

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.298.05,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ федерального государственного автономного  
образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский  
государственный университет (национальный исследовательский университет)»  
Министерства науки и высшего образования Российской Федерации,  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА  
НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 22 октября 2019 г. № 22

О присуждении Лонзингеру Петру Владимировичу, гражданину РФ, учёной  
степени кандидата технических наук.

Диссертация «Электромагнитные процессы в компенсированных  
выпрямителях с векторным управлением» по специальности 05.09.12 – «Силовая  
электроника» принята к защите 24 июля 2019 г. (протокол № 21)  
диссертационным советом Д 212.298.05, созданным на базе федерального  
государственного автономного образовательного учреждения высшего  
образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный  
исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования  
Российской Федерации, 454080, г. Челябинск, пр-т им. В.И. Ленина, 76; приказ о  
создании диссертационного совета – № 105/нк от 11.04.2012.

Соискатель Лонзингер Петр Владимирович, 1991 года рождения, в 2013  
году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования «Южно-Уральский  
государственный университет» (национальный исследовательский университет).  
В 2017 году соискатель окончил обучение в очной аспирантуре федерального  
государственного автономного образовательного учреждения высшего  
образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный  
исследовательский университет)», работает преподавателем на кафедре  
«Электрические станции, сети и системы электроснабжения» федерального  
государственного автономного образовательного учреждения высшего

образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)»).

Диссертация выполнена на кафедре «Электрические станции, сети и системы электроснабжения» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)».

Научный руководитель – д-р техн. наук Хохлов Юрий Иванович, профессор, профессор кафедры «Электрические станции, сети и системы электроснабжения» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)».

Официальные оппоненты:

1. **Томашевский Юрий Болеславович**, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры «Электронные приборы и системотехника» института электронной техники и машиностроения федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов;

2. **Хакимьянов Марат Ильгизович**, д-р. техн. наук, доцент, доцент кафедры электротехники и электрооборудования предприятий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа.

–дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», г. Нижний Новгород – в своём положительном отзыве, подписанном канд. техн. наук, доцентом, зав. кафедрой «Теоретическая и общая электротехника» Кралиным А.А. и утверждённом д-ром техн. наук, доц. Бабановым Н.Ю., проректором по научной работе ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический

университет им. Р.Е. Алексеева», указала, что диссертационное исследование, в процессе которого проводится изучение влияния активных преобразователей с широтно-импульсной модуляцией на электромагнитные процессы в мощных выпрямительных агрегатах и связанной с ними питающей электрической сети, являются актуальным, а диссертационная работа Лонзингера П.В. представляет собой законченную научно-исследовательскую работу на актуальную тему. По своей актуальности, объему выполненных исследований, научному содержанию, новизне и практической значимости результатов работа полностью отвечает требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к квалификационным работам на соискание ученой степени кандидата наук.

Соискатель имеет 20 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 10 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 3 работы (научные статьи), получен 1 патент на изобретение. Общий объем опубликованных работ составляет 6,6 п.л., авторский вклад – около 50 %. Наиболее значимые публикации по теме диссертации:

1. Хохлов, Ю.И. Внешние и энергетические характеристики двенадцатифазных компенсированных выпрямителей с векторным управлением / Ю.И. Хохлов, В.И. Сафонов, П.В. Лонзингер // Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика». – 2014. – Вып. 4. – № 14. – С. 37–45.

2. Хохлов, Ю.И. Внешние и энергетические характеристики компенсированных выпрямителей с векторным управлением / Ю.И. Хохлов, В.И. Сафонов, П.В. Лонзингер // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2015. № 1 (49). С. 95–100.

3. Хохлов, Ю.И. Экспериментальное исследование некомпенсированного выпрямителя с векторным управлением / Ю.И. Хохлов, М.М. Дудкин, В.И. Сафонов, П.В. Лонзингер // Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика». – 2015. – Т. 15. – № 3. – С. 45–51.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, отзыв подписан профессором кафедры электроники и микроэлектроники, д-ром техн. наук, доц. Петушковым М. Ю. с замечаниями: «Рисунки 6б и 7б неинформативны (стр.12); По каким соображениям выбрана частота 4800 Гц?».

2. ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», г. Калининград, отзыв подписан доцентом кафедры электрооборудования судов и электроэнергетики, канд. техн. наук, Геллером Б.Л. с замечаниями: «В перечне результатов диссертационного исследования на первую позицию вынесен способ векторного управления, который защищен патентом РФ № 2563027 и, таким образом, является важнейшим компонентом научной новизны работы. Основным преимуществом заявленного решения является обеспечение возможности рекуперации электрической энергии. Однако в тексте автореферата нет никаких упоминаний о рекуперации. В связи с этим осталось нераскрытым, какое влияние оказывает рекуперация на процессы в преобразователе, в каких режимах возникает, дает ли какие-либо преимущества; В работе выполнено математическое и физическое моделирование двенадцатифазного выпрямителя. Проведенное сравнение полученных результатов показало их соответствие. Поэтому не вполне понятно, зачем эти результаты даны вперемешку с исследованиями двухфазной выпрямительной схемы; Исследованы переходные процессы в системе с обратной связью по токам питающей сети и с ПИ-регулятором, определены границы устойчивости процесса управления. Однако невозможно выбрать тип и параметры регулятора без рассмотрения динамических характеристик объекта управления, а это, судя по автореферату, в работе не было сделано. Кроме того, известно, что введение интеграла в закон регулирования понижает запас устойчивости системы. Может быть, при выборе другого типа регулятора проблема с устойчивостью и не возникала бы?»

3. ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань, отзыв подписан Почетным работником высшего профессионального

образования РФ, профессором кафедры Приборостроения и мехатроники, д-ром техн. наук, проф. Андреевым Н.К. с замечаниями: «К сожалению, нигде в автореферате не описан принцип векторного управления по отношению к выпрямителям, что затрудняет понимание работы при первом чтении; На защиту выносятся математическая модель компенсированного выпрямителя, но при этом в автореферате нет ни одной формулы и ни одного уравнения».

4. ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань, отзыв подписан заведующим кафедрой «Приборостроение и мехатроника», канд. техн. наук, доц. Козелковым О.В. с замечаниями: «В автореферате не представлены пояснения к рисункам, что сильно усложняет понимание текста; Не раскрыты используемые понятия 2-х и 12-и фазный выпрямитель; В автореферате не представлены уравнения описывающие работу блоков компьютерных моделей».

5. Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, отзыв подписан доцентом Отделения электроэнергетики и электротехники Инженерной школы энергетики, канд. техн. наук, доцентом Кладиевым Сергеем Николаевичем с замечаниями: «в некоторых местах автор использует слишком длинные предложения, что несколько затрудняет понимание при прочтении; в автореферате не раскрыто содержание нескольких блоков Subsystem компьютерной модели в среде MatLab Simulink».

6. ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет», г. Липецк, отзыв подписан доцентом кафедры электропривода, канд. техн. наук, доцентом Шишлиным Денисом Ивановичем с замечаниями: «в работе отсутствует пояснение, что именно автор подразумевает под словосочетанием «квазиустановившиеся процессы; во второй главе автор приводит внешние и энергетические характеристики, построенные до достижения границы режима повторной проводимости вентилях, но не поясняет, чем именно обосновано установление этой границы при рассмотрении характеристик».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается публикациями авторов по заданной тематике. За последние 5 лет имеются публикации: д-р техн. наук Томашевским Ю.Б. – 5 публикаций в изданиях из

перечня ВАК, 2 публикации в изданиях, индексируемых в Scopus; д-р. техн. наук Хакимьяновым М.И. – 6 публикаций в изданиях из перечня ВАК, 1 публикация в издании, индексируемом в Scopus; ведущая организация – 7 публикаций в изданиях из перечня ВАК, 5 публикаций в изданиях, индексируемых в Scopus. Сотрудниками ведущей организации являются ученые и специалисты, научная деятельность которых проходит в области использования силовой преобразовательной техники для управления потоками мощности различных систем и комплексов: д.т.н., проф. Лоскутов А.Б., д.т.н., доц. Чивенков А.И., д.т.н., проф. Соснина Е.Н. и др.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

**разработаны** модели компенсированного выпрямителя с векторным управлением. Математическая модель в квазиустановившемся режиме отличается учетом влияния потока мощности в устройстве векторного управления на статические характеристики исследуемого преобразователя. Модель, имитирующая компенсированный выпрямитель с векторным управлением как замкнутую систему управления с последовательным корректирующим устройством пропорционально-интегрального типа, отличается наличием обратной связи по току питающей сети, предназначенной для компенсации падений напряжения в низкочастотном фильтре устройства векторного управления;

**предложен** подход к нахождению параметров Г-образных фильтров, позволяющий при их определении учитывать особенности квазиустановившихся электромагнитных процессов, протекающий в устройстве векторного управления;

**доказано** наличие устойчивого переходного процесса в компенсированном выпрямителе с векторным управлением при применении системы регулирования с обратной связью с последовательным корректирующим устройством пропорционально-интегрального типа и нахождении параметров регулятора в пределах найденной области устойчивости;

**введены** в теорию компенсированных выпрямителей понятия «основной выпрямитель» и «устройство векторного управления».

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

**доказана** адекватность разработанных моделей компенсированного выпрямителя с векторным управлением, вносящих вклад в расширение представлений о режимах работы указанных выпрямителей;

**применительно к проблематике диссертации результативно** применены основные положения теории основ электротехники, теории автоматического управления, математического анализа, обыкновенных дифференциальных уравнений, рядов Фурье, методы компьютерного и физического моделирования, а также проведены эксперименты на лабораторном оборудовании;

**изложена** идея разделения силовой схемы выпрямителя на две части – основной выпрямитель и устройство векторного управления определению в целях исследования квазиустановившихся электромагнитных процессов в компенсированных выпрямителях с векторным управлением;

**раскрыты** проблемы выбора параметров низкочастотных фильтров устройства векторного управления, связанные с протеканием по обмоткам его вольтодобавочного трансформатора несинусоидальных токов, потребляемых основным выпрямителем;

**изучены** взаимосвязи изменения параметров последовательного корректирующего устройства пропорционально-интегрального типа замкнутой системы регулирования компенсированного выпрямителя с векторным управлением с качеством протекающих переходных процессов;

**проведена модернизация** существующих математических моделей, описывающих электромагнитные процессы, протекающие в компенсированных выпрямителях, в направлении их обобщения на случай применения векторного управления.

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

**разработаны и внедрены** методики определения режима работы нагрузки в квазиустановившемся режиме. Внедрение разработанных методик находится на стадии разработки вариантов силовых схем для реконструкции преобразовательной подстанции электролизного цеха ПАО «Челябинский цинковый завод»;

**определены** границы применимости характеристик компенсированного выпрямителя в квазиустановившемся режиме, полученных с применением упрощенной модели выпрямителя;

**создана** вычислительная программа в среде Mathcad, позволяющая с минимальными затратами времени определить параметры протекающих в компенсированном выпрямителе с векторным управлением квазиустановившихся электромагнитных процессов;

**представлены** рекомендации: использовать упрощенную модель выпрямителя в основном квазиустановившемся режиме при определении рабочей точки нагрузки постоянного тока; использовать точную модель компенсированного выпрямителя при определении потребляемой им реактивной мощности в основном квазиустановившемся режиме.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

**для экспериментальных работ** показана достоверность полученных данных путем их статистической обработки, в результате которой установлены ожидаемые значения коэффициентов корреляции и ошибок;

**теория построена** на известных проверяемых результатах, в том числе для предельных случаев отсутствия векторного управления и некомпенсированного варианта силовой схемы выпрямителя; согласуется с опубликованными данными, представленными в работах С.Р. Глинтерника, Ю.И. Хохлова, Е.Е. Чаплыгина;

**идея базируется** на анализе решений, связанных с применением активных преобразователей с широтно-импульсной модуляцией для управления потоками мощности электротехнических комплексов и систем;

**использованы** авторские данные (параметры электромагнитных процессов, характеристики исследуемых выпрямителей) и данные, полученные в трудах



российских специалистов Ю.И. Хохлова, С.Р. Глинтерника, Е.Е. Чаплыгина, Г.С. Зиновьева и др.;

**установлено** качественное и количественное совпадение результатов исследования для предельных случаев (отсутствия векторного управления, некомпенсированного варианта силовой схемы выпрямителя) с результатами, представленными в работах Ю.И. Хохлова и С.Р. Глинтерника;

**использованы** современные методики сбора и обработки экспериментальных данных при помощи цифрового оборудования лабораторных стендов лабораторий каф. «Электрические станции, сети и системы электроснабжения» ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)».

**Личный вклад автора состоит в:** автором разработана математическая модель выпрямителя с векторным управлением в квазиустановившемся режиме с учетом влияния потока мощности в устройстве векторного управления; при участии автора получены параметры протекающих в компенсированных выпрямителях с векторным управлением квазиустановившихся электромагнитных процессов, внешних и энергетических характеристик; автором усовершенствована модель компенсированного выпрямителя с векторным управлением с замкнутой системой управления на основе последовательного корректирующего устройства пропорционально-интегрального типа; автор получил результаты моделирования переходных процессов в двенадцатифазном компенсированном выпрямителе с векторным управлением; совместно с автором получены результаты экспериментального исследования выпрямителей с векторным управлением, а также подготовлены основные публикации по выполненной работе.

Диссертация Лонзингера П.В. на тему «Электромагнитные процессы в компенсированных выпрямителях с векторным управлением» является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи – повышение энергетической эффективности процесса выпрямления переменного тока компенсированными выпрямителями с векторным управлением. Диссертационная работа имеет значение для развития отрасли знаний – силовой электроники.

На заседании 22 октября 2019 г. диссертационный совет принял решение присудить Лонзингеру П.В. учёную степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 6 – докторов наук по специальности 05.09.12 – «Силовая электроника», участвовавших в заседании, из 26 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту **НЕТ** человек, проголосовали: за – 20, против – **НЕТ**, недействительных бюллетеней – **НЕТ**.

Председатель  
диссертационного совета

Радионов Андрей Александрович

Учёный секретарь  
диссертационного совета  
22.10.2019

Григорьев Максим Анатольевич

