

Председателю диссертационного совета Д 220.038.08 на базе  
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ  
С. В. Оськину

Уважаемый Сергей Владимирович!

Я, Игорь Викторович Юдаев, декан электроэнергетического факультета, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник кафедры «Энергообеспечение предприятий и электротехнологии» ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский ГАУ, согласен быть официальным оппонентом по диссертационной работе 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.

Предоставляю необходимые сведения о себе и согласен на размещение этих сведений и отзыва на официальном сайте Кубанского ГАУ и в единой информационной системе, а также на включение моих персональных данных в аттестационное дело и их дальнейшую обработку.

Приложение: сведения об официальном оппоненте (1 экз. на 3 л.).

Декан электроэнергетического факультета, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник кафедры «Энергообеспечение предприятий и электротехнологии» ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский ГАУ

«21» 01 2022 г.



И.В. Юдаев

Подпись, ученую степень, ученое звание и должность Игоря Викторовича Юдаева удостоверяю:

ВРИО проректора по научной и инновационной работе ФГБОУ ВО СПбГАУ,  
кандидат ветеринарных наук

Колесников Р.О.



Председателю диссертационного совета Д 220.038.08 на базе  
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ  
С. В. Оськину

Сведения об официальном оппоненте

по диссертационной работе 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

<b>Фамилия, Имя, Отчество</b>	Игорь Викторович Юдаев
<b>Ученая степень</b>	доктор технических наук, 05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве
<b>Наименование диссертации</b>	Электроимпульсная энергосберегающая технология борьбы с сорной растительностью
<b>Ученое звание</b>	Профессор
<b>Полное наименование организации в соответствии с уставом на момент представления отзыва</b>	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный аграрный университет"
<b>Наименование подразделения</b>	кафедра «Энергообеспечение предприятий и электротехнологии»
<b>Должность</b>	профессор
<b>Адрес организации места работы</b>	196601, Россия, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, дом 2
<b>Телефон и официальный сайт организации места работы</b>	8 (812) 470-04-22 <a href="https://spbgau.ru/">https://spbgau.ru/</a>

**Основные публикации официального оппонента, затрагивающие сферу диссертационного исследования соискателя**

1. Юдаев, И. В. Возобновляемые источники энергии: учебник для вузов / И.В. Юдаев, Ю.В. Даус, В.В. Гамага. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 328 с.
2. Об оценке валового потенциала солнечной энергии на сельских территориях / Ю.В. Даус, И.В. Юдаев // АгроЭкоИнженерия. – 2021. – № 2 (107). – С. 4-13.
3. Частные солнечные электрические станции Украины небольшой мощности: особенности функционирования и опыт эксплуатации / И.В. Юдаев, Ю.В. Даус, А.В. Жарков, В.Я. Жарков // Гелиотехника. – 2019. – № 6. – С. 560-571.
4. Способ компоновки и пространственной ориентации фотоэлектрических панелей в солнечной электрической станции без слежения за солнцем / Ю.В. Даус, И.В. Юдаев, В.В. Харченко. Патент на изобретение RU 2640795 С1. 12.01.2018. Заявка № 2016143958 от 08.11.2016.
5. Solar radiation intensity data as basis for predicting functioning modes of solar power plants / Y. Daus, I.V. Yudaev, V. Kharchenko // В книге: Handbook of Research on Renewable Energy and Electric Resources for Sustainable Rural Development. Сер. "Advances in Environmental Engineering and Green Technologies" Hershey, Pennsylvania, 2018. – С. 283-309.
6. Управление пространственной ориентацией фотоэлектрического модуля для получения максимума выработки электрической энергии в заданный момент времени / Ю.В. Даус, И.В. Юдаев, В.В. Харченко // Гелиотехника. – 2018. – № 5. – С. 9-17.
7. Managing spatial orientation of photovoltaic module to obtain the maximum of electric power generation at preset point of time / Yu.V. Daus, V.V. Kharchenko, I.V. Yudaev // Applied Solar Energy. –2018. – Т. 54. – № 6. – С. 400-405.
8. Оценка графиков потребления электрической энергии объектов на сельских территориях как нагрузки солнечной электростанции / И.В. Юдаев, Ю.В. Даус, Д.А. Десятниченко // Вестник аграрной науки Дона. – 2018. – № S4. – С. 10-17.
9. Определение геометрических параметров размещения и компоновки фотоэлектрических панелей на солнечной электростанции / Ю.В. Даус, В.В. Харченко, И.В. Юдаев Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2017615528. 25.05.2017. Заявка № 2017610943 от 06.02.2017.
10. Estimation of solar energy potential under conditions of urban development / Yu.V. Daus, I.V. Yudaev // В сборнике: Actual Issues of Mechanical

Engineering-2017. Proceedings of the International Conference. – 2017. – С. 156-161.

11. Ресурсный потенциал солнечной энергии для установок, использующих ее в системе энергоснабжения потребителей г. Волжского / Ю.В. Дaus, Н.М. Веселова, И.В. Юдаев, С.А. Ракитов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 129. – С. 297-307.

12. Estimation of solar energy potential under conditions of urban development. Proceedings of the international conference «Actual issues of mechanical engineering» 2017 (AIME 2017). AER / Yu. Daus, I. Yudaev // Advances in Engineering Research. – 2017. – Т. 133. – С. 156.

Декан электроэнергетического факультета, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник кафедры «Энергообеспечение предприятий и электротехнологии» ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский ГАУ

«21» 01 2022 г.

И.В. Юдаев

Подпись, ученую степень, звание и должность Игоря Викторовича Юдаева удостоверяю:

ВрИО проректора по научной и инновационной работе ФГБОУ ВО СПбГАУ, кандидат ветеринарных наук

Колесников Р.О.



## **ОТЗЫВ**

официального оппонента доктора технических наук, профессора Юдаева Игоря Викторовича на диссертацию Воробьева Евгения Васильевича **«Параметры и режимы работы автономного инвертора солнечной фотоэлектрической установки малых фермерских и личных подсобных хозяйств»**, представленную к защите в диссертационный совет по защите докторских и кандидатских диссертаций Д 220.038.08, созданного на базе ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве

### **1. Актуальность темы**

Актуальность темы диссертационного исследования не вызывает сомнения, поскольку в настоящее время для электроснабжения автономных сельскохозяйственных потребителей небольшой мощности, фермерских и личных подсобных хозяйств, применяются разнообразные бензо- или дизельные станции, имеющие низкие эксплуатационно-технические характеристики и небольшой ресурс работы, и которые негативно влияют при их эксплуатации на экологию окружающего пространства. Применение же для обозначенных целей солнечных фотоэлектрических установок позволяет повысить энергоэффективность системы электроснабжения – обеспечить бесперебойность подачи и качество вырабатываемой электрической энергии, а улучшить экологическая обстановка территории, на которой человек проживает и осуществляет производственную деятельность.

Диссертационная работа Воробьева Евгения Васильевича как раз и посвящена решению обозначенной ранее проблемы за счет применения фотоэлектрической установки малой мощности для генерирования электрической энергии с разработанным автономным инвертором для эффективной работы которого обоснованы его параметры и режимы работы.

### **2. Структура и объем работы**

Представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук содержит 127 страниц машинописного текста, 37 рисунков и 7 таблиц. Структурно работа выполнена в виде рукописи, состоящей из введения; 4 глав; заключения, включающего в себя итоги выполненного исследования, рекомендации производству, перспективы дальнейшей разработки темы; список использованных источников и приложения.

Во введении раскрывается актуальность работы, приведена общая характеристика работы и её содержание. Введение оформлено в соответствии с требованиями ГОСТ 7.0.11-2011 и содержит все перечисленные в нем основные структурные элементы.

*В первой главе* «Состояние вопроса и задачи исследований» рассматривается востребованность солнечных электростанций малой мощности для производственных и коммунальных нужд на сельских территориях, особенности конструкции и работы солнечных фотоэнергетических установок небольшой мощности в автономном режиме. Представлены основные эксплуатационно-технические характеристики и недостатки известных технических решений автономных инверторов. Раскрыта научная проблема, сформулирована рабочая гипотеза, а также цель и задачи диссертационного исследования.

*Во второй главе* «Критерии оценки эффективности и структурно-схемные решения автономных инверторов» рассматриваются критерии оценки эффективности функционирования автономных инверторов солнечных фотоэнергетических установок, предлагаются новые решения функциональных схем автономных инверторов, выполненных на основе трансформатора с вращающимся магнитным полем, разработана принципиальная электрическая схема автономного инвертора с использованием микропроцессорной техники и алгоритм работы системы управления.

*В третьей главе* «Математическое моделирование автономного инвертора на трансформаторе с вращающимся магнитным полем» раскрываются особенности математического моделирования инверторов и трансформаторов автономных систем электроснабжения, предлагается электрическая схема замещения автономного инвертора и блок-схема компьютерной модели. Проводится расчёт параметров схемы замещения и приводятся результаты компьютерного моделирования режимов работы автономного инвертора на трансформаторе с вращающимся магнитным полем.

*В четвертой главе* «Экспериментальные исследования и расчет технико-экономических показателей солнечных фотоэнергетических систем» для подтверждения результатов теоретических исследований разработан экспериментальный испытательный стенд, содержащий однофазно-трёхфазный трансформатор с вращающимся магнитным полем, представлена методика экспериментальных исследований и приведено описание необходимого для этих целей оборудования. Выполнена оценка достоверности экспериментальных исследований. Отдельно приведено технико-экономическое обоснование постановки на серийное производство солнечных фотоэнергетических

установок малой мощности и представлены экономические расчеты реализации проекта.

В заключении приводятся итоги выполненного исследования, рекомендации производству, перспективы дальнейшей разработки темы

Диссертационная работа оканчивается списком использованных источников литературы из 140 наименований и тремя приложениями, представляющими собой акты использования результатов научных исследований и внедрения в учебный процесс.

### **3. Степень обоснованности и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, изложенных в диссертации, подтверждена результатами теоретических и экспериментальных исследований, выполненных с использованием современных приборов, прошедших своевременную поверку. Автор достаточно корректно использует хорошо известные научные методы анализа и обоснования полученных результатов, выводов и рекомендаций. Им изучены и критически проанализированы известные достижения в области солнечной фотовольтаической энергетики и разработке автономных солнечных инверторов, преобразующих напряжения постоянного тока в переменный, о чём свидетельствует достаточно объёмный список использованной литературы из 140 наименований.

Методы проведенных исследований базируются на умелом применении теории электрических цепей, основ теории электрических машин и силовой преобразовательной техники, компьютерного моделирования, методик статистической оценки точности результатов теоретических и экспериментальных исследований.

Основные положения, выводы и рекомендации диссертационной работы, представленные в заключении, являются новыми, и они полностью соответствуют представленным в диссертации результатам исследований.

Результаты теоретических и экспериментальных исследований были использованы для разработки автономного инвертора на основе однофазно-трёхфазного трансформатора с вращающимся магнитным полем, эффективное применение которого может позволить обеспечить устойчивую работу фотоэлектрической установки малой мощности

### **4. Оценка новизны и достоверности**

В качестве новых научных результатов автором диссертационного исследования выдвинуты положения о:

- критериях оценки эффективности автономного инвертора солнечной фотоэнергетической установки;
- алгоритме работы системы управления автономным инвертором на однофазно-трёхфазном трансформаторе с вращающимся магнитным полем по преобразованию и стабилизации напряжения;
- методике расчета параметров электрической схемы замещения автономного инвертора на однофазно-трёхфазном трансформаторе с вращающимся магнитным полем;
- компьютерной модели автономного инвертора на однофазно-трёхфазного трансформатора с вращающимся магнитным полем.

## **5. Апробация работы, ее реализация и публикации по теме исследования**

Результаты выполненного диссертационного исследования докладывались и обсуждались на 2 всероссийских и 6 международных научно-практических конференциях. По теме диссертации опубликованы в открытой печати 24 научные работы, включая одну статью в издании, индексируемом в МБД Скопус; 7 статей в изданиях, рекомендованных действующим перечнем ВАК РФ; а также 2 научные монографии.

Материалы по исследованию компьютерной модели и технико-экономического обоснования постановки на серийное производство солнечных фотоэнергетических установок малой мощности переданы в ООО «Солнечный центр» и ООО «ЭнерготехнологииСервис». Результаты научных исследований используются в учебном процессе в ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» по дисциплине «Электрооборудование возобновляемой энергетики».

## **6. Степень завершенности диссертации и качество оформления**

Материалы, изложенные в диссертации логически взаимосвязаны. В разделах раскрыты поставленные задачи, отражены и обоснованы результаты, и выводы. Содержание диссертации изложено в опубликованных в открытой печати статьях и апробировано на российских и международных конференциях.

Цель и задачи исследований реализованы автором в полном объеме. Научные положения, выносимые на защиту, выводы и рекомендации являются обоснованными.



В целом диссертационная работа содержит все необходимые для кандидатской диссертации составляющие, результаты исследований грамотно интерпретированы, выводы аргументированы и последовательны.

Автореферат в достаточной мере отражает материал диссертационной работы, её основные положения и научные результаты. Содержит выводы, соответствующие защищаемым положениям диссертации.

## 7. Общие замечания по содержанию диссертации

Кроме вышеперечисленных замечаний по главам, уместно привести ряд общих замечаний:

1. В соответствии с ГОСТ Р 51594-2000 «Нетрадиционная энергетика. Солнечная энергетика. Термины и определения» вместо понятий, часто употребляемых в диссертационной работе – «солнечная батарея», «солнечный модуль», следует употреблять понятие «фотоэлектрический модуль», так как именно «фотоэлектрический модуль – это устройство, конструктивно объединяющее электрически соединенные между собой фотоэлектрические солнечные элементы и имеющие выходные клеммы для подключения внешнего потребителя».

2. Не совсем понятен параметр в исходных данных (см. стр. 32) – «частота тока нагрузки  $f$ ».

3. Параграф 2.3 назван «Принципиальная электрическая схема автономного инвертора и алгоритм работы системы управления», на рисунке же 2.15 (стр. 61) представлена «Функциональная электрическая схема солнечной фотоэнергетической установки». В автореферате эта же схема названа «Принципиальная электрическая схема АИ на однофазно-трехфазном ТВМП».

4. На рисунке 2.16 отсутствуют типы и номиналы некоторых электронных компонентов, например, многих полупроводниковых диодов DV7, DV8 и др., транзисторов и т.п., и в описании по тексту эти параметры не приведены. Зачем приводить параметры и номиналы остальных элементов

5. Утверждение (см. рис. 73) «Блок-схемы разработаны с использованием языка программирования MATLAB (версия R2018) и приложения Simulink», на наш взгляд, было бы правильнее перефразировать не с использованием языка программирования MATLAB (версия R2018), а с использованием библиотеки стандартных блоков пакетов расширения Simulink и SimPowerSystems системы MATLAB.

6. Задача исследования «Провести технико-экономическое обоснование внедрения солнечной фотоэнергетической установки малой мощности» решена не полностью.

7. В рекомендациях для производства (стр. 106) сказано, что «При производстве нового технического решения автономного солнечного инвертора, выполненного на базе однофазно-трёхфазного ТВМП, прежде всего необходимо учитывать рекомендации, приведенные в п. 9 заключения диссертационного исследования», но в представленном заключении п.9 отсутствует. Так на какой же тезис или аксиому необходимо опираться?

Отмеченные замечания и недостатки не являются критическими и не влияют на основные теоретические и практические результаты диссертационного исследования Воробьева Евгения Васильевича.

## **8. Заключение**

Диссертация Воробьева Евгения Васильевича «Параметры и режимы работы автономного инвертора солнечной фотоэнергетической установки малых фермерских и личных подсобных хозяйств», представляет собой завершенную научно-исследовательскую работу, выполненную автором самостоятельно на актуальную для агропромышленного комплекса страны тему. Исследования проведены на достаточно высоком научно-методическом уровне и с применением современных компьютерных технологий. Полученные автором результаты содержат новые научные и технологические решения, и разработки, имеющие существенное практическое значение, направлены на проектирование, разработку и внедрение фотоэнергетических установок малой мощности для нужд коммунального и производственного сектора автономно функционирующих объектов на сельских территориях.

Диссертационная работа Воробьева Евгения Васильевича «Параметры и режимы работы автономного инвертора солнечной фотоэнергетической установки малых фермерских и личных подсобных хозяйств» соответствует критериям актуальности темы, новизны и достоверности результатов, отвечает требованиям п. 9-11, 13 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Воробьев Евгений Васильевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве.

**Официальный оппонент**

декан электроэнергетического факультета,  
доктор технических наук (научная специальность 05.20.02),  
профессор, главный научный сотрудник  
кафедра «Энергообеспечение предприятий и электротехнологии»  
ФГБОУ ВО СПбГАУ

И.В. Юдаев

**Подпись, должность, ученую степень и звание И.В. Юдаева**

Удостоверяю

Проректор по научной и инновационной работе ФГБОУ ВО СПбГАУ,  
кандидат ветеринарных наук



Р.О. Колесников

01.04.2022

Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»

Почтовый адрес: 196601 г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское  
шоссе, д.2

Телефон организации (факс): (812) 470-04-22;

Адрес электронной почты: [agro@spbgau.ru](mailto:agro@spbgau.ru)

Адрес официального сайта: <https://spbgau.ru/>

*С отрывком оригинала опломбированного документа*  
*Ворожьев Е.В. 14.04.2022*

Председателю диссертационного  
совета Д 220.038.08 на базе  
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ  
С. В. Оськину

Уважаемый Сергей Владимирович!

Я, Коноплев Евгений Викторович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Применения электроэнергии в сельском хозяйстве» ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ (г. Ставрополь), согласен быть официальным оппонентом по диссертационной работе 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.

Предоставляю необходимые сведения о себе и согласен на размещение этих сведений и отзыва на официальном сайте Кубанского ГАУ и в единой информационной системе, а также на включение моих персональных данных в аттестационное дело и их дальнейшую обработку.

Приложение: сведения об официальном оппоненте (1 экз. на 3 л.).

Кандидат технических наук по  
специальности 05.20.02,  
доцент кафедры «Применения  
электроэнергии в сельском хозяйстве»  
ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ, доцент

«19» января 2022 г.

 Е.В. Коноплев

Подпись, ученую степень, звание и должность  
Коноплева Евгения Викторовича удостоверяю  
ученый секретарь Ученого совета  
ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ  
доктор эконом. наук, профессор

 А.Н. Байдаков

Председателю диссертационного  
совета Д 220.038.08 на базе  
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ  
С. В. Оськину

Сведения об официальном оппоненте

по диссертационной работе 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

<b>Фамилия, Имя, Отчество</b>	Коноплев Евгений Викторович
<b>Ученая степень</b>	кандидат технических наук, 05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве
<b>Наименование диссертации</b>	Применение ветроэнергетической установки в системе автономного электроснабжения сельскохозяйственных потребителей малой мощности
<b>Ученое звание</b>	Доцент
<b>Полное наименование организации в соответствии с уставом на момент представления отзыва</b>	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Ставропольский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ)
<b>Наименование подразделения</b>	кафедра «Применения электроэнергии в сельском хозяйстве»
<b>Должность</b>	доцент
<b>Адрес организации места работы</b>	355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12
<b>Телефон и официальный сайт</b>	8 (8865) 35-22-82; 8 (8865) 35-22-83 <a href="http://stgau.ru/">http://stgau.ru/</a>

<p><b>организации места работы</b></p>	
<p><b>Основные публикации официального оппонента, затрагивающие сферу диссертационного исследования соискателя</b></p>	
<p>1. Improving the energy efficiency of using solar panels / Nikitenko G.V., Konoplev E.V., Salpagarov V.K., Danchenko I.V., Masyutina G.V. // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "International Scientific and Practical Conference Biotechnology in the Agro-Industrial Complex and Sustainable Environmental Management" 2020. С. 012092.</p>	
<p>2. Автономное электроснабжение на основе солнечных панелей / Никитенко Г.В., Коноплев Е.В., Салпагаров В.К., Данченко И.В. // Сельский механизатор. – 2019. – № 9. – С. 32–33.</p>	
<p>3. Нетрадиционные источники энергии / Никитенко Г.В., Коноплев Е.В., Салпагаров В.К. // В сборнике: Энергетика: управление, качество и эффективность использования энергоресурсов. Сборник трудов IX Международной научно-технической конференции. – 2019. – С. 163–167.</p>	
<p>4. Система автономного электроснабжения на основе энергии ветра и солнца / Никитенко Г.В., Коноплев Е.В., Салпагаров В.К. // В сборнике: Энергетика: управление, качество и эффективность использования энергоресурсов. Сборник трудов IX Международной научно-технической конференции. – 2019. – С. 177–181.</p>	
<p>5. Электроснабжение потребителей с использованием энергии ветра и солнца / Никитенко Г.В., Коноплев Е.В., Салпагаров В.К. // В книге: Перспективы устойчивого развития нефтегазовой отрасли и электроэнергетики в Российской Федерации и мире. Материалы Международной научно-практической конференции. – 2019. – С. 274–278.</p>	
<p>6. Solar and wind stand-alone power system / Nikitenko G., Konoplev E., Salpagarov V., Lysakov A. // В сборнике: Engineering for Rural Development. – 2019. – С. 1456–1462.</p>	
<p>7. Мониторинг работы системы автономного электроснабжения / Никитенко Г.В., Коноплев Е.В., Салпагаров В.К., Коноплев П.В., Авдеева В.Н., Данченко И.В. // Сельский механизатор. – 2019. – № 7. – С. 40</p>	
<p>8. Солнечный трекер / Никитенко Г.В., Коноплев Е.В., Лысаков А.А., Салпагаров В.К., Данченко И.В. // Сельский механизатор. – 2019. – № 8. – С. 30</p>	
<p>9. Solar and wind stand-alone power system / Nikitenko G., Konoplev E.,</p>	

Salpagarov V., Lysakov A. // Engineering for Rural Development (см. в книгах). – 2019. – № 18. – С. 1456.
10. Ветросолнечная система автономного электроснабжения / Никитенко Г.В., Коноплев Е.В., Лысаков А.А., Коноплев П.В., Салпагаров В.К., Бобрышев А.В. // Сельский механизатор. – 2018. – № 4. – С. 28–29
11. Ветросолнечная установка автономного электроснабжения / Никитенко Г.В., Коноплев Е.В., Салпагаров В.К., Коноплев П.В., Бобрышев А.В., Лысаков А.А. Патент на изобретение RU 2680642 С1, 25.02.2019. Заявка № 2018103296 от 29.01.2018.
12. Автономная система электроснабжения овцеводческого хозяйства / Никитенко Г.В., Деведеркин И.В., Коноплев Е.В., Коноплев П.В. // Сельский механизатор. – 2017. – № 1. – С. 28–29.

Кандидат технических наук по  
специальности 05.20.02,  
доцент кафедры «Применения  
электроэнергии в сельском хозяйстве»  
ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ, доцент  
«19» января 2022 г.

Е.В. Коноплев

Подпись, ученую степень, звание и должность  
Коноплева Евгения Викторовича удостоверяю  
ученый секретарь Ученого совета  
ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ  
доктор эконом. наук, профессор



А.Н. Байдаков

## ОТЗЫВ

официального оппонента Коноплева Евгения Викторовича на диссертацию Воробьева Евгения Васильевича «Параметры и режимы работы автономного инвертора солнечной фотоэнергетической установки малых фермерских и личных подсобных хозяйств», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве

**1. Актуальность темы.** Диссертационная работа Воробьева Е.В. выполнена на актуальную тему, связанную с внедрением в сельскохозяйственное производство солнечных фотоэнергетических установок. В диссертации обоснована необходимость улучшения эксплуатационно-технических характеристик и функциональных возможностей инверторов солнечных фотоэнергетических установок, обеспечивающих электроэнергией автономные потребители малых фермерских и личных подсобных хозяйств.

**2. Общая характеристика работы.** Диссертация состоит из введения, 4 глав, общих выводов, списка использованных источников, включающего 140 наименований и приложения. Общий объем диссертации 127 страниц машинописного текста. По стилю изложения и чёткости формулировок удовлетворяет требованиям Положения о порядке присуждения учёных степеней.

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

Апробация результатов исследований проводилась на 2 всероссийских и 6 международных научно-практических конференциях.

Автореферат отражает основное содержание диссертации.

Во введении раскрыты актуальность темы, объект и предмет исследований, сформулированы научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, основные положения, выносимые на защиту.

**В первой главе** проведён анализ характеристик потребителей электрической энергии, применяемых в малых фермерских и личных подсобных хозяйствах. Проведён анализ особенностей работы и основных эксплуатационно-технических характеристик известных технических решений автономных инверторов. Раскрыта научная проблема, рабочая гипотеза, цель и задачи диссертационного исследования.

**Во второй главе** предложены критерии оценки эффективности автономных инверторов солнечных фотоэнергетических установок. Проведены расчёты энергетических показателей автономных инверторов. Разработаны функциональные схемы автономных инверторов, выполненные на однофазной мостовой схеме и однофазно-трёхфазном трансформаторе с вращаю-



щимся магнитным полем. Получены зависимости КПД и удельной массы нового технического решения автономного инвертора. Разработана принципиальная электрическая схема автономного инвертора, выполненная на базе полевых транзисторов и однофазно-трёхфазного трансформатора с вращающимся магнитным полем, с использованием микропроцессорной техники и алгоритм работы системы управления по преобразованию и стабилизации напряжения, а также с возможностью изменять частоту тока по заданному закону регулирования.

*В третьей главе* для исследования работы автономного инвертора на однофазно-трёхфазном трансформаторе с вращающимся магнитным полем разработана принципиальная электрическая схема замещения и методика инженерного расчёта её параметров. Разработана компьютерная блок-схема автономного инвертора с использованием программы MATLAB (версия R2018) и приложения Simulink. В процессе моделирования получены семейства динамических характеристик для различных режимов работы, характеризующие амплитудные значения токов и напряжений, переходные процессы и спектральный состав выходного напряжения электронной схемы преобразователя.

*В четвертой главе* для подтверждения результатов теоретических исследований разработан испытательный стенд по исследованию работы однофазно-трёхфазного трансформатора с вращающимся магнитным полем, выполненного на базе асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором и асинхронного двигателя с фазным ротором. Проводится оценка достоверности результатов теоретических и экспериментальных исследований по усредненным значениям рассогласования электрических параметров, полученных при компьютерном моделировании с электрическими параметрами, полученными при экспериментальных исследованиях. Проводится технико-экономическое обоснование постановки на серийное производство солнечных фотоэнергетических установок малой мощности.

В заключении приведены основные итоги выполненной работы, даны рекомендации производству и раскрыты перспективы дальнейших исследований по теме.

**3. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций.** Основные научные положения диссертации и выводы достаточно корректно обоснованы с использованием теории электрических цепей, основ теории электрических машин и силовой преобразовательной техники, метода статистической оценки точности результатов теоретических и экспериментальных исследований.

Сопоставление результатов компьютерного моделирования и исследований на физической модели дало хорошее совпадение доверительных границ и средних значений.

Выводы и рекомендации по работе полностью отражают результаты, проведенного диссертационного исследования.

Диссертационная работа содержит необходимые ссылки на литературные источники. Основные результаты диссертационной работы достаточно полно отражены в научных публикациях автора.

**4. Научная новизна исследований и достоверность полученных результатов.** Научную новизну работы составляют:

- 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-трёхфазного трансформатора с вращающимся магнитным полем.

Достоверность исследований подтверждается сопоставлением результатов компьютерного моделирования и исследований на физической модели дало хорошее совпадение доверительных границ и средних значений.

**5. Значимость полученных результатов для науки и практики** представляют

- предложенные критерии оценки эффективности автономного инвертора;
- разработанные функциональные схемы солнечных автономных инверторов на однофазно-трёхфазном трансформаторе с вращающимся магнитным полем, принципиальная электрическая схема управления инвертором и алгоритм её работы улучшают эксплуатационно-технические характеристики солнечной фотоэнергетической установки;
- результаты исследований компьютерной модели автономного инвертора на однофазно-трёхфазном трансформаторе с вращающимся магнитным полем;
- результаты экспериментальных исследований однофазно-трёхфазных трансформаторов, выполненных на асинхронных двигателях;
- методические подходы в технико-экономическом обосновании постановки на серийное производство солнечной фотоэнергетической установки малой мощности.

**6. Замечания по содержанию и оформлению работы**

1. Целью диссертационных исследований является улучшение эксплуатационно-технических характеристик, в том числе и массогабаритных параметров автономного инвертора на трансформаторе с вращающимся магнитным полем. Хотелось бы уточнить личный вклад автора в реали-

зации данного раздела диссертационной работы. Каким образом достигается уменьшение массогабаритных показателей с учетом того, что автономный инвертор имеет режим работы ниже частоты питающего тока 50 Гц.

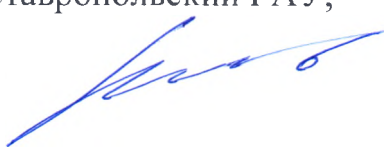
2. В разделе 1.1 не приведены суточные графики нагрузок рассматриваемых потребителей, что затрудняет определение длительности периодов максимальной нагрузки и суточное потребление электроэнергии малыми фермерскими и личными подсобными хозяйствами.
3. В работе рассматривается система солнечной фотоэнергетической установки, поэтому целесообразно было бы привести характеристики ее элементов, таких как площадь солнечных панелей, емкость аккумуляторных батарей и других элементов установки для выбранных потребителей электроэнергии в условиях Краснодарского края.
4. По тексту имеются незначительные опечатки и неточности, использовано много аббревиатуры, на страницах 23 и 24 в описании рисунка 1.3 говорится об использовании полевых транзисторов, хотя на рисунке изображены IGBT транзисторы, то есть биполярные транзисторы с изолированным затвором, по тексту работы база или затвор транзистора упоминается, как управляющий электрод, на рисунке 2.15 представлена принципиальная, а не функциональная схема.
5. Алгоритм работы системы управления на рисунке 2.16 должен быть замкнут, иначе его работа прекращается при величине выходного напряжения, равного «норма».
6. Целесообразно было бы представить в четвертой главе результаты экспериментальных исследований работы автономного инвертора, системы управления и других элементов, рассмотренных во второй главе.
7. При обработке экспериментальных данных упущен момент построения регрессионных уравнения многофакторного эксперимента, что не позволяет в полной мере произвести сравнение теоретических и практических результатов.

## **7 Заключение**

Отмеченные замечания не являются определяющими при общей оценке диссертации. Таким образом, представленная диссертация Воробьева Евгения Васильевича «Параметры и режимы работы автономного инвертора солнечной фотоэнергетической установки малых фермерских и личных подсобных хозяйств», является законченной научно-квалификационной работой, содержащей научные результаты, позволяющие их квалифицировать как обоснованные технические разработки в области электротехнологии и электротехники.

трооборудования в сельском хозяйстве и соответствует требованиям Положения о присуждении учёных степеней п.п. 9 – 11, 13, а её автор, Воробьев Евгений Васильевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.20.02 – «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве».

Официальный оппонент,  
доцент кафедры «Применения электроэнергии  
в сельском хозяйстве» ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ,  
кандидат технических наук, доцент



Е. В. Коноплев

«04» апреля 2022 г.

Фамилия, Имя, Отчество	Коноплев Евгений Викторович
Ученое звание	Доцент
Место работы	ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ, кафедра «Применения электроэнергии в сельском хозяйстве»
Специальность, по которой защищена диссертация	05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве
Адрес организации места работы	355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12.
Телефон и электронная почта	8-903-418-97-46; Konoplev82@mail.ru

Подпись, ученую степень, звание и должность  
Коноплева Евгения Викторовича удостоверяю  
ученый секретарь Ученого совета  
ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ  
доктор эконом. наук, профессор



А.Н. Байдаков

С отзывом ознакомлен  
официально  
Воробьев Е.В. 14.04.2022 г.