

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.173.04,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РФ  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА  
НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 29 ноября 2018 протокол № 11

О присуждении Гришанову Евгению Валерьевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

**Диссертация** «Система генерирования электрической энергии на базе солнечных батарей и полупроводникового преобразователя» по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы» принята к защите 17 сентября 2018 г., протокол № 5 диссертационным советом Д.212.173.04, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 630073, Новосибирск, пр-т К. Маркса, 20, приказ о создании диссертационного совета №105/нк от 11.04.2012 г.

**Соискатель** Гришанов Евгений Валерьевич 1988 года рождения, в 2010 году окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, получив степень бакалавра техники и технологии по направлению «Электроника и микроэлектроника». В 2012 году соискатель

окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, получив степень магистра техники и технологии по направлению «Электроника и микроэлектроника». В 2016 году завершил обучение в очной аспирантуре в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации. Работает инженером второй категории института силовой электроники в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре электроники и электротехники в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

**Научный руководитель** – доктор технических наук, Брованов Сергей Викторович, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», проректор по учебной работе, доцент.

#### **Официальные оппоненты:**

**Гарганеев Александр Георгиевич**, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ), профессор инженерной школы энергетики;

**Лопаткин Николай Николаевич**, кандидат технических наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет имени В.М. Шукшина» (АГГПУ им. В.М. Шукшина), доцент кафедры математики, физики, информатики

**дали положительные отзывы на диссертацию.**

**Ведущая организация** Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» («ЮУрГУ (НИУ)»), г. Челябинск

**в своем положительном** отзыве, подписанном Гасияровым Вадимом Рашитовичем кандидатом технических наук, доцентом, заведующим кафедры «Мехатроника и автоматизация», Маклаковым Александром Сергеевичем кандидатом технических наук, доцентом кафедры «Мехатроника и автоматизация» и утвержденном Шестаковым Александром Леонидовичем доктором технических наук, профессором, ректором **указала, что** диссертация Гришанова Евгения Валерьевича представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, на актуальную тему, посвященную исследованию систем генерирования электрической энергии на базе возобновляемых источников. В диссертации решена проблема подавления синфазного тока утечки в бестрансформаторной системе генерирования на базе фотоэлектрических модулей и полупроводниковых преобразователей. Диссертация соответствует требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор Гришанов Евгений Валерьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

Соискатель имеет 13 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 12 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 4 работы, входящих в перечень рекомендованных ВАК РФ, 2 публикации, отмечены в наукометрических системах «Web of Science» и «Scopus», 6 публикаций в прочих изданиях (в том числе в материалах международных и всероссийских конференций). Так же автором получено 3

патента на изобретения и полезную модель. Авторский вклад в опубликованных работах составляет не менее 75%, общим объемом – 14,4 п.л.

**Наиболее значимые работы по теме диссертации:**

1. Брованов, С.В. Анализ скалярной и векторной широтно-импульсных модуляций для однофазных многоуровневых полупроводниковых преобразователей с фиксирующими диодами / С.В. Брованов, Е.В. Гришанов // Доклады Академии Наук Высшей Школы Российской Федерации. – 2014. – №4(25). – С. 47–56.

2. Брованов, С.В. Полупроводниковый преобразователь с подавлением синфазного тока утечки для систем генерирования электрической энергии на базе фотоэлектрических модулей / С.В. Брованов, Е.В. Гришанов, М.А. Дыбко // Доклады ТУСУР. – 2015. – №3(37). – С. 170–177.

3. Методика расчета динамических потерь мощности в полупроводниковых преобразователях на транзисторах типа MOSFET с векторным способом управления / М. А. Дыбко, Е. В. Гришанов, С. В. Брованов, В. Г. Токарев // Доклады Академии наук высшей школы Российской Федерации. – 2017. – № 3 (36). – С. 52–63.

4. Математическая модель для анализа электромагнитных процессов в многозонном полупроводниковом преобразователе/А.В. Удовиченко, Е.В. Гришанов, М.А. Дыбко, С.В. Кучак, С.В. Брованов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия Энергетика.– 2018.–Т.18. – №1.–С.82–92.

5. Брованов, С.В. Влияние небаланса напряжений конденсаторов однофазного трехуровневого преобразователя на пульсационную составляющую их токов / С.В. Брованов, Е.В. Гришанов, М.А. Дыбко // Сборник Научных Трудов НГТУ. – 2014. – №4(78).– С. 153–165.

6. Brovanov, S. A new grid-tied multilevel VSC for PV with leakage current suppression/ Brovanov S., Grishanov E., Dybko M. // International Conference on Computer as a Tool (EUROCON).– 2015. – pp. 1– 5.

7. Technical Aspects of Common-Mode Leakage Current Suppression in PV-Generation Systems / E. Grishanov , S.Brovanov , M.Dybko , S.Kharitonov ,

S.Leonov // Proceedings of the 2016 IEEE International Power Electronics and Motion Control Conference (PEMC).– 2016.– pp. 505–510.

8. A new approach for current calculation in a single-phase three-level NPC converter with space vector PWM/ S.V. Brovanov, S.A.Kharitonov, M.A.Dybko, E.V. Grishanov // Computational Technologies in Electrical and Electronics Engineering (SIBIRCON), 2010 IEEE Region 8 International Conference.–2010.– pp. 639–644.

9. Брованов, С.В. Анализ электромагнитных процессов в однофазном трехуровневом полупроводниковом преобразователе / С.В. Брованов, Е.В. Гришанов, М.А. Дыбко // ТЕХНІЧНА ЕЛЕКТРОДИНАМІКА.– 2012.– №2.– С. 59–60.

10. Grishanov, E.V. Aspects of common-mode leakage current suppression in single-phase PV-generation systems. / E. V. Grishanov, S.V. Brovanov, // Micro/Nanotechnologies and Electron Devices (EDM), 2017 18th International Conference of Young Specialists on.– 2017.– pp. 541–546.

11. Гришанов, Е.В. Особенности применения однофазного пятиуровневого преобразователя в системе генерирования электрической энергии на базе солнечных фотоэлектрических модулей / Е. В. Гришанов, С. В. Брованов // Наука в России: перспективные исследования и разработки: сборник материалов I Всероссийской научно-практической конференции / Под общ. ред.С.С. Чернова. – Новосибирск: Издательство ЦРНС.– 2017.– С.177–122.

12. Udovichenko, A.V. Mathematical models for analysis of electromagnetic processes in thyristor circuits of AC voltages regulators / A.V. Udovichenko, E.V. Grishanov, S.V. Brovanov, M.A. Dybko // Micro/Nanotechnologies and Electron Devices (EDM), 2018 19th International Conference of Young Specialists on. –2018. – pp. 515– 522.

13. Патент Российской Федерации RU 159 218 U1 от 10.02.2016 МПК H02M 7/44, Однофазный преобразователь напряжения / Брованов С.В., Гришанов Е.В. //; заявитель и патентообладатель Федеральное Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

"Новосибирский Государственный технический университет". – № 2015117124/02; заявл. 05.05.2015; опубл. 10.02.2016, Бюл. № 4.

14. Патент Российской Федерации RU 2 644 397 С1 от 12.02.2018 МПК H02M 7/527, H02H 7/122, Способ подавления паразитного синфазного тока утечки в трехфазном преобразователе / Брованов С.В., Гришанов Е.В., Колесников В.А., Семягин А.С.//; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью "Системы Постоянного Тока". – № 2016145471; заявл. 21.11.2016; опубл. 12.02.2018, Бюл. № 5.

15. Патент Российской Федерации RU 2 669 204 С1 от 09.10.2018, Способ управления однофазным многоуровневым преобразователем в системе генерирования электрической энергии / Гришанов Е.В., Брованов С.В. // заявитель и патентообладатель Федеральное Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Новосибирский Государственный технический университет". – № 2017120144; заявл. 07.06.2017; опубл. 09.10.2018, Бюл. № 28.

**На диссертацию и автореферат поступили 5 отзывов, все положительные:**

1. Отзыв доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки РФ, главного научного сотрудника института вычислительного моделирования Сибирского отделения Российской академии наук (ИВМ СО РАН) – обособленного подразделения Федерального исследовательского центра «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» **Лапко А.В.** – замечания связаны с оценкой массогабаритных показателей бестрансформаторной системы генерирования электрической энергии на базе фотоэлектрических модулей и полупроводниковых преобразователей, а также о возможности применения других алгоритмов широтно-импульсной модуляции, кроме векторной для подавления синфазного тока утечки.

2. Отзыв доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Промышленная электроника» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный

исследовательский университет «МЭИ» **Панфилова Д.И.** – замечания касаются векторной диаграммы образующих векторов предложенного однофазного полупроводникового преобразователя, а также связаны с пояснением последствий наличия синфазного тока утечки в бестрансформаторной системе генерирования электрической энергии.

3. Отзыв кандидата технических наук, доцента кафедры радиотехнических систем Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики», **Панфилова Д.В.** – замечания связаны с вопросами рассмотрения различных типов многоуровневых преобразователей, возможности применения предложенной методики расчета коэффициента полезного действия преобразователей для *IGBT* ключей, а также с наличием опечаток.

4. Отзыв доктора технических наук, профессора, профессора кафедры «Возобновляемые источники энергии» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный энергетический университет» **Иваньшина В.А.** – замечания связаны с отсутствием расшифровки аббревиатуры «ШИМ» и ошибками в легенде к рисунку 1.

5. Отзыв кандидата технических наук, доцента, старшего научного сотрудника Северского технологического института – филиала Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», **Щипкова А.А.** – замечания связаны с тем, что приведена методика расчета КПД полупроводникового преобразователя на *MOSFET* транзисторах, а рисунок в автореферате представлена на *IGBT* транзисторах, а также отсутствием пояснений причин разработки собственных математических моделей, а не использования существующих программно вычислительных пакетов.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается** известностью, наличием достижений в области силовой электроники, высокой компетентностью в сфере, связанной с исследованиями систем преобразования электрической энергии. Наличием публикаций в указанной области, а также возможностью дать научную оценку диссертационной работе. **Гарганеев Александр Георгиевич** – доктор технических наук, является крупным специалистом в области разработки, исследования, а также проектирования и практической реализации электромеханических систем и автономных систем электроснабжения, методов синтеза алгоритмов их управления. Имеет большое количество публикаций по темам близким к диссертационной работе. **Лопаткин Николай Николаевич** – кандидат технических наук, крупный специалист по преобразовательной технике, сфера научных интересов и тематика исследований связана с многоуровневыми полупроводниковыми преобразователями, а также с алгоритмами широтно-импульсных модуляций. **ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)»** один из крупнейших университетов нашей страны известный проводимыми исследованиями по вопросам оптимизации структур силовой электроники и алгоритмов управления, а также занимающийся моделированием преобразовательной техники и повышением ее энергетической эффективности.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

**разработаны** алгоритмические и схемотехнические решения для подавления синфазного тока утечки в бестрансформаторных системах генерирования электрической энергии на базе фотоэлектрических модулей и полупроводниковых преобразователей,

**предложены** на уровне изобретений комплекс новых технических решений, направленных на повышение надежности и энергетической эффективности бестрансформаторной системы генерирования электрической энергии на базе фотоэлектрических модулей и полупроводниковых преобразователей,



**доказана** перспективность применения векторной широтно-импульсной модуляции для синтеза алгоритмов управления многоуровневыми полупроводниковыми преобразователями в бестрансформаторных системах генерирования электрической энергии,

**введено** новое понятие «селективный» алгоритм векторной широтно-импульсной модуляции.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

**доказаны** положения, вносящие вклад в расширение представлений о системах генерирования электрической энергии, использующих в своем составе фотоэлектрические модули и полупроводниковые преобразователи, применительно к проблематике диссертации **результативно использованы** преобразования Фурье, метод гармонического анализа, метод переключающих функций, методы численного и имитационного моделирования, элементы теории линейной алгебры,

**изложены** положения, направленные на разработку математических моделей, которые базируются на использовании метода переключающих функций с учетом реализации алгоритма векторной широтно-импульсной модуляции,

**раскрыто** противоречие, заключающееся в снижении числа уровней напряжения, формируемого на выходных зажимах системы генерирования электрической энергии при использовании разработанных алгоритмов подавления синфазного тока утечки,

**изучены зависимости** энергетических показателей качества преобразования электрической энергии бестрансформаторных систем генерирования электрической энергии при применении алгоритмов подавления синфазного тока утечки,

**проведена модернизация** методики расчета динамических потерь мощности в многоуровневых полупроводниковых преобразователях на *MOSFET* транзисторах при векторном алгоритме ШИМ.

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

**разработаны и внедрены:** методики расчета динамических потерь мощности в полупроводниковых преобразователях при векторном алгоритме ШИМ, а также математические модели, описывающие токовую загрузку ключей многоуровневого полупроводникового преобразователя в системы накопления электрической энергии в рамках работ НГТУ совместно с ООО «Системы Постоянного Тока», а также в учебном процессе НГТУ,

**определены** перспективы дальнейшего практического использования результатов диссертационного исследования для бестрансформаторных систем генерирования электрической энергии на базе фотоэлектрических модулей и полупроводниковых преобразователей в виде рекомендаций, методик, математических и имитационных моделей, алгоритмов векторной широтно-импульсной модуляции направленных на подавления синфазного тока утечки, что повысит энергетическую эффективность применения данных систем,

**создана** система практических рекомендаций по применению разработанных алгоритмов векторной широтно-импульсной модуляции направленных на подавления синфазного тока утечки в бестрансформаторных систем генерирования электрической энергии на базе фотоэлектрических модулей и полупроводниковых преобразователей,

**представлены** рекомендации по использованию бестрансформаторных систем генерирования электрической энергии на базе фотоэлектрических модулей и полупроводниковых преобразователей, обеспечивающие их повышенную энергетическую эффективность.

#### **Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**для экспериментальных работ** результаты получены с применением сертифицированного измерительного оборудования и характеризуются удовлетворительной воспроизводимостью и согласуются с результатами расчетов,

**теория** построена на известных, проверяемых данных, и согласуется с авторскими и опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации, а также на известных положениях математического анализа и основ электротехники,

**идея базируется** на анализе и обобщении результатов применения полупроводниковых преобразователей в составе бестрансформаторных систем генерирования электрической энергии, у которых в качестве первичного источника питания выступают фотоэлектрические модули, а также на передовом опыте исследований алгоритмов управления данными преобразователями,

**использованы** сравнения данных, полученных при применении схемы однофазного полупроводникового преобразователя в составе бестрансформаторной системы генерирования электрической энергии в режиме подавления синфазного тока утечки с известными данными по применению других схем однофазных преобразователей в составе бестрансформаторных систем генерирования электрической энергии в режиме подавления синфазного тока утечки,

**установлено** качественное и количественное совпадение результатов, полученных автором с использованием разработанных математических моделей и имитационных моделей с результатами, полученными при проведении физического эксперимента, что дает основание полагать разработанные математические модели эффективными,

**использованы** современные методы сбора и обработки исходной информации, полученной в результате математического и имитационного моделирования, и физического эксперимента.

**Личный вклад соискателя состоит:** в изложении и обобщении теоретических и практических результатов работы, разработке математических и имитационных моделей, разработке схемотехнических и алгоритмических способов подавления синфазного тока утечки, создании макетного образца, в проведении экспериментальных исследований, а также интерпретации полученных данных.

Диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, в которой содержится решение научной задачи, имеющей значение для электротехнической отрасли, и соответствует п. 9 Положения о присуждении

ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842.

На заседании 29 ноября 2018 диссертационный совет принял решение присудить Гришанову Е.В. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 21 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 26 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту нет человек, проголосовали: за 21, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Заместитель председателя  
диссертационного совета

С.А. Харитонов

Ученый секретарь  
диссертационного совета

М.А Дыбко

29 ноября 2018