

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 27 сентября 2019 г. № 43

О присуждении Табарову Бехрузу Довудходжаевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка и исследование реакторно-тиристорного устройства для комплектных трансформаторных подстанций» по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы» принята к защите 12 июля 2019 г., протокол № 40 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 Табаров Бехруз Довудходжаевич 1992 года рождения, в 2014 году окончил «Таджикский технический университет» имени академика М.С. Осими. В настоящее время обучается в аспирантуре Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет».

Диссертация выполнена на кафедре «Промышленная электроника» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет».

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Климах Владимир Степанович, профессор кафедры «Промышленная электроника» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет».

Официальные оппоненты:

Мельниченко Олег Валерьевич, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Электроподвижной состав» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения»;

Игнатенко Иван Владимирович, кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой «Системы электроснабжения» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный государственный университет путей сообщения».

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», в своем положительном отзыве, подписанным кандидатом технических наук, доцентом Арсентьевым Олегом Васильевичем, заведующим кафедрой «Электропривод и электрический транспорт», доктором технических наук, профессором Дунаевым Михаилом Павловичем, профессором кафедры «Электропривод и электрический транспорт» и утвержденным доктором технических наук, доцентом Корняком Михаилом Викторовичем, ректором ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет», указал, что диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно-обоснованные технические решения, имеющие существенное значение для развития системы электроснабжения РФ, а ее автор, Табаров Бехруз Довудходжаевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Соискатель имеет 19 опубликованных работ, в том числе, 4 из которых входят в перечень научных изданий, рекомендованных ВАК РФ, 1 свидетельство о регистрации программ для ЭВМ, 3 патента на изобретения, 1 патент на полезную модель и 1 статья в издании, входящем в международную систему цитирования Scopus. Общий объем публикаций по теме диссертации 6,50 п.л., авторских – 6,01 п.л.; публикаций в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК Минобрнауки России – 2,90 п.л., авторских – 2,38 п.л.

Новизна и значимость полученных результатов диссертационного исследования признана, автор награжден дипломом за II место (IX Международной научно-практической конференции «World Science: Problems and Innovations») в секции «Технические науки» за подготовку научной концепции на тему «Исследование входного тока трансформаторной подстанции при работе от магнитно-тиристорного пускорегулирующего

устройства», а также автор является дважды победителем в конкурсе молодых ученых и аспирантов на получение стипендии имени Н.Н. Муравьева-Амурского (Губернатора Хабаровского края) в 2017 и 2018 году, распоряжением Губернатора Хабаровского края от 26 мая 2017, № 286–р и от 07 июня 2018, № 274–р.

Наиболее значимые работы:

1. Климаш, В.С. Принципы построения пускорегулирующего устройства для трансформаторных подстанций / В.С. Климаш, Б.Д. Табаров // Омский научный вестник. – 2017. – № 5 (155). – С. 55 – 60.

2. Гетопанов, А.Ю. Исследование регулировочных свойств и влияние на сеть реакторно-тиристорного устройства на высокой стороне печного трансформатора / А.Ю. Гетопанов, Б.Д. Табаров, В.С. Климаш // Электротехнические системы и комплексы. – 2018. – № 2 (39). – С. 49 – 56.

3. Климаш, В.С. Исследование трансформаторной подстанции с двухподдиапазонным реакторно–тиристорным регулирующим устройством / В.С. Климаш, Б.Д. Табаров // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. – 2018. – № 28. – С. 92 – 107.

4. Климаш, В.С. Реакторно-тиристорное регулирующее и компенсирующее устройство для трансформаторных подстанций систем электроснабжения / В.С. Климаш, Б.Д. Табаров // Известия ТулГУ. – 2019. – № 2. – С. 342 – 353.

5. Klimash, V.S. The Method and Structure of Switching on and off, and Regulating the Voltage of a Transformer Substation / V.S. Klimash, B.D. Tabarov // 10.1109/FarEastCon.2019.8602876.

6. Пат. 166559 Российская Федерация, МПК H02M5/00, H02P13/00. Пускорегулирующее устройство на стороне высокого напряжения трансформаторной подстанции // Климаш В.С., Табаров Б.Д., Гетопанов А.Ю.; заявитель и патентообладатель Комсомольский-на-Амуре гос. техн.

ун-т. – № 2016121772/07; заявл. 01.06.2016; опубл. 10.12.2016, Бюл. № 34. – 1 с: ил.

7. Пат. 2622890 Российская Федерация, МПК H02M 5/257. Способ включения, выключения и регулирования напряжения трансформаторной подстанции // Климаш В.С., Табаров Б.Д., Гетопанов А.Ю.; заявитель и патентообладатели Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т., Климаш В.С., Табаров Б.Д., Гетопанов А.Ю. – № 2016131037/07; заявл. 27.07.2016; опубл. 21.06.2017, Бюл. № 18. – 8 с: ил.

8. Пат. 2667481 Российская Федерация, МПК H02P 13/00. Устройство для включения, выключения и регулирования напряжения трансформаторной подстанции / Климаш В.С., Табаров Б.Д.; заявитель и патентообладатель Комсомольский-на-Амуре гос. ун-т. – №2017143967; заявл. 14.12.2017; опубл. 20.09.2018. Бюл. № 26. – 8 с: ил.

9. Пат. 2667095 Российская Федерация, МПК H02M 5/25, G05F1/30. Способ управления пускорегулирующим устройством силового трансформатора / Климаш В.С., Табаров Б.Д.; заявитель и патентообладатель Климаш В.С., Табаров Б.Д. – № 2017147194; заявл. 29.12.2017; опубл. 14.09.2018. Бюл. № 26. – 11 с: ил.

10. Свид. № 2017613852 Российская Федерация. Программный комплекс математических моделей магнитно-тиристорного пускорегулирующего устройства для силового трансформатора в среде MatLab / Климаш В.С., Табаров Б.Д.; заявитель и патентообладатель Климаш В.С. – № 2016663857; заявл. 16.12.2016; опубл. 03.04.2017. Бюл. № 26. – 1 с: ил.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы (все положительные):

1. Отзыв ведущей организации федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», г. Иркутск, подписанный кандидатом технических наук, доцентом, заведующим кафедрой «Электропривод и электрический транспорт» Арсентьевым Олегом

Васильевичем, доктором технических наук, профессором, профессором кафедры «Электропривод и электрический транспорт» Дунаевым Михаилом Павловичем и утвержденный ректором федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», доктором технических наук, доцентом Корняком Михаилом Викторовичем. Замечания:

- 1) Решаемые задачи не соответствуют поставленной цели. В частности, нет исследований по надежности и увеличению срока службы оборудования. Не понятно, что такое улучшенная форма токов и напряжений.
- 2) Выражения (10, 11, 12) общеизвестны из общего курса «Электрических машин», ссылок на это нет, кроме того, (10) приведено не корректно – отношение напряжений не равно отношению витков в обмотках СТ.
- 3) Отсутствует описание моделей, кроме марки СТ (рисунки 8 и 12). В частности, нет длины линии, емкости батарей конденсаторов, величины подключаемой нагрузки.
- 4) В разделе 1.4 (рисунки 16-22) нет описания модельных экспериментов, при каких нагрузках они проводятся. В результате, приведенные токовые осциллограммы трудно оценить с точки зрения соответствия их заявленным режимам работы ТП.
- 5) На рисунке 17 – где-то есть множитель 100 (а, г), а где-то его нет (б, в), хотя амплитудные значения токов примерно одинаковые, около 60 А. По тексту объяснений этому нет.
- 6) Чем отличается рис. 45 от рис. 47?
- 7) В п. 3 теоретической и практической значимости работы сказано, что в среде MatLab разработана система импульсно-фазового управления (СИФУ) двухподдиапазонным Р-ТПУ. Поясните, в чем заключается новизна предложенной модели?
- 8) В основных выводах по работе сказано преимущество предложенного устройства, что при трех уровнях напряжения в сети устройство сохраняет синусоидальность напряжения питания СТ и у потребителей. Однако соискатель не указал, какое количественное влияние оказывает работа СИФУ на величину коэффициента несинусоидальности напряжения.
- 9) Требуется пояснение к рисунку 56, уточнить, как полученные осциллограммы можно соотнести с

допустимыми по ГОСТу величинами коэффициента несинусоидальности напряжения. 10) В диссертационной работе автор пишет, что нижний уровень регулирования напряжения достигается с помощью основного и дополнительного реактора. Поясните, это два одинаковых реактора, с равным индуктивными сопротивлениями, или между ними есть различия? 11) Замечания по оформлению диссертации: многие рисунки, подрисовочные подписи переходят на другую страницу (рис. 3, 4, 6, 14, 57, 58, 60, 63, 64, 66, 67), те же замечания к названию таблицы 3, названию раздела (3.3). Названия таблиц 3, 4 – с маленькой буквы. 12) По тексту, нет ссылок на Приложения 1, 2. В результате не понятно, как и что они подтверждают, дополняют в материалах основного содержания.

2. Отзыв официального оппонента, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Электроподвижной состав» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения» Мельниченко Олега Валерьевича. Замечания: 1) Возможно ли реализация способа безударного включения трансформаторов современными быстродействующими электрическими аппаратами? 2) Не описан порядок включения электрооборудования подстанции с новым устройством. 3) Нет математического подтверждения, т.е. цифрами, что повышается пропускная способность ЛЭП, сохраняется качество электрической энергии и других показателей при всех уровнях напряжения сети.

3. Отзыв официального оппонента, кандидата технических наук, доцента, заведующего кафедрой «Системы электроснабжения» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный государственный университет путей сообщения» Игнатенко Ивана Владимировича. Замечания: 1) Для систем электроснабжения свойственны несимметричные режимы работы, однако, в диссертации этот вопрос не рассмотрен. 2) В пункте 1.1 излишне подробно описаны хорошо известные конструкции ВВ, но не приведена статистика их

отказов с указаниями причин. 3) В диссертационной работе не приведены расчеты пропускной способности ЛЭП и качества электрической энергии, однако декларируется их улучшения. 4) Представленная на рис. 43, скорее всего, имитационная модель, а не математическая так как она реализуется на ЭВМ, воспроизводя формализованный процесс поведения технической системы, и отсутствуют уравнения описывающие электромагнитные процессы системы Р-ТПУ – СТ. 5) В диссертационной работе отсутствует технико-экономический раздел применения предлагаемых автором решений, поэтому невозможно оценить массогабаритные показатели устройства, которое необходимо расположить в корпусе комплектной ТП, также не понятен экономический эффект. 6) В диссертационной работе имеются незначительные замечания по оформлению, а также грамматические ошибки и опечатки.

Отзывы на автореферат:

1. Отзыв Черемисина Василия Титовича, заведующего кафедрой «Подвижной состав электрических железных дорог» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный университет путей сообщения», доктора технических наук, профессора. Замечания: 1) В работе автор предлагает применить «реакторно-тиристорное пускорегулирующее устройство» на высокой стороне комплектной трансформаторной подстанции напряжений $35 / (10 - 6)$ и $(10 - 6) / 0.4$ кВ. Однако применение тиристорных ключей на напряжение 35 кВ вызывает сомнения их реализации. 2) В автореферате не дана оценка сравнительных анализов ТП по штатной схеме и с предлагаемым устройством. 3) Возможна ли параллельная работа существующей и предлагаемой трансформаторных подстанций? 4) В автореферате имеются орфографические ошибки и стилистические неточности.

2. Отзыв Евстафьева Андрея Михайловича, заведующего кафедрой «Электрическая тяга» федерального государственного бюджетного

образовательного учреждения высшего образования «Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I», доктора технических наук, доцента. Замечания: 1) В автореферате нет подробного описания процессов естественной коммутации между ключами на промежуточных уровнях верхнего и нижнего поддиапазона регулирования напряжения. 2) На стр. 20 автореферата приведены результаты исследования энергетических показателей ТП по штатной и новой схеме при максимальном уровне напряжения в сети. А какие показатели имеет ТП при номинальном и минимальном уровне напряжения в сети?

3. Отзыв Константинова Андрея Михайловича, доцента кафедры «Системы электроснабжения» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный государственный университет путей сообщения», кандидата технических наук. Замечания: 1) Не ясно необходимо ли дополнительное электрооборудование в ТП при необходимости параллельной работы СТ на ТП по существующим и предлагаемой схемам? 2) Параллельная работа ТП по существующим и предлагаемой схемам не усложняет ли работу АВР?

4. Отзыв Кладиева Сергея Николаевича, доцента отделения электроэнергетики и электротехники Инженерной школы энергетики Национального исследовательского Томского политехнического университета, кандидата технических наук, доцента. 1) В работе автор исследовал коэффициент несинусоидальности напряжения при верхнем и нижнем поддиапазонах регулирований напряжения. Каким способом они получены и какова степень несинусоидальности напряжения при таком регулировании? 2) Наиболее эффективно подключать конденсаторную батарею близи потребителей реактивной мощности на низшем напряжении трансформаторов цеховой подстанции. В автореферате не обоснован выбор подключения конденсаторной батареи на высокой стороне силового трансформатора.

5. Отзыв Светлакова Дениса Петровича, инженера Комсомольского-на-Амуре филиала ООО «Смартинвест», кандидата технических наук. Замечания: 1) В автореферате не указано, что пределы регулирования напряжения подстанции задаётся с учетом конденсатора или без него (см. рис. 6 и 7 стр.16 и 17)? 2) В работе сделан вывод, что устройство не искажает ток через трансформатор и сети. При этом, не сказано учитывалась ли нелинейность нагрузки.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан новый способ и устройство для включения, выключения и регулирования напряжения на стороне высокого напряжения ТП, обеспечивающие безударное включение силового трансформатора без бросков токов и просадов напряжения в сети, выключение без возникновения электрической дуги, коммутационных потерь и перенапряжений между контактами высоковольтного выключателя, а также поддержания напряжения на заданном уровне у потребителей при изменении нагрузки и отклонениях напряжения в сети на $\pm 10\%$ от номинального уровня;

предложен принцип построения ТП с двухподдиапазонным Р-ТПУ;

доказано на модели в среде Matlab, что суммарный ток реактора и тиристорного ключа, равный току первичной обмотки СТ и току сети, имеет такую же форму, как и ток нагрузки;

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано повышение эффективности работы системы электроснабжения за счет применения на ТП двухподдиапазонного Р-ТПУ, обеспечивающего безударное включение силового трансформатора без бросков токов и просадов напряжения в сети, выключение без возникновения электрической дуги, коммутационных потерь и перенапряжений между контактами высоковольтного выключателя, а также поддержания напряжения на

заданном уровне у потребителей;

использованы методы теории электрических цепей, теории дифференциальных уравнений, теории автоматического управления и современные программные средства;

изложены принципы построения системы двухподдиапазонного Р-ТПУ – СТ и пути решения проблемы повышения качества напряжения у потребителей и снижения потерь в сети;

раскрыты функциональные возможности и свойства системы двухподдиапазонного Р-ТПУ – СТ;

изучены физические процессы, регулировочные и энергетические характеристики системы Р-ТПУ – СТ;

проведена модернизация известного Р-ТПУ для обеспечения двухподдиапазонного регулирования напряжения между тремя синусоидальными уровнями напряжения с введенными зонами нечувствительности между верхним и нижним поддиапазонами.

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

разработано и внедрено новое двухподдиапазонное Р-ТПУ в лаборатории «Силовая электроника» при подготовке магистров на кафедре «Промышленная электроника» по дисциплинам «Энергетическая электроника» и «Энергосберегающие электронные устройства», методики расчета двухподдиапазонного Р-ТПУ нашли отражения в планах развития энергослужбы ОАО «Барки Таджики» на подстанции «Душанбе – 500 кВ», а также в ООО «Торэкс–Хабаровск» на участке подстанций ГПП – 4 и ГПП – 5 для конструктивной переработки;

определены перспективы практического использования системы Р-ТПУ – СТ;

создана модель системы Р-ТПУ – СТ для реализации методики расчета элементов по заданным пределам регулирования;

представлены рекомендации и предложения по дальнейшему совершенствованию двухподдиапазонного Р-ТПУ.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ получены результаты с использованием сертифицированного оборудования и измерительных приборов;

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:

участвовал в разработке способов для расширения функциональных возможностей двухподдиапазонного Р-ТПУ при управлении комплектными ТП и непрерывного регулирования напряжения на стороне высокого напряжения ТП;

участвовал в создании модели двухподдиапазонного Р-ТПУ в составе ТП;

участвовал в разработке системы импульсно-фазового управления тиристорами системы Р-ТПУ – СТ;

На заседании 27 сентября 2019 года диссертационный совет принял решение присудить Табарову Б.Д. ученую степень кандидата технических

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 9 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 17, против 0, недействительных бюллетеней 0.

[illegible]

Гудим Александр Сергеевич

27 сентября 2019 г.