедрой «Электрические машины и общая электротехника» Харламова В.В. и к.т.н., доцента, доцента кафедры «Электрические машины и общая электротехника» Москалева Ю.В., ФГБОУ ВО «Омский государственный университет путей сообщения», г. Омск. Наиболее существенные замечания: из автореферата не ясно, можно ли использовать выражение для момента при условии изменяющейся частоты вращения, и в автореферате отсутствует уравнения математической модели в явном виде.

10. От к.т.н., доцента кафедры «Электротехнические комплексы и системы» Баженова Н.Г., ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань. Замечание: автором не исследовано влияние частоты вращения на напряжение генератора.

11. От к.т.н., д.п.н., заслуженного работника высшей школы РФ, профессора кафедры «Сервис технических и технологических систем» Бахарева Н.П. ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет сервиса», г. Тольятти. Основное замечание – при многокритериальной оптимизации автор все параметры принимает равнозначными. Желательно учитывать их весомость.

12. От д.т.н. профессора, главного научного сотрудника Олейникова А.М., ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь. Наиболее существенные замечания: для оценки динамических характеристик генератора целесообразно было бы привести данные, относящиеся не только к предельным режимам, но и к таким воздействиям, как внезапное изменение частоты вращения и сброс–наброс нагрузки. Нет анализа эффективности преобразовательной части ВЭУ.

13. От д.т.н., доцента, профессора кафедры «Электрическая техника» Хамитова Р.Н., ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет», г. Омск. Наиболее существенные замечания: отсутствие в автореферате уравнений математической модели и механизма реализации перераспределения потерь; не освещен вопрос стоимостных показателей ветроэнергетических установок.

14. От к.т.н., доцента кафедры электротехники и электрических машин Попова С.А. и к.т.н., доцента Кашина Я.М., заведующего кафедрой электротехники и электрических машин, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет». Основное замечание: в работе не показана «целевая» функция оптимизации и не рассмотрен режим двухфазного короткого замыкания.

Все отзывы положительные, в них отмечается актуальность, новизна исследований и практическая значимость работы, а также то, что Ануфриев А.С. заслуживает присуждения ученой степени кандидата 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 электрических генераторов для ветроэнергетических установок и в предметной области диссертационного исследования, что подтверждается научными публикациями.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны

- математическая модель синхронного генератора малой мощности с возбуждением от постоянных магнитов, предназначенная для оптимизационного расчета, отличающаяся от известных совмещением численного расчета магнитного поля с анализом векторных диаграмм рабочего режима, учитывающая особенности магнитной системы ротора со вставными магнитами;

- имитационная модель системы синхронный генератор – нагрузка на основе чис-

ленной математической модели для определения статических и динамических характеристик генератора при работе в составе ветроэнергетической установки;

- *предложен* на основе метода многокритериальной структурной оптимизации алгоритм определения параметров сравнения для различных типов генераторов с изменяющимися частотой вращения и мощностью;

- *доказана* перспективность применения для тихоходных ветроэнергетических установок с ротором Дарье многополюсных безредукторных генераторов с возбуждением от постоянных магнитов;

- *определено* методом численной параметрической оптимизацией рациональное соотношение постоянных и переменных потерь в генераторе, обеспечивающее прирост выработки электроэнергии за счет более эффективного использования ветроэнергетических установок в «неноминальных» по частоте вращения и нагрузке режимах работы.

Новых понятий не вводилось.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что доказаны:

– корректность математических моделей синхронного генератора с постоянными магнитами на роторе для режимов с переменной частотой вращения и изменяющейся нагрузкой;

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс основных существующих методов решения полевых задач, в том числе численных методов, имеющих программную реализацию в Ansys Maxwell, для математического и компьютерного моделирования электромагнитного поля исследуемого генератора и исследования его динамических режимов;

изложены условия достижения заданной энергетической эффективности генератора при проектировании, заключающиеся в перераспределении постоянных и переменных потерь с целью расширения зоны повышенных значений КПД на области высоких частот вращения;

изучены взаимосвязи показателей среднегодовых скоростей ветра и прогнозируемой выработки электроэнергии ветроэнергетическими установками;

проведена модернизация существующих математических и компьютерных моделей генераторов с магнитоэлектрическим возбуждением, обеспечивающая всесторонний анализ электромагнитных процессов и позволившая за счет учета зависимости параметров генератора от частоты вращения осуществить уточненное моделирование

установившихся и переходных процессов.

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

разработаны и внедрены:

- усовершенствованная технология проектирования синхронных генераторов с постоянными магнитами использована при разработке и промышленном внедрении ветроэнергетических установок малой мощности в ходе выполнения НИР «Разработка методики электромагнитного расчета синхронного вентильного генератора для ветроэлектростанции», выполняемой СамГТУ по заданию НПО «Шторм» г.Самары;

- спроектированы и изготовлены четыре типа синхронных генераторов с постоянными магнитами мощностью 0,45, 1, 2 и 8 кВт;

определены перспективы практического использования теоретических результатов работы при создании многополюсных синхронных генераторов с постоянными магнитами для ветроэнергетических установок и других систем с непостоянной частотой вращения;

создана компьютерная модель машины с постоянными магнитами, обеспечивающая с помощью методов численной оптимизации создание энергоэффективных магнитозлектрических генераторов *малой мощности*;

представлены рекомендации по дальнейшему внедрению результатов работы и совершенствованию системы проектирования машин с постоянными магнитами для безредукторных ветроэнергетических установок.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты испытаний синхронных генераторов, полученные на стендах НПО «Шторм» с использованием сертифицированного оборудования, прошедшего своевременную поверку в авторизованных сервисных центрах, показали воспроизводимость результатов исследования;

теория синтеза и анализа магнитозлектрических генераторов построена на известных, проверяемых результатах, не противоречит имеющимся теоретическим и экспериментальным данным и согласуется с опубликованными 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 авторских данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике;

установлено качественное и количественное совпадение полученных автором результатов с результатами, полученными ранее другими учеными по рассматриваемой тематике, а также с результатами численного моделирования и натурных экспериментов;

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

Личный вклад состоит в разработке математических и имитационных моделей, апробации результатов исследования, разработке методики расчетов, алгоритмов программ, обобщении и анализе результатов.

На заседании 18 декабря 2018 года диссертационный совет принял решение присудить Ануфриеву Андрею Сергеевичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 05.09.01. – «Электромеханика и электрические аппараты» за решение научной задачи, направленной на повышение эффективности магнитоэлектрических синхронных генераторов малой мощности для ветроэнергетических установок, имеющих важное значение для развития электромеханики.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 3 доктора 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 - 16, против присуждения учёной степени - нет, недействительных бюллетеней - нет.

Председатель

диссертационного совета Д 212.217.04

Базаров Александр Александрович

В а р у б

Учёный секретарь

диссертационного совета Д 212.217.04

Стрижакова Елена Владимировна

18 декабря 2018 г.