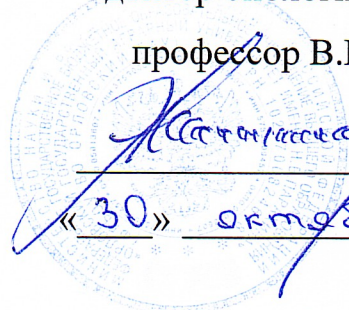


УТВЕРЖДАЮ

Ректор ФГБОУ ВО Орловский ГАУ,

доктор биологических наук,

профессор В.Н. Масалов



« 30 » октября 2025 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Орловский государственный аграрный университет имени Н. В. Парахина» на диссертационную работу Борошникова Александра Леонидовича на тему: «Совершенствование двухпроводной системы электроснабжения с трансформаторными преобразователями числа фаз для питания удаленных сельскохозяйственных потребителей», представленную в диссертационный совет 35.2.033.02 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.2. «Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса» (технические науки).

Анализ содержания и актуальность темы исследования

Сельские электрические сети имеют значительную протяженность. Имеется тенденция роста потерь электрической энергии, при ее передаче. Кроме того, значительная часть сетей требует реконструкции и ремонта. Применение эффективных систем электроснабжения удаленных объектов АПК является актуальной задачей.

Разработка и внедрение двухпроводных систем с трансформаторными преобразователями числа фаз при снабжении удаленных объектов АПК позволит снизить капитальные затраты по сравнению с трехпроводными системами передачи электроэнергии.

Диссертация Борошникова А.Л. «Совершенствование двухпроводной системы электроснабжения с трансформаторными преобразователями числа

фаз для питания удаленных сельскохозяйственных потребителей», направленная на совершенствование систем передачи электроэнергии, является актуальной.

**Степень обоснованности и достоверности научных положений,
результатов исследования**

Диссертация Борошникова А.Л. является завершённой работой. Структурные элементы диссертации логически взаимосвязаны. Каждая глава является самостоятельной и заканчивается соответствующими выводами. Положения диссертации, выносимые на защиту, являются корректными и обоснованы в соответствующих главах.

Обоснованность сформулированных научных положений базируется на проведенных теоретических исследованиях ТПЧФ-1 и ТПЧФ-2 и эмпирических закономерностях, полученных в ходе экспериментальных исследований.

Автором представленной диссертационной работы проведен анализ научных результатов, полученных другими исследователями в рассматриваемой предметной области. При проведении экспериментальных исследований и обработке их результатов использованы высокоточные приборы для измерения электроэнергетических величин, что подтверждает достоверность полученных научных положений и выводов.

**Значимость полученных автором диссертации результатов для развития
соответствующей области науки**

Научную значимость диссертации составляют:

1. Впервые произведён анализ трансформаторных преобразователей числа фаз с установкой фазопреобразующих элементов на низкой стороне трансформаторов, в результате которого определены параметры фазопреобразующих элементов, а также зависимости токов и напряжений от величины и $\cos \varphi$ нагрузки.

2. Разработана методика построения векторных диаграмм для трансформаторных преобразователей числа фаз с помощью которой подтверждена достоверность методики анализа трансформаторных преобразователей числа фаз.

3. Исследована возможность использования двухпроводной системы электропередачи трехфазного тока с трансформаторными преобразователями числа фаз, защищённой патентом на изобретение РФ № 2532534.

Практическую значимость диссертации составляют:

1. Применение трёхфазных силовых трансформаторов для изготовления трансформаторных преобразователей числа фаз для двухпроводной системы электропередачи.

2. Изготовление физической модели двухпроводной системы электропередачи с трансформаторными преобразователями числа фаз.

3. Экспериментальное исследование физической модели двухпроводной системы электропередачи с трансформаторными преобразователями числа фаз, в результате которого установлена работоспособность системы в диапазоне изменения трёхфазной нагрузки от холостого хода до номинальной.

4. Экспериментальное подтверждение возможности включения фазообразующих элементов с низкой стороны трансформаторов ТПЧФ-1 и ТПЧФ-2.

Оценка содержания диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы, включающего 86 наименований и 5 приложений. Основной текст диссертации изложен на 235 страницах машинописного текста, содержит 42 рисунка и 23 таблицы.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационного исследования, методология и методы исследования, определены объект и предмет исследования, изложены научная новизна и практическая значимость, сформулированы основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе проведен анализ неполнофазных систем электроснабжения, приведен вывод автора о возможностях и ограничениях использования этих систем.

Во второй главе приведен анализ трансформаторного преобразователя числа фаз ТПЧФ-1 с конденсаторами на низкой стороне. Определены зависимости изменения емкостей от изменения параметров нагрузки. Определены зависимости токов и напряжений первичных и вторичных обмоток трансформатора с симметрирующими конденсаторами от тока нагрузки. Определены зависимости мощностей трансформатора и симметрирующих конденсаторов от мощности однофазной нагрузки. Построена векторная диаграмма напряжений и токов для ТПЧФ-1. С помощью векторной диаграммы для ТПЧФ-1 с симметрирующими устройствами на низкой стороне трансформатора раскрыто фазопреобразование трехфазного симметричного тока в однофазный для двухпроводной системы электропередачи.

В третьей главе приведен анализ ТПЧФ-2 с конденсаторами на низкой стороне. Определены зависимости изменения емкостей от изменения параметров нагрузки. Определены зависимости токов и напряжений первичных и вторичных обмоток трансформатора с симметрирующими конденсаторами от тока нагрузки. Определены зависимости мощностей трансформатора и симметрирующих конденсаторов от мощности трехфазной нагрузки. Построена векторная диаграмма напряжений и токов для ТПЧФ-2. С помощью векторной диаграммы для ТПЧФ-2 с симметрирующими устройствами на низкой стороне трансформатора раскрыто фазопреобразование однофазного тока в трехфазный.

В четвертой главе приведено описание экспериментальной установки. Состоящей из ТПЧФ-1, ТПЧФ-2, двухпроводной линии электропередачи, нагрузки, а также измерительных комплексов, установленных на вводах ТПЧФ, ЛЭП и нагрузке. Представлены результаты эксперимента, а также проведен сравнительный анализ расчетных и экспериментальных результатов.

В пятой главе проведен сравнительный экономический анализ электроснабжения удаленного от источника питания объекта АПК, для двух случаев, когда электроснабжение осуществляется по трехпроводной сети и когда электроснабжение осуществляется по двухпроводной сети с ТПЧФ. Сметная стоимость двухпроводной сети с ТПЧФ на 12961,1 тыс. руб. меньше, чем сметная стоимость трехпроводной сети.

В заключении приведены общие выводы по результатам проведенного исследования автором, соответствующие поставленным задачам.

Анализ содержания диссертации Борошнина А.Л. позволяет сделать вывод о том, что задачи исследования в целом выполнены и поставленная цель достигнута. Положения, выносимые на защиту, обоснованы и раскрыты в соответствующих главах работы, выводы аргументированы и основываются на результатах исследования.

По структуре, объему и оформлению диссертационная работа соответствует требованиям ВАК Министерства образования и науки РФ. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Общие замечания по содержанию диссертации

1. В списке литературы мало ссылок на научные статьи, которые изданы в ведущих рецензированных журналах.
2. Среди рассматриваемых неполнофазных электроэнергетических системах отсутствует однопроводная электрическая система SWER (Single wire earth return).

3. Следовало бы проанализировать рассмотренные неполнофазные электроэнергетические системы с точки зрения безопасности для человека.

4. Следовало бы проанализировать поведение ТПЧФ-1 при аварийном режиме ($Z_n=0$).

5. Из рисунка 3.3 неясно, какая величина емкости C_2 должна быть при угле φ менее 30 градусов.

6. Из содержания главы неясно, как осуществлялась синхронизация результатов измерений, полученных измерительными устройствами «Энергомонитор 3.3Т1».

7. В таблице 4.16 строка C_2 опыт в столбце 4 число на порядок выше, чем в столбце 3 и 5. Значение корректное?

8. В пятой главе приведен один конкретный пример, для которого произведен технико-экономический расчет. Вместе с этим, следовало бы указать границы применимости предлагаемой автором двухпроводной системы электроснабжения с точки зрения технико-экономических показателей.

9. В большинстве приведенных автором практических примеров и рассмотренных неполнофазных электроэнергетических системах верхняя граница значения напряжения не превышает 35 кВ. В связи с этим, было бы логично ограничиться диапазоном рассматриваемых напряжений 0,4-35кВ, а не 0,4-220кВ.

Следует отметить, что приведенные замечания по диссертационной работе носят частный характер и не оказывают определяющего влияния на положительную оценку диссертации в целом.

Освещение основных результатов работы в печати и соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации

Результаты диссертационного исследования доложены и обсуждены на Международных научно-технических конференциях в Санкт-Петербургском

государственном аграрном университете в 2013-2020 г.г. на 6-ой Международной научно-технической конференции молодых ученых и специалистов «Инновации в сельском хозяйстве», 15-16 декабря 2015 г. (ФГБНУ ВИЭСХ, Москва); на Международной научно-практической конференции «Управление качеством электрической энергии», 23-25 ноября 2016 года (МЭИ, Москва).

Диссертация Борошникова А.Л. является завершённой научно-квалификационной работой. Диссертация и автореферат соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.01.11 - 2011 «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления». Автореферат диссертации достаточно полно отражает её содержание. На основании проведенных исследований автором сделано заключение, которое содержит элементы новизны. Выводы, представленные в заключении, достаточно полно отражают решение поставленных задач.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертационная работа Борошникова Александра Леонидовича на тему: «Совершенствование двухпроводной системы электроснабжения с трансформаторными преобразователями числа фаз для питания удаленных сельскохозяйственных потребителей» является законченной научно-квалификационной работой, выполненной самостоятельно на актуальную тему. Основные выводы и научные положения сформулированы аргументировано и подтверждены теоретическими и экспериментальными исследованиями, проведенными в лабораторных и производственных условиях.

По своей актуальности, новизне и практической значимости полученных научно-технических решений диссертация соответствует требованиям пунктов 9, 11, 13 и 14 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24

сентября 2013 г. №842, а ее автор Борошнин Александр Леонидович достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.2. Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса.

Диссертация, автореферат и отзыв рассмотрены, обсуждена и одобрены на заседании кафедры электроснабжения федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина» (ФГБОУ ВО Орловский ГАУ), протокол №3 от «27» октября 2025 г.

И. о. заведующего кафедрой электроснабжения
ФГБОУ ВО Орловский ГАУ
Доктор экономических наук, профессор

Паршутина Инна Григорьевна

«30» октября 2025г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный аграрный университет имени Н. В. Парахина» (ФГБОУ ВО Орловский ГАУ).

302019, г. Орел, ул. Генерала Родина, 69.

Телефон: +7 (4862) 76-15-17.

E-mail: rector@orelsau.ru

Сайт организации: <https://orelsau.ru>

Подпись Паршутин И. Г. заверяю:
начальник общего отдела
управления персонала и делопроизводства
ФГБОУ ВО Орловский ГАУ



Паршутина И. Г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)



федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования

«ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.В. ПАРАХИНА»
(ФГБОУ ВО Орловский ГАУ)

ул. Генерала Родина, 69, г. Орел,
Орловская область, 302019
тел. (4862) 76-15-17, 76-41-01, 76-34-64
факс: 76-41-01

E-mail: rector@orelsau.ru; office1@orelsau.ru
ОКПО 05013607 ОГРН 1025700824698
ИНН/КПП 5753000457/575301001

18.09.2025 № 01-4467

На № _____ от _____

Председателю диссертационного
совета 35.2.033.02 на базе
федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Санкт-Петербургский
государственный аграрный
университет» д.т.н., доценту
Р.Т. Хакимову

СВЕДЕНИЯ О ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный аграрный университет имени Н. В. Парахина» по диссертационной работе Борошникова Александра Леонидовича на тему: «Совершенствование двухпроводной системы электроснабжения с трансформаторными преобразователями числа фаз для питания удаленных сельскохозяйственных потребителей», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.2. Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса (технические науки)

Полное и сокращенное наименование организации в соответствии с уставом	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный аграрный университет имени Н. В. Парахина» (ФГБОУ ВО Орловский ГАУ)
Ведомственная принадлежность	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Почтовый индекс и адрес организации	302019, Орловская область, г. Орёл, ул. Генерала Родина, 69
Официальный сайт организации	https://www.orelsau.ru/
Адрес электронной почты	rector@orelsau.ru
Телефон	+7(4862)76-15-17

Кафедра «Электроснабжение», +7 (4862) 76-44-69, energy@orelsau.ru
И.о. заведующего кафедрой: Паршутина Инна Григорьевна, доктор
экономических наук, профессор.

Направления научной работы структурного подразделения:

- разработка новых технических средств, обеспечивающих реализацию высокоэффективных технологий в системах электроснабжения;
- повышение энергоэффективности и качества электрической энергии в электрических сетях и электрооборудовании путем управления режимами работы и внедрения новых технических средств;
- разработка технических систем, обеспечивающих реализацию эффективного энергообеспечения сельского хозяйства с использованием нетрадиционных видов энергии на основе возобновляемых источников.

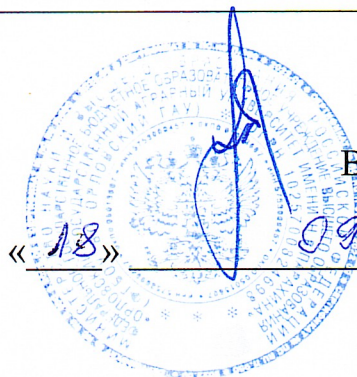
Список основных публикаций по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет (от 5 до 15 публикаций)

1. Виноградов, А. В. Обоснование разработки комбинированного метода идентификации электроприемников в электрической сети и средств его реализации / А. В. Виноградов, И. В. Поздняков // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2025. – Т. 72, № 1(58). – С. 33-40. – DOI 10.22314/2658-4859-2025-72-1-33-40. – EDN EVULMM.
2. Лансберг, А. А. Физическое моделирование режима обратной трансформации в сельской электрической сети 10/0,4 кВ / А. А. Лансберг, А. В. Виноградов, А. А. Панфилов // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2025. – Т. 27, № 1. – С. 59-69. – DOI 10.30724/1998-9903-2025-27-1-59-69. – EDN ATJNHT.
3. Виноградов, А. В. Новый подход к математическому моделированию сельских электрических сетей 0,4 кВ с использованием метода фазных координат / А. В. Виноградов, И. О. Голиков // Техника и оборудование для села. – 2024. – № 3(321). – С. 36-41. – DOI 10.33267/2072-9642-2024-3-36-41. – EDN SREJVO.
4. Виноградов, А. В. Оценка вероятности несанкционированной подачи напряжения в сельских электрических сетях 0,4-10 кВ / А. В. Виноградов, А. А. Панфилов // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2024. – Т. 71, № 2(55). – С. 29-36. – DOI 10.22314/2658-4859-2024-71-2-29-36. – EDN TPLJYA.
5. Виноградов, А. В. Устройство сигнализации и блокировки несанкционированной подачи напряжения в сельскую электрическую сеть и его надёжность / А. В. Виноградов, А. А. Панфилов, А. В. Виноградова // Техника и оборудование для села. – 2024. – № 10(328). – С. 39-43. – DOI 10.33267/2072-9642-2024-10-39-43. – EDN UMLTGN.
6. Обоснование мощности генераторов для резервирования в секционированных линиях электропередачи / А. В. Виноградов, С. В. Крамской, А. А. Лансберг, А. В. Виноградова // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2024. – Т. 71, № 3(56). – С. 27-34. – DOI 10.22314/2658-4859-2024-71-3-27-34. – EDN RJTPMK.

7. Патент № 2813851 С1 Российская Федерация, МПК Н02J 13/00. Способ и устройство сезонного сокращения потерь электрической энергии и повышения надёжности в электрической сети: № 2023106664: заявл. 21.03.2023: опубл. 19.02.2024 / Виноградов А.В., Виноградова А.В., Букреев А.В., [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»
8. Патент № 2790145 С1 Российская Федерация, МПК Н02J 3/12. Способ и устройство адаптивного автоматического регулирования напряжения в электрической сети с применением конденсаторных устройств : № 2022118406 : заявл. 05.07.2022 : опубл. 14.02.2023 / А. В. Виноградов, И. О. Голиков ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина". – EDN YHSGZ.
9. Виноградова, А. В. Методика расчёта показателей надёжности электроснабжения с учётом сезонности / А. В. Виноградова, А. В. Виноградов // Техника и оборудование для села. – 2023. – № 6(312). – С. 39-44. – DOI 10.33267/2072-9642-2023-6-39-44. – EDN KWTQWK.
10. Балабин, А. А. Анализ работы и рекомендации по совершенствованию системы накопления электрической энергии, установленной в сельской электрической сети 0,4 кВ / А. А. Балабин, А. В. Виноградов, А. А. Лансберг // Агроинженерия. – 2022. – Т. 24, № 1. – С. 72-79. – DOI 10.26897/2687-1149-2022-1-4-72-79. – EDN URAYKV.
11. Патент № 2769110 С1 Российская Федерация, МПК Н02J 9/06, Н02J 13/00. Мультиконтактная коммутационная система с четырьмя силовыми контактными группами и вставкой постоянного тока : № 2021130807 : заявл. 22.10.2021 : опубл. 28.03.2022 / А. В. Виноградов, А. В. Виноградова, А. Ю. Сейфуллин ; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ». – EDN OMDVFG.
12. Патент № 2767504 С1 Российская Федерация, МПК Н02Н 3/10, G01R 31/52. Устройство защиты линии электропередачи от удалённых коротких замыканий и перегрузок : № 2021115800 : заявл. 02.06.2021 : опубл. 17.03.2022 / А. В. Виноградова, А. В. Виноградов, А. В. Букреев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ». – EDN MGKCDK.
13. Патент № 2767517 С1 Российская Федерация, МПК Н02J 3/12, Н02J 5/00. Способ и устройство автоматического регулирования напряжения в электрической сети с применением накопителя электроэнергии : № 2021124683 : заявл. 20.08.2021 : опубл. 17.03.2022 / А. В. Виноградов, И. О. Голиков, А. А. Лансберг [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ». – EDN ODFZHH.

14. Патент № 2710938 С1 Российская Федерация, МПК H02J 9/06, H02J 13/00. Способ блокировки обратной трансформации посредством отключения коммутационных аппаратов в отходящих от трансформаторной подстанции линиях электропередачи низкого напряжения и вводного коммутационного аппарата на низкой стороне трансформаторной подстанции и осуществления сигнализации и информирования персонала электросетевой организации при несанкционированной подаче напряжения в отходящие от трансформаторной подстанции линии электропередачи низкого напряжения со стороны потребителей или на шины низкого напряжения трансформаторной подстанции : № 2019133614 : заявл. 23.10.2019 : опубл. 14.01.2020 / А. В. Виноградов, А. В. Виноградова, А. А. Панфилов, В. Е. Большев ; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ" (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ). – EDN BRDXU1.

Ректор ФГБОУ ВО Орловский ГАУ



В.Н. Масалов

« 18 »

09

2025 г.