

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 999.086.03 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КОМСОМОЛЬСКИЙ-НА-АМУРЕ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ», ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ», ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «АМУРСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

Аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от 19 марта 2021 г. №70

О присуждении Климаху Степану Владимировичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка и исследование компенсатора реактивной мощности со стабилизацией напряжения цеховой трансформаторной подстанции» по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы» принята к защите 26 октября 2020 г., протокол № 69 диссертационным советом Д 999.086.03 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный государственный университет путей сообщения», Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Амурский

государственный университет», 681013, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, д. 27, созданный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 773/нк от 24 июня 2016 г.

Соискатель Климаш Степан Владимирович 1993 года рождения, в 2015 году окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Дальневосточный государственный университет путей сообщения», В 2019 году закончил обучение в аспирантуре Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный государственный университет путей сообщения».

Диссертация выполнена на кафедре «Электротехника, электроника и электромеханика» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный государственный университет путей сообщения».

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Власьевский Станислав Васильевич, профессор кафедры «Электротехника, электроника и электромеханика» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный государственный университет путей сообщения».

Официальные оппоненты:

Черемисин Василий Титович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Подвижной состав электрических железных дорог» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный университет путей сообщения».

Ткачева Юлия Ильинична, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Общая физика» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет».

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный федеральный университет» (ДВФУ), в своем положительном отзыве, подписанным доктором технических наук, директором департамента энергетических систем Политехнического института ДВФУ Штымом Константином Анатольевичем, проректором по научной работе ДВФУ, доктором физико-математических наук, профессором Самардак Александром Сергеевичем указал, что диссертация является логически завершенной, самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно-обоснованные технические решения, имеющие существенное значение для развития системы электроснабжения, а ее автор, Климаш Степан Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Соискатель имеет 15 опубликованных работ, в том числе, 5 из которых входят в перечень научных изданий, рекомендованных ВАК РФ, 1 свидетельство о регистрации программ для ЭВМ, 3 патента на изобретения, 3 статьи в изданиях, входящих в международную систему цитирования Scopus. Общий объем публикаций по теме диссертации 4,19 п.л., авторских – 3,05 п.л.; публикаций в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК Минобрнауки России – 1,63 п.л., авторских – 1,18 п.л.

Новизна и значимость полученных результатов диссертационного исследования признана на всероссийских и международных конференциях: IOP Conference Series. Earth and Environmental Science (SCOPUS, WOS), 2017 №90, Всероссийской научно-практической конференции «Электропривод на транспорте и в промышленности» (г. Хабаровск, 20-21 сентября 2018 г.).

Наиболее значимые работы:

1. Патент РФ на изобретение №2648690 Компенсатор реактивной мощности со стабилизацией напряжения трансформаторной подстанции. / С.В. Власьевский, С.В. Климаш (Россия) // Оpubл. Б.И. №10, 28.03.2018.

2. Патент РФ на изобретение №2665476 Устройство для подключения конденсаторов к трехфазной сети / С.В. Климаш, С.В. Власьевский, Ю.М. Иньков, В.С. Климаш (Россия) // Оpubл. Б.И. №25, 30.08.2018.

3. Власьевский С.В. Способ и устройство подключения конденсаторов к трансформаторным подстанциям / С. В. Власьевский, С. В. Климаш // Омск, ОмГТУ: Омский научный вестник, №1, 2018, с. 23-27.

4. Иньков Ю.М. Электронно-электрические аппараты для компенсаторов реактивной мощности в промышленных и тяговых сетях переменного тока / Ю.М. Иньков, В.С. Климаш, С.В. Климаш // М.: Практическая силовая электроника, №2, 2018, с. 31-35.

5. Иньков Ю.М. Исследование электротехнического комплекса в среде MatLab с применением специализированных модулей / Ю.М. Иньков, В.С. Климаш, С.В. Климаш, Е.А. Жемчужина // М.: Электротехника, № 9, 2017, с. 13-18.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы (все положительные):

1. Отзыв ведущей организации федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный федеральный университет» ФГАОУ ВО ДВФУ, г. Владивосток, подписанным доктором технических наук, директором департамента энергетических систем Политехнического института ДВФУ Штымом Константином Анатольевичем, и утвержденный проректором по научной работе ДВФУ, доктором физико-математических наук, профессором Самардак Александром Сергеевичем. Замечания: 1) При разработке и исследовании системы КРМСН представляется целесообразным ее сопоставление с другими известными системами. 2) Из содержания работы неочевидно, каким образом при помощи реактора и неуправляемых выпрямителей производится регулируемый пуск трехфазного электрооборудования, в частности батареи конденсаторов. 3) Не достаточно рассмотрен вопрос возможного превышения загрузки силового

трансформатора выше нормируемых показателей при подключении преобразователя фазы к вторичной цепи цеховой ТП. 4) При определении варианта регулирования выходного напряжения инвертора в качестве приоритетного принято фазовое регулирование выходного напряжения инвертора с ШИМ без приведения необходимых и достаточных критериев. 5) При исследовании динамических режимов, наряду с результатами, полученными для внешнего воздействия на напряжение сети при фиксированных значениях параметров нагрузки следовало бы также привести результаты исследований для изменяющихся нагрузок, если они проводились в необходимом объеме.

2. Отзыв официального оппонента, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Подвижной состав электрических железных дорог» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный университет путей сообщения» Черемисина Василия Титовича. Вопросы: 1) Поясните, в чем сходство и отличие систем управления инвертором напряжения и управляемым выпрямителем применительно к системе КРМСН. 2) Какие факторы влияют на форму выходного тока инвертора при работе через вольтодобавочный трансформатор на цеховую подстанцию? 3) При включении и отключении транзисторного преобразователя реверсивным контактором на интервалах бестоковых пауз срабатывает электронный блок защиты транзисторов от перенапряжения со стороны ВТ. Обеспечивает ли этот блок бесперебойное питание СТ и цеховой нагрузки? 4) Не ясно, как поведет себя система КРМСН в том случае, когда лимитирующим фактором является мощность источника питания. 5) Рассматривалась ли проблема электромагнитных помех, вызванных высокочастотной составляющей напряжения?

3. Отзыв официального оппонента, кандидата технических наук, доцента, доцента кафедры «Общая физика» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования

«Комсомольский-на-Амуре государственный университет» Ткачевой Юлии Ильиничны. Замечания: 1) В заключении диссертационной работы сказано стр. 109, что коэффициент искажения синусоидальности напряжения у потребителя составляет от 5 до 11%, но в работе не произведен анализ влияния этой величины на технико-экономические показатели потребителей, характеристики которых могут ухудшаться. 2) В поставленных целях сказано об улучшении массогабаритных показателей системы компенсации реактивной мощности стр. 7 диссертации, однако в диссертации данные исследования не проводились. 3) На стр. 98 диссертации имеется утверждение, что, чтобы происходила экономия электроэнергии необходимо, чтобы полная мощность потребляемая нагрузкой была меньше полной мощности потребляемой подстанцией из сети. Считаю, что данное утверждение не доказано. Предлагаемое устройство снижает реактивную мощность в питающей сети, но при этом наблюдается значительная реактивная мощность потребляемая нагрузкой. При этом возникают повышенные потери на стороне нагрузки. Необходимо оценивать энергоэффективность не только по снижению потерь питающей сети, но и с учетом возможного роста потерь в нагрузке. 4) На рис 5.8, стр. 99 диссертации показано, что полная мощность нагрузки (график 2) больше, чем полная мощность потребляемая подстанцией из сети (график 1), при этом согласно утверждению, указанному на стр. 98 (см. предыдущее замечание) экономии электроэнергии не происходит. 5) На мой взгляд, автореферат диссертации превышает допустимые нормы, а также в обзоре литературы в диссертации слабо отражены иностранные исследования по теме диссертационной работы.

Отзывы на автореферат:

1. Отзыв Пугачева Александра Анатольевича, заведующего кафедрой «Промышленная электроника и электротехника» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Брянский государственный технический университет»,

кандидата технических наук, доцента. Вопросы и замечания: 1) Описание математической модели КРМСН-ТП в среде MATLAB будет более полным и понятным, если информационные блоки энергетических показателей (рисунок 7) дополнить математическими выражениями, связывающие входные и выходные величины каждого блока. 2) Включение в автореферат моделей, представленных на рисунках 15, 18, 24 представляется избыточным; кроме этого, модели (рисунки 15,18) трудночитаемы.

2. Отзыв Белей Валерия Феодосиевича, заведующего кафедрой электрооборудования судов и электроэнергетики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Калининградский государственный технический университет», доктора технических наук, профессора. Вопросы и замечания: 1) Для компенсации реактивной мощности в электросетях более 40 лет разрабатывались и совершенствовались различные конструкции реакторов с подмагничиванием, однако сравнительный анализ предлагаемой системы КРМСН с данным классом устройств не проводится. 2) Автор утверждает о высоком быстродействии предлагаемой системы, но не дает пояснения, от каких элементов оно будет зависеть и насколько.

3. Отзыв Пудовикова Олега Евгеньевича, заведующего кафедрой «Электропоезда и локомотивы» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет транспорта (МИИТ)», доктора технических наук, доцента. Вопросы и замечания: 1) Следует обосновать подключение конденсаторной батареи не на низкой, а на высокой стороне силового трансформатора цеховой подстанции. 2) Из автореферата не ясно, как встраивается система КРМСН и ее блоки в комплектную трансформаторную подстанцию цеха. 3) В предлагаемой системе ограничили импульсно-фазовый регулированием добавочного напряжения посредством инвертора. Почему не применено амплитудное регулирование выпрямителем.

4. Отзыв Поповой Наталии Андреевны, заведующий кафедрой

«Автоматизированные системы электроснабжения» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Томского политехнического университета», кандидата технических наук, доцента. Вопросы и замечания: 1) Не обоснован выбор силового трансформатора, его схемы и группы соединения обмоток. 2) Не рассмотрена работа системы управления при длительных или кратковременных несимметричных режимах. 3) В автореферате не приведена информация об аппаратных компонентах для практической реализации системы управления.

5. Отзыв Ульянова Александра Владимировича, ведущего инженера-конструктора ООО «Русское электротехническое общество», кандидата технических наук. Вопросы и замечания: 1) Какие особенности системы при параллельной работе ТП с КРМСН на общую нагрузку? 2) При подключении частотно-регулируемых электроприводов к звену постоянного напряжения ТПФ изменится энергообмен между элементами системы. Повлияет это на алгоритм управления системой?

6. Отзыв Ганджа Сергея Анатольевича, заведующий кафедрой «Теоретические основы электротехники» Энергетического факультета Политехнического института федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет», доктора технических наук, доцента. Вопросы и замечания: 1) Из автореферата не ясно, позволяет ли модель исследовать не симметричные режимы работы, которые свойственны цеховым трансформаторным подстанциям. 2) В качестве компенсации реактивной мощности в предлагаемой системе электроснабжения используются конденсаторные батареи. Возможно ли для этих целей в предлагаемой системе применение синхронного компенсатора реактивной мощности? 3) Какие пределы по компенсации реактивной мощности имеет предлагаемая система электроснабжения? 4) В автореферате имеется много сокращения и аббревиатур. На некоторых представленных графиках

автореферата отсутствуют единицы измерения. Это осложняет восприятие и анализ представленного материала.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их известностью своими достижениями в данной отрасли науки, наличием публикаций по выполненным исследованиям, близким к проблеме работы соискателя, и, таким образом, способностью определить научную и практическую ценность диссертации, а также отсутствием совместных проектов, печатных работ.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая научная концепция компенсации реактивной мощности со стабилизацией напряжения с нерегулируемой генерацией конденсаторами реактивной мощности и регулируемой системой на основе вольтодобавочного трансформатора и транзисторного преобразователя со звеном постоянного напряжения, позволивший обеспечить перераспределение потоков активной и реактивной мощности между сетью и потребителями через звено постоянного напряжения транзисторного преобразователя;

предложен оригинальный подход к формированию и регулированию модуля и аргумента вектора добавочного напряжения по величине и знаку сигналов с датчиков реактивной мощности сети и отклонения напряжения нагрузки;

доказана перспективность и использование принципа построения компенсатора реактивной мощности со стабилизацией напряжения на основе регулирования генерации и потребления реактивной мощности;

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано положение о возможности комплексного подхода по повышению энергоэффективности при передаче, распределении и потреблении электроэнергии системой КРМСН трансформаторной подстанции;

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс методов исследования, базирующихся на фундаментальных положениях теоретических основ электротехники, преобразования и передачи электроэнергии в электрических сетях, методах математического и численного моделирования;

изложены доказательства заряда конденсаторов с плавным формированием синусоидальной формы напряжения и тока за счет изменения угла коммутации диодов выпрямителя, при подключении к трехфазной сети.

раскрыты функциональные возможности и свойства системы КРМСН;

изучены особенности работы вольтодобавочного трансформатора от инвертора напряжения с широтно-импульсной модуляцией в цепи высокого напряжения, а также исследована работа управляемого выпрямителя с целью выявления особенностей энергообмена для дальнейшего им управления.

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

разработана и внедрена методика расчета и исследования физических процессов компенсатора в составе трансформаторной подстанции в НИРС, курсовое проектирование и ВКР, связанных с применением методов анализа и расчета электронных схем и исследованием устройств силовой электроники в учебном процессе при подготовке бакалавров и магистров по направлению Электроэнергетика и электротехника Электроэнергетического института ДВГУПС;

определены перспективы практического использования системы КРМСН;

создана модель системы КРМСН-ТП для реализации методики расчета элементов по заданным пределам регулирования;

представлены рекомендации и предложения по дальнейшему совершенствованию системы КРМСН.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ получены результаты с использованием программной среды MATLAB Simulink с комплексом программ (свидетельство РФ №2016 616629) для проведения численных экспериментов в системе КРМСН-ТП;

теория построена на фундаментальных законах электротехники, методах расчета электрических цепей, теории регулирования и управления;

идея базируется на обобщении и анализе научных работ отечественных и зарубежных ученых в области электротехники, силовой электроники и электроснабжения;

использованы известные технические решения в качестве аналогов и прототипа при защите в ФИПС новых технических решений;

установлено качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в публикациях в открытых источниках;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации.

Личный вклад соискателя заключается в следующих работах:

участие в разработке принципов построения компенсатора реактивной мощности со стабилизацией напряжения КРМСН;

разработка алгоритма формирования и регулирования модуля и аргумента вектора добавочного напряжения по величине и знаку сигналов с датчиков отклонения напряжения сети и реактивной мощности;

участие в разработке способа и устройства подключения конденсаторов к трехфазной сети;

разработка модулей (силовые, управления, измерительные), на основе которых разработан комплекс программ для исследования установившихся и переходных режимов работы КРМСН;

проведение численных экспериментов и участие в анализе результатов.

На заседании 19 марта 2021 года диссертационный совет принял решение присудить Климашу С.В. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 8 докторов наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы», участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 18, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель
диссертационного совета,
д.т.н., профессор



Соловьев Вячеслав Алексеевич

Ученый секретарь диссертационного
совета, к.т.н., доцент

Гудим Александр Сергеевич

19 марта 2021 г.