



Председателю диссертационного
совета Д 220.038.08,
созданного на базе ФГБОУ ВО
«Кубанский государственный
аграрный университет
имени И.Т. Трубилина»
доктору технических наук,
профессору Оськину С.В.

Уважаемый Сергей Владимирович!

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» подтверждает согласие на назначение ведущей организацией по диссертации Воробьева Евгения Васильевича на тему: «Параметры и режимы работы автономного инвертора солнечной фотоэнергетической установки малых фермерских и личных подсобных хозяйств», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве.

Подготовка отзыва поручена кафедре электротехники и электрических машин. Утвержденный отзыв будет направлен в диссертационный совет в установленном порядке.

Согласны на размещение сведений о ведущей организации и отзыва на официальном сайте ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ» и в единой информационной системе.

Приложение:

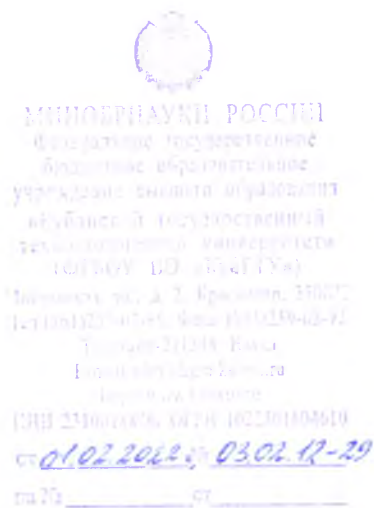
Сведения о ведущей организации – на 3 л., в 1 экз.

Проректор ФГБОУ ВО
«Кубанский государственный технологический университет»
по научной работе и инновациям
канд. техн. наук, доцент

01.02. 2022 г.



С.А. Удодов



Председателю диссертационного
совета Д 220.038.08,
созданного на базе ФГБОУ ВО
«Кубанский государственный
аграрный университет
имени И.Т. Трубилина»
доктору технических наук,
профессору Оськину С.В.

Сведения о ведущей организации

по диссертации Воробьева Евгения Васильевича на тему: «Параметры и режимы работы автономного инвертора солнечной фотоэнергетической установки малых фермерских и личных подсобных хозяйств», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве

Полное наименование организации в соответствии с уставом	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный технологический университет»
Сокращенное наименование организации в соответствии с уставом	ФГБОУ ВО «КубГТУ»
Организационно-правовая форма	Государственное учреждение
Ведомственная принадлежность организации	Министерство науки и высшего образования РФ
Почтовый индекс и адрес организации	350072, Россия, Краснодарский край г. Краснодар, ул. Московская, д. 2
Адрес электронной почты организации	adm@kgtu.kuban.ru
Официальный сайт организации	https://kubstu.ru/
Телефон	(861) 255-84-01
Телефон/факс	(861) 259-65-92

<p align="center">Основные публикации ведущей организации, затрагивающие сферу диссертационного исследования соискателя</p>
<p>1. Аксиальный трехходовый бесконтактный ветро-солнечный генератор / Кашин Я.М., Кашин А.Я., Самородов И.Б. Патент на изобретение 2738435 С1, 14.12.2020. Заявка № 2020105349 от 04.02.2020.</p>
<p>2. Стабилизированная двухходовая ветро-солнечная аксиально-радиальная электрическая машина-генератор / Кашин Я.М., Кашин А.Я., Князев А.С. Патент на изобретение RU 2685424 С1, 18.04.2019. Заявка № 2018128657 от 03.08.2018.</p>
<p>3. Экспериментальные исследования двухходовой генераторной установки / Кашин Я.М., Копелевич Л.Е., Самородов А.В., Ким В.А., Горбунов И.А., Христофоров М.С. // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2021. – № 1. – С. 143–155.</p>
<p>4. Исследование генераторной ветроустановки для привода машин / Аракелян Р.А., Кашин Я.М., Коношевский А.Н., Копелевич Л.Е., Ким В.А., Шаршак А.А. // Научно-производственный журнал «Сельский механизатор» – М.: Изд-во ООО «Нива», 2020, № 5-6. – С. 39-41.</p>
<p>5. Ветросолнечная двухходовая генераторная установка / Кашин Я.М., Квон А.М., Копелевич Л.Е., Самородов А.В., Христофоров М.С. // Научно-производственный журнал «Сельский механизатор» – М.: Изд-во ООО «Нива», 2019. – № 7. – С. 32-34.</p>
<p>6. Ветро-солнечный генератор и его характеристики / Кашин Я.М., Копелевич Л.Е., Самородов А.В., Ким В.А., Артянян К.З. // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2019. – № 6. – С. 201–214.</p>
<p>7. Experimental characterization of synchronized axial two-input generator set / Gaitov B.K., Kashin Ya.M., Khristoforov M.S. // 2019 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2019. 2019. С. 8742973.</p>
<p>8. Promising converters of wind and solar energy into electric energy for electrotechnical complexes / Kashin Y.M., Samorodov A.V., Khristoforov M.S., Kim V.A. // Proceedings of the international conference "Actual Issues of Mechanical Engineering" (AIME 2018) 157 , pp.255-261.</p>

<p>9. Регулировочные характеристики ветро-солнечного генератора / Шаршак А.А., Артеян К.З., Кашин Я.М // В сборнике: Сборник лучших научных работ молодых ученых Кубанского государственного технологического университета, отмеченных наградами на конкурсах. Краснодар. – 2018. – С. 14–15.</p>
<p>10. Разработка конструкций двухвходовых генераторных установок на основе возобновляемых источников энергии / Гайтов Б.Х., Кашин Я.М., Копелевич Л.Е., Самородов А.В., Чэн П. // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2018. – № 2–3 (362-363). – С. 94–99.</p>
<p>11. Ветро-солнечный генератор для систем автономного электроснабжения / Гайтов Б.Х., Кашин Я.М., Копелевич Л.Е., Самородов А.В., Кашин А.Я., Схашок А.О., Ким В.А. // Электричество. – 2018. – № 1. – С. 19–27.</p>
<p>12. Ветро-солнечный генератор / Гайтов Б.Х., Кашин Я.М., Копелевич Л.Е., Самородов А.В., Ким В.А., Схашок А.О., Кашин А.Я. // Энергосбережение и водоподготовка. 2017. – № 6 (110). – С. 25–30.</p>
<p>13. Моделирование ступенчато-моделированного инвертора со стабилизацией выходного напряжения при работе от модулей фотоэлектрических элементов Расчет характеристик и исследование работы / Гайтова Т.Б., Кашин Я.М., Белов А.А. // Вестник Адыгейского государственного университета, Серия «Естественно-математические и технические науки» – Майкоп: Изд-во Адыгейский государственный университет, 2013, № 3 (122). – С. 80-96.</p>
<p>14. Имитационное моделирование модулей фотоэлектрических элементов в программной среде Proteus ISIS / Кашин Я.М., Белов А.А. // Вестник Адыгейского государственного университета, Серия «Естественно-математические и технические науки» – Майкоп: Изд-во Адыгейский государственный университет, 2013, № 2 (119). – С. 109-119.</p>

Проректор ФГБОУ ВО

«Кубанский государственный технологический университет»

по научной работе и инновациям

канд. техн. наук, доцент

01.02.

2022 г.



С.А. Удодов

УТВЕРЖДАЮ

Проректор ФГБОУ ВО «КубГТУ»
по научной работе и инновациям
кандидат технических наук, доцент,
Удодов С.А.

« 28 »  2022 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный технологический университет» на диссертационную работу Воробьева Евгения Васильевича: «Параметры и режимы работы автономного инвертора солнечной фотоэнергетической установки малых фермерских и личных подсобных хозяйств», представленную к защите в диссертационный совет Д 220.038.08 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» (ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ) на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.02 – Электроэнергетика и электрооборудование в сельском хозяйстве,

1 Актуальность темы диссертационного исследования

В настоящее время электроснабжение автономных сельскохозяйственных потребителей малых фермерских и личных подсобных хозяйств, осуществляют бензо- или дизельные станции, имеющие низкие эксплуатационно-технические характеристики и ресурс работы. Актуальным направлением является внедрение энергоэффективных технологий в сельскохозяйственное производство за счёт применения солнечных электростанций. Важным функциональным элементом солнечных фотоэнергетических установок (СФЭУ) является солнечный автономный инвертор (АИ). Эксплуатируемые в настоящее время АИ имеют относительно низкие показатели эффективности.

В связи с вышеизложенным диссертационное исследование, направленное на улучшение эксплуатационно-технических характеристик и функциональных возможностей АИ солнечной фотоэнергетических установок, является **актуальным.**

2 Новизна исследований и полученных результатов

Научной новизной исследования являются:

- критерии оценки эффективности автономного инвертора солнечной фотоэнергетической установки;
- алгоритм работы системы управления автономным инвертором на однофазно-трёхфазном трансформаторе с вращающимся магнитным полем по преобразованию и стабилизации напряжения;
- методика расчета параметров электрической схемы замещения автономного инвертора на однофазно-трёхфазном трансформаторе с вращающимся магнитным полем.
- компьютерная модель автономного инвертора на однофазно-трёхфазном трансформаторе с вращающимся магнитным полем.

3 Степень достоверности и обоснованности результатов исследований

Достоверность научных положений и выводов диссертации подтверждается правильностью использования теоретических методов исследования. Автор достаточно корректно использует известные научные методы исследований обоснования полученных результатов, выводов и рекомендаций. Основу исследований составили теория электрических цепей, основ теории электрических машин и силовой преобразовательной техники, метод статической оценки точности результатов теоретических и экспериментальных исследований.

Достоверность исследований подтверждается сопоставлением результатов компьютерного моделирования и исследований на физической модели. Сопоставление результатов компьютерного моделирования и исследований физической модели показало, что расхождение не превысило 5,5 %.

4 Научная и практическая значимость исследований

Научная и практическая значимость результатов исследований заключается:

- в разработке критериев оценки эффективности автономного инвертора, включающих показатели активной, реактивной и полной мощности, которые определяются в различных режимах работы АИ;
- в разработке функциональных схем АИ на однофазно-трёхфазном трансформаторе с вращающимся магнитным полем;
- в разработке принципиальной электрической схемы системы управления АИ и алгоритма её работы;
- в получении результатов исследований компьютерной модели АИ на однофазно-трёхфазном трансформаторе с вращающимся магнитным полем,

позволяющих получить параметры преобразователя для номинального режима работы и разработать эффективные системы управления и защиты преобразователя;

- в получении результатов экспериментальных исследований однофазно-трёхфазных трансформаторов, выполненных на асинхронных двигателях;

- в технико-экономическом обосновании постановки на серийное производство солнечной фотоэнергетической установки малой мощности.

Практическая значимость полученных автором результатов подтверждена актом о внедрении этих результатов в учебный процесс в ФГБОУ ВО «КубГАУ» и в производство ООО «Электротехнологии-Сервис» (г. Краснодар).

5 Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы

Результаты диссертационного исследования могут быть использованы при проектировании АИ солнечных фотоэнергетических установок малой мощности (до 5 кВт), предназначенных для электроснабжения автономных потребителей электроэнергии. Основными рекомендациями для проектирования энергоэффективных АИ являются:

- применение ШИМ выходного напряжения инвертора позволит улучшить характеристики фильтра инвертора;

- предложенные оптимальные параметры Г-образного выходного фильтра позволят уменьшить длительность переходных процессов на выходе инвертора;

- длительность переходных процессов незначительно зависит от количества модулирующих импульсов, а в основном определяется характером нагрузки;

- при КЗ в первичных обмотках ТВМП необходимо предусмотреть защиту, которая бы снимала управляющие сигналы с транзисторов инвертора;

- для защиты АИ от аварийных режимов работы в нагрузке достаточно применять автоматические выключатели или быстродействующие плавкие предохранители.

6 Оценка содержания работы

Общий объём диссертации содержит 127 с. Структурно работа содержит введение, 4 главы, общие выводы, список использованных источников и приложение.

По результатам исследований опубликовано 24 научные работы, включая 2 монографии, одну статью, размещенную в издании, индексируемом в БД Scopus, 7 статей в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Автореферат отражает содержание диссертации.

Во введении раскрывается актуальность работы, степень разработанности темы, раскрыты научная проблема и рабочая гипотеза, сформулированы цель и задачи исследования, объект и предмет исследований, теоретическая и практическая значимость работы, приведены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе показано, что Краснодарский край является перспективным регионом для внедрения солнечной энергетики в сельскохозяйственное производство. Проведён анализ характеристик потребителей электрической энергии. Установлено, что мощность солнечной фотоэнергетической установки (СФЭУ) должна быть в пределах 3–5 кВт, напряжение 220/380 В, частота тока как промышленной частоты, так и пониженной и повышенной. Проведён анализ особенностей работы и недостатки автономных инверторов (АИ) солнечных электростанций.

Во второй главе предложено оценивать эффективность АИ по следующим критериям: КПД; массогабаритные показатели, включающие показатели расчета силовой электронной схемы, трансформатора, входного и выходного фильтров; показатели качества напряжения, оценивающиеся по величине коэффициента гармоник; показатели активной, реактивной и полной мощности. Разработаны функциональные схемы АИ, выполненные на однофазной мостовой схеме и однофазно-трёхфазном ТВМП. Раскрыты преимущества и недостатки схем АИ. Разработана принципиальная электрическая схема автономного инвертора, выполненная на базе полевых транзисторов и однофазно-трёхфазного трансформатора с вращающимся магнитным полем, с использованием микропроцессорной техники.

В третьей главе представлена разработка методики инженерного расчёта параметров схемы замещения АИ на трансформатора с вращающимся магнитным полем с подключенным источником и нагрузкой. Разработана компьютерная блок-схема АИ на однофазно-трёхфазном трансформатора с вращающимся магнитным полем с использованием программы MATLAB (версия R2018) и приложения Simulink. Результаты компьютерного моделирования показали, позволили разработать рекомендации по проектированию СФЭУ.

В четвертой главе для подтверждения результатов теоретических исследований представлен разработанный испытательный автором стенд по исследованию работы однофазно-трёхфазного трансформатора с вращающимся

магнитным полем. Исследования показали, что трансформатор с вращающимся магнитным полем, выполненный на электрической машине с фазным ротором, имеет улучшенный спектральный состав выходного напряжения, чем трансформатор, выполненный на базе асинхронной машины с короткозамкнутым ротором. Проведена оценка достоверности полученных результатов теоретических и экспериментальных исследований. При этом доверительный интервал определялся на основании критерия Стьюдента. Проведено технико-экономическое обоснование целесообразности постановки на серийное производство СФЭУ малой мощности.

В заключении раскрыты основные итоги выполненной работы в соответствии с поставленными задачами, даны рекомендации производству и раскрыты перспективы дальнейших исследований по теме работы.

7 Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации

В диссертации Воробьёва Евгения Васильевича присутствуют практически все основные компоненты исследования, которые необходимы при формировании кандидатской диссертации.

Диссертация выполнена на высоком научном и методическом уровне. Содержание диссертации соответствует формулировке ее темы.

Диссертация и автореферат написаны технически грамотно, оформлены аккуратно, изложение материала методически выдержано, логически последовательно.

Автореферат диссертации вполне отражает содержание и структуру диссертационной работы, содержит основные положения и полученные результаты диссертационной работы. Графический материал хорошо дополняет текстовую часть и выполнен аккуратно, хотя и некоторыми ошибками и нарушениями действующих стандартов. Представленные рисунки и таблицы наглядно отражают ход экспериментальной работы.

Выводы и предложения в достаточной мере подтверждены результатами исследований, обладают новизной и соответствуют содержанию работы.

Предложенные автором диссертации решения аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями.

Замечания:

– автором приведены перечисления о возможностях применения солнечных электростанций в сельскохозяйственном производстве, однако конкретный вид производства, мощность и режимы работы потребителей электроэнергии не указан, целесообразно указать;

– не ясно, в чём была необходимость при оценке эффективности автономного инвертора использовать в качестве показателей оценки активную, реактивную и полную мощности;

– из диссертации не ясно, в чём отличие предложенной методики расчёта параметров схемы замещения автономного инвертора на трансформаторе с вращающимся магнитным полем от известных;

– в чём особенности разработанного алгоритма работы системы управления автономным инвертором;

– не чётко сформулировано, какие результаты исследований позволят разрабатывать высокоэффективные автономные инверторы на трансформаторе с вращающимся магнитным полем.

Заключение

Диссертационная работа Воробьева Евгения Васильевича на тему: «Параметры и режимы работы автономного инвертора солнечной фотоэнергетической установки малых фермерских и личных подсобных хозяйств», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве, имеет внутреннее единство, выполнена на достаточно высоком теоретическом и методическом уровне. Она является завершённой, самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой, которая по содержанию, объекту и направлению исследований соответствует паспорту специальности 05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве.

Автореферат полностью отражает основное содержание и положения диссертации. Выводы и рекомендации, полученные в результате исследований, в целом достаточно аргументированы, обладают новизной и достоверностью.

В диссертации изложено новое научно-обоснованное техническое решение актуального вопроса – разработка и внедрение энергоэффективных технологий в сельскохозяйственное производство за счёт применения солнечных электростанций. Совокупность теоретических положений, разработанных автором на основании выполненных исследований, является решением актуальной научно-технической задачи, имеющей важное значение для развития сельского хозяйства страны, что удовлетворяет критериям 9-10 Положения о присуждении ученых степеней.

Содержание диссертации и научные результаты, полученные соискателем в процессе достижения поставленной цели исследования и решения

поставленных задач достаточно полно изложены в 24 печатных работах, в том числе в 2-х монографиях, в 7 статьях, опубликованных в рецензируемых научных журналах, рекомендуемых ВАК РФ, и одной статье в издании, индексируемом в наукометрической базе данных Scopus, что удовлетворяет критериям п. 11-13 Положения о присуждении ученых степеней.

Таким образом, диссертация отвечает критериям 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г., предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Воробьев Евгений Васильевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве.

Диссертационная работа и отзыв на неё рассмотрены, обсуждены и одобрены на заседании кафедры электротехники и электрических машин ФГБОУ ВО «КубГТУ» (протокол № 9 от 29 марта 2022 г.).

Заведующий кафедрой электротехники и электрических машин,
канд. техн. наук, доцент

Кашин Я.М.

«29» марта 2022 г.

Адрес организации: 350072, Южный федеральный округ, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. Московская, д. 2;
Телефон: (861) 274-52-53; (861) 255-25-32;
адрес электронной почты adm@kgtu.kuban.ru, сайт <https://kubstu.ru/>



Подпись Кашина Я.М. удостоверяю
Начальник отдела
кадров сотрудников
Русец Е.И. Русец
« 29 » 03 2022

С отзывом Воробьев Евгений Васильевич ознакомлен
Филип Воробьев Е.В. 7 14.04.2022