

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ГУ 212.224.14
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА (ДОКТОРА) НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 09.04.2021 г. № 22

О присуждении **Зимину Роману Юрьевичу**, гражданину РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Повышение качества электроэнергии в электротехнических комплексах предприятий нефтедобычи гибридными фильтрокомпенсирующими устройствами» по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы принята к защите 01.02.2021 г., протокол заседания № 21, диссертационным советом ГУ 212.224.14 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России; 199106, Санкт-Петербург, 21-я линия, д. 2; приказ № 1232 адм от 23.09.2019 г. с изм. от 22.12.2020 г.

Соискатель, **Зимин Роман Юрьевич**, 1993 года рождения, в 2017 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» по специальности 21.05.04 Горное дело. В период подготовки диссертации с 2017 г. по настоящее время соискатель Зимин Роман Юрьевич является аспирантом очной формы обучения кафедры электроэнергетики и электромеханики в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Справка о сданных кандидатских экзаменах 11/46 выдана 18 сентября 2020 г. федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет».

Диссертация выполнена на кафедре электроэнергетики и электромеханики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент **Сычев Юрий Анатольевич**, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», кафедра электроэнергетики и электромеханики, доцент.

Официальные оппоненты:

Осипов Дмитрий Сергеевич – доктор технических наук, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Югорский государственный университет», институт Нефти и газа, профессор;

Поляков Николай Александрович – кандидат технических наук, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО», факультет систем управления и робототехники, доцент; дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – общество с ограниченной ответственностью «НПК Промир», г. Москва, в своем положительном отзыве, подписанном **Сафоновым Дмитрием Олеговичем**, кандидатом технических наук, начальником технического отдела, **Пупиным Валерием Михайловичем**, доктором технических наук, управляющим проектами и **Креченковым Дмитрием Сергеевичем**, секретарем заседания, утвержденном **Жуковым Владимиром Анатольевичем**, кандидатом технических наук, директором, указала, что теоретическая и практическая значимость работы заключается в использовании результатов исследования при разработке, организации и проведении мероприятий по обеспечению качества электроэнергии в части уровня высших гармоник напряжения и тока, отклонений напряжения,

величины коэффициента мощности для действующих электротехнических комплексов предприятий; разработке математических и имитационных моделей гибридных фильтрокомпенсирующих устройств с нелинейной нагрузкой, позволяющих оценить влияние параметров питающей сети и подключенной нагрузки для обоснованного выбора параметров гибридного фильтрокомпенсирующего устройства.

Соискатель имеет 13 печатных работ, в том числе 4 статьи – в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), 9 статей - в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования (Scopus и Web of Science). Получены 1 патент на изобретение и 3 патента на полезные модели. Общий объем – 5,56 печатных листа, в том числе 1,8 печатных листа – соискателя.

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ:

1. Зимин Р.Ю. Оценка эффективности гибридных систем коррекции формы кривых тока и напряжения в электрических сетях с распределенной генерацией / Абрамович Б.Н., Сычев Ю.А., Зимин Р.Ю. // Промышленная энергетика. – 2015. – № 8. – С.49-53.

Личный вклад соискателя заключается в проведении оценки уровня несинусоидальности по току и напряжению по результатам применения гибридных фильтрокомпенсирующих структур в условиях распределенной генерации.

2. Зимин Р.Ю. Оценка эффективности гибридного электротехнического комплекса для коррекции уровня несинусоидальности в автономных системах электроснабжения нефтепромыслов/ Абрамович Б.Н., Сычев Ю.А., Зимин Р.Ю. // Промышленная энергетика. – 2018. – № 1. – С.45-54.

Личный вклад соискателя заключается в экономической оценке и расчете срока окупаемости при внедрении гибридных

фильтрокомпенсирующих структур в производство в автономных системах электроснабжения.

3. Зимин Р.Ю. Проблемы компенсации высших гармоник тока и напряжения в условиях распределенной генерации / Сычев Ю.А., Кузнецов П.А., Зимин Р.Ю., Соловьева Я.А // Вестник московского авиационного института. – 2018. – № 4(25). – С.216-228.

Личный вклад соискателя заключается в анализе структур фильтрокомпенсирующих устройств и их обоснованном выборе в условиях распределенной генерации.

4. Зимин Р.Ю. Гибридная система коррекции уровня высших гармоник и обеспечение бесперебойного электроснабжения ответственных потребителей нефтедобычи/ Абрамович Б.Н., Сычев Ю.А., Зимин Р.Ю. // Промышленная энергетика. – 2018. – № 11. – С.50-57.

Личный вклад соискателя заключается в разработке структуры фильтрокомпенсирующего устройства, способного компенсировать высшие гармоники, а также осуществлять рекуперацию тормозной энергии в систему электроснабжения.

Публикации в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus и Web of Science:

5. Zimin R. Y. Hybrid harmonic compensation device adapted for variable speed drive system / Abramovich B. N., Sychev Y. A, Zimin R. Y. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2017. – № 87 (3). – pp. 32002 – 32002. (Зимин Р.Ю. Устройство гибридной компенсации, адаптированное к частотно-регулируемому электроприводу /Абрамович Б.Н., Сычев Ю.А., Зимин Р.Ю.// Серия конференций IOP: наука о Земле и окружающей среде. – 2017. – № 87(3). – 32002) (Scopus, Web of Science)

Личный вклад соискателя заключается в разработке математических и имитационных моделей гибридных фильтрокомпенсирующих устройств, а также проведении имитационного моделирования гибридных

фильтрокомпенсирующих структур в программе Matlab с подключенным частотно-регулируемым электроприводом.

6. Zimin R.Yu. Efficiency estimation of hybrid electrotechnical complex for non-sinusoidal signals level correction in autonomous power supply systems for oil fields / B.N. Abramovich, Y.A. Sychev, P.A. Kuznetsov, R.Yu. Zimin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, DOI: 10.1088/1755-1315/194/5/052001. – 2018. – Volume 194. – Issue 5. – 052001. (Зимин Р.Ю. Оценка эффективности гибридного электротехнического комплекса для коррекции уровня несинусоидальности в автономных системах снабжения нефтяных месторождений / Абрамович Б.Н., Сычев Ю.А., Кузнецов П.А., Зимин Р.Ю. // Серия конференций IOP: наука о Земле и окружающей среде. – 2018. – Т.194. – № 5. – 052001) (Scopus)

Личный вклад соискателя заключается в разработке алгоритма управления гибридными фильтрокомпенсирующими устройствами и проведении математического моделирования гибридного фильтрокомпенсирующего комплекса в автономной системе электроснабжения.

7. Zimin R.Y. The hybrid correction system, based on active and passive filters for harmonic compensation in networks of oil enterprises / B.N. Abramovich, Y.A. Sychev, R.Y. Zimin // 2018 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies, FarEastCon 2018, DOI: 10.1109/FarEastCon.2018.8602638. – 2018. – Volume 1. - 8602638. (Зимин Р.Ю. Гибридное фильтрокомпенсирующее устройство на основе активных и пассивных фильтров для компенсации гармоник в системах электроснабжения предприятий нефтедобычи / Абрамович Б.Н., Сычев Ю.А., Зимин Р.Ю. // 2018 Международная мультидисциплинарная конференция по промышленному инжинирингу и современным технологиям, FarEastCon 2018 – 2018. – Т.1. – 8602638) (Scopus, Web of Science)

Личный вклад соискателя заключается в разработке алгоритма выбора структуры и расчета параметров пассивной части гибридного фильтрокомпенсирующего устройства.

8. Zimin R.Y. Selection of shunt active filter main parameters in conditions of centralized and distributed power supply systems / Abramovich B.N., Sychev Y.A., Zimin R.Y. // Proceedings - 2018 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM. – 2018. – Volume 1. – 8728566. (Зимин Р.Ю. Выбор основных параметров параллельного активного фильтра в условиях централизованных и распределенных систем электроснабжения / Абрамович Б.Н., Сычев Ю.А., Зимин Р.Ю. // Материалы международной конференции по промышленному машиностроению, применению и производству ICIEAM 2018. – 2018. – Т.1. – 872856) (Scopus, Web of Science)

Личный вклад соискателя заключается в выборе параметров и описании математических расчетов параллельного активного фильтра.

9. Zimin R.Y. Mathematical modeling of harmonic correction by parallel active filter in conditions of distributed generation / B.N. Abramovich, Yu.A. Sychev, R.Yu. Zimin, P.A. Kuznetsov // Journal of Physics: Conference Series, DOI: 10.1088/1742-6596/1333/3/032081. – 2019. – Volume 1333. – 032081. (Зимин Р.Ю. Математическое моделирование параллельного активного фильтра для компенсации высших гармоник в условиях распределенной генерации / Абрамович Б.Н., Сычев Ю.А., Зимин Р.Ю., Кузнецов П.А. // Физический журнал: серия конференций, - 2019. – Т.1333. – 032081) (Scopus)

Личный вклад соискателя заключается в описании режимов работы гибридных фильтрокомпенсирующих структур на основе параллельного активного фильтра.

10. Zimin R.Yu. The Application of Series Active Filter for Improvement of Power Quality in Networks of Oil Enterprises / B.N. Abramovich, Yu.A. Sychev, R.Yu. Zimin, M.E. Aladin // 2019 International Multi-Conference on Industrial

Engineering and Modern Technologies (FarEastCon), DOI: 10.1109/FarEastCon.2019.8933900. – 2019. – Volume 1. – 8933900. (Зимин Р.Ю. Применение последовательного активного фильтра для повышения качества электрической энергии в системах электроснабжения нефтегазовых предприятий / Абрамович Б.Н., Сычев Ю.А., Зимин Р.Ю. // 2019 Международная мультидисциплинарная конференция по промышленному инжинирингу и современным технологиям, (FarEastCon) – 2019. – Т.1. - 8933900) (Scopus)

Личный вклад соискателя заключается в проведении математического и имитационного моделирования последовательного активного фильтра для дальнейшего применения в гибридных фильтрокомпенсирующих структурах.

11. Zimin R. Yu. Modelling and analysis of functional modes of active compensators in distributed generation systems / B.N. Abramovich, Yu.A. Sychev, R.Yu. Zimin // Journal of Physics: Conference Series, DOI: 10.1088/1742-6596/1333/6/062028. – 2019. – Volume 1333. – 062028. (Зимин Р.Ю. Моделирование и анализ функциональных режимов активных компенсаторов в системах распределенной генерации / Абрамович Б.Н., Сычев Ю.А., Зимин Р.Ю. // Физический журнал: серия конференций, - 2019. – Т.1333. – 062028 (Scopus)

Личный вклад соискателя заключается в анализе результатов математического моделирования гибридных фильтрокомпенсирующих структур на основе активных систем коррекции формы кривой тока и напряжения.

12. Zimin R. The assessment of the series active filter efficiency in power supply systems of oil production enterprises / Yu. Sychev, R. Zimin, M. Aladin // E3S Web of Conferences, DOI: 10.1051/e3sconf/201914004003. – 2019. – Volume 140. – 04003. (Зимин Р.Ю. Оценка эффективности применения последовательных активных фильтров в системах электроснабжения нефтедобывающих предприятий / Сычев Ю.А., Зимин Р.Ю., Аладьин М.А.// E3S Веб конференция. – 2019. – Т. 140. – 04003) (Scopus, Web of Science)

Личный вклад соискателя заключается в разработке системы управления, а также в проведении имитационного моделирования последовательного активного фильтра в программе Matlab.

13. Zimin R.Y. Efficiency estimation of hybrid electrical complex for voltage and current waveform correction in power systems of oil enterprises / B.N. Abramovich, Y.A. Sychev, R.Y. Zimin // Proceedings of the 2019 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering, ElConRus 2019, DOI: 10.1109/ElConRus.2019.8657081. – 2019. – Volume 1. – pp. 401-406. (Зимин Р.Ю. Оценка эффективности гибридного электрического комплекса для коррекции формы напряжения и тока в энергосистемах нефтяных предприятий / Абрамович Б.Н., Сычев Ю.А., Зимин Р.Ю. // Материалы конференции 2019 IEEE молодых российских исследователей в области электротехники и электроники 2019 года, ElConRus 2019. – 2019. – Т. 1. - С. 401-406) (Scopus, Web of Science)

Личный вклад соискателя заключается в разработке системы управления для поддержания постоянного напряжения в звене постоянного тока в составе частотно-регулируемого электропривода в различных динамических режимах.

Патенты:

14. Патент № 2619919 Российская Федерация, МПК H02M 1/12 (2006.01). Устройство компенсации высших гармоник, адаптированное к электроприводу переменного тока : 2016123897 : заявл. 15.06.2016 : опубл. 19.05.2017 / Абрамович Б.Н., Сычев Ю.А., Зимин Р.Ю. ; заявитель СПГУ. – 11 с. : ил. – Текст: непосредственный.

15. Патент № 176107 Российская Федерация, МПК H02J 3/00 (2006.01), H02J 1/02 (2006.01). Устройство гибридной компенсации высших гармоник : 2017124473 : заявл. 10.07.2017 : опубл. 09.01.2018 / Абрамович Б.Н., Сычев Ю.А., Зимин Р.Ю. ; заявитель СПГУ. – 7 с. : ил. – Текст: непосредственный.

16. Патент № 185875 Российская Федерация, МПК H02J 3/01 (2018.01). Устройство гибридной компенсации высших гармоник: 2018136024: заявл. 11.10.2018 : опубл. 21.12.2018 / Абрамович Б.Н., Сычев Ю.А., Зимин Р.Ю. ; заявитель СПГУ. – 8 с. : ил. – Текст: непосредственный.

17. Патент № 198721 Российская Федерация, МПК H02J 3/01 (2020.02). Устройство подавления высших гармоник и коррекции коэффициента мощности сети: 2020109533: заявл. 03.03.2020 : опубл. 23.07.2020 / Абрамович Б.Н., Сычев Ю.А., Зимин Р.Ю. ; заявитель СПГУ. – 11 с. : ил. – Текст: непосредственный.

В диссертации Зимина Р.Ю. отсутствуют достоверные сведения об опубликованных работах соискателя, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

Апробация работы. Основные положения и результаты исследований освещались на международных научных конференциях и других научных мероприятиях, в том числе:

– Международной научно-практической конференции «Инновации и перспективы развития горного машиностроения и электромеханики: IPDME-2017», Санкт-Петербург, Россия, 2017. Тема доклада: «Компенсация высших гармоник гибридным фильтрокомпенсирующим устройством, адаптированным к частотно-регулируемому электроприводу».

– Международной конференции «58 Konferencja Studenckich Kół Naukowych Pionu Górniczego AGH» на базе Краковской горно-металлургической академии, г. Краков, Польша, 7 декабря 2017 г. Тема доклада: «The hybrid correction system based on active and passive filters for harmonic compensation». *Компенсация высших гармоник гибридным фильтрокомпенсирующим устройством, основанным на активных и пассивных фильтрах.*

– Международной конференции «69TH Bergund Huttenmannischer Tag 2018» на базе Фрайбергской горной академии, г. Фрайберг, Германия, 6-8 июня 2018 г. Тема доклада: «The hybrid correction system based on active

and passive filters for harmonic compensation in network of oil enterprises» *Компенсация высших гармоник гибридным фильтрокомпенсирующим устройством, основанным на активных и пассивных фильтрах в системах электроснабжения предприятий нефтедобычи.*

– «2019 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering», на базе Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина) г. Санкт-Петербург, Россия, 28 января 2019 г.; Тема доклада: «Efficiency estimation of hybrid electrical complex for voltage and current waveform correction in power systems of oil enterprises». *Оценка эффективности электрического комплекса для коррекции напряжения и тока в системах электроснабжения предприятий нефтедобычи.*

– «2019 International Scientific Conference on Energy, Environmental and Construction Engineering» на базе Санкт-Петербургского политехнического университета им. Петра Великого, г. Санкт-Петербург, Россия, 20 ноября 2019 г. Тема доклада: « The assessment of the series active filter efficiency in power supply systems of oil production enterprises ». *Оценка эффективности последовательных активных фильтров в системах электроснабжения нефтедобывающих предприятий.*

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: генерального директора АО «СПИК СЗМА» к.т.н. **А.А. Нозика**; ведущего специалиста исследовательского отдела АО «СПИК СЗМА» к.т.н. **И.С. Бабановой**; генерального директора ООО «Электрические измерительные системы» **С.Е. Лозовского**; доцента кафедры «Релейная защита и автоматика электрических станций, сетей и энергосистем» федерального государственного автономного образовательного учреждения дополнительного профессионального образования «Петербургский энергетический институт повышения квалификации» к.т.н. **В.В. Полищука**; ведущего инженера отдела главного энергетика АО «Транснефть – Дружба» к.т.н. **И.Л. Симонова**; профессора кафедры электрооборудования

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Липецкий государственный технический университет» д.т.н., доцента **В.И. Зацепиной**; ассистента той же кафедры **С.С. Астанина**; главного специалиста отдела инспекции и приемки ООО «Арктик СПГ 2» ПАО «НОВАТЭК» к.т.н. **В.Е. Полякова**; ведущего эксперта отдела электропривода и комплектных устройств АО «Силовые машины» **М.В. Пронина**; заведующего кафедрой электроснабжения промышленных предприятий и электротехнологий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ» к.т.н., доцента **С.А. Цырука**; доцента той же кафедры к.т.н., доцента **С.А. Янченко**; профессора департамента энергетических систем федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный федеральный университет» д.т.н., доцента **Н.В. Силина**; профессора отделения электроэнергетики и электротехники федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» д.т.н., доцента **А.С. Глазырина**; доцента того же отделения к.т.н., доцента **С.Н. Кладиева**; заведующего кафедрой «Энергетика и энергоэффективность горной промышленности» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» д.т.н., профессор **А.В. Ляхомского**; ученого секретаря той же кафедры к.т.н., доцента **С.Н. Решетняка**.

В отзывах дана положительная оценка проведенных исследований, отмечена актуальность выбранной темы, высокая степень проработки вопроса и профессиональный подход к решению поставленных задач, однако имеется ряд замечаний:

1. В описательной части представленного алгоритма желательно пояснение степени коррекции и условия ее достаточности (блок степень коррекции достаточная) (стр. 17) (к.т.н. **А.А. Нозик**, к.т.н. **И.С. Бабанова**).
2. Какое численное значение имеется ввиду «по создаваемой добавке напряжения для нормализации уровня сетевого напряжения в случае его отклонения из-за подключения нагрузки в условиях протяженных линий электропередач» (к.т.н. **А.А. Нозик**, к.т.н. **И.С. Бабанова**)?
3. Необходимо пояснить, что понимается под термином «опорный сигнал» (**С.Е. Лозовский**).
4. Необходимо пояснить, что понимается под термином «адаптивность структуры ГФУ» (страница 11) (к.т.н. **В.В. Полищук**).
5. Требуется пояснить, чему соответствует величина k_m на рис.3, только первой гармонике или всему спектру ВГС (страница 13) (к.т.н. **В.В. Полищук**).
6. Представленная на рис. 6 зависимость k_U и k_I от величины зоны нечувствительности релейных регуляторов тока представляется малоинформативной, лучше представить данный график в зависимости от тактовой частоты регуляторов (страница 16) (к.т.н. **В.В. Полищук**).
7. Необходимо пояснить, каким образом и для каких условий вычислялись степени снижения уровней высших гармонических составляющих (стр. 13, таблица 1) (к.т.н. **И.Л. Симонов**).
8. Сходимость теоретических и экспериментальных исследований в работе имеет погрешность не более 15 %, стоило бы произвести уточнение в ходе исследования для снижения этого значения (д.т.н. **В.И. Зацепина**, **С.С. Астанин**).
9. На стр. 10 автореферата угол φ имеет две формы написания (φ и Φ), что усложняет восприятие информации (д.т.н. **В.И. Зацепина**, **С.С. Астанин**).
10. В пятой главе автореферата говорится о проведенном расчете потенциального экономического эффекта от внедрения гибридных

фильтрокомпенсирующих устройств, и приведен срок окупаемости 4 года, стоило бы количественно отразить полученную величину (д.т.н. **В.И. Зацепина, С.С. Астанин**).

11. Необходимо пояснить, какие виды пассивных фильтров применялись при моделировании фильтрокомпенсирующих устройств отображенных на рисунках 1а, 1б на странице 12 автореферата (к.т.н. **В.Е. Поляков**).

12. Вместо термина «параллельный активный фильтр» правильное использовать термин «поперечный активный фильтр» (параллельные линии не пересекаются, не имеют точек соприкосновения) (д.т.н. **М.В. Пронин**).

13. Некоторые формулировки написаны неясно. Например, на стр.11 автореферата обозначены два способа активной фильтрации высших гармоник напряжения. Указано, что и поперечный и последовательный активные фильтры на высшие гармоники не влияют (д.т.н. **М.В. Пронин**).

14. Из текста автореферата не совсем понятно, в чем заключаются особенности обеспечения качества электроэнергии нефтедобывающих предприятий и как они были учтены в разработанных моделях (к.т.н. **С.А. Цырук, к.т.н. С.А. Янченко**).

15. В автореферате недостаточно подробно описана структура разработанного гибридного фильтра со звеном постоянного тока, совмещенным с преобразователем частоты электропривода. В чем заключаются достоинства предложенного активно-емкостного пассивного фильтра на выходе активной части (к.т.н. **С.А. Цырук, к.т.н., С.А. Янченко**)?

16. В таблицах 1 и 2 автореферата присутствуют по одному значению отклонения тока и напряжения. В то же время по тексту отмечено, что в таблицах присутствуют значения этих величин, а также коэффициента мощности до и после использования ГФУ (д.т.н. **Н.В. Силин**).

17. Отсутствует перечень допущений, принятых при математическом моделировании гибридных фильтрокомпенсирующих устройств (д.т.н. **А.С. Глазырин**, к.т.н. **С.Н. Кладиев**).

18. В автореферате отсутствуют сведения об исследовании гибридных фильтрокомпенсирующих устройств на физических экспериментальных установках или испытательных стендах (д.т.н. **А.С. Глазырин**, к.т.н. **С.Н. Кладиев**).

19. Из автореферата не понятно, в чем состоит преимущество разработанного автором и защищённого патентом № 2619919 устройством компенсации высших гармоник, адаптированного к электроприводу переменного тока, по сравнению с так называемыми активными и рекуперативными выпрямителями, которые наряду с рекуперацией энергии от преобразователя частоты успешно решают задачи компенсации реактивной мощности и компенсации высших гармоник на входе преобразователя частоты. Первый термин «активный выпрямитель» принят в работах Ефимова Александра Андреевича, д.т.н., проф. Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения (ГУАП). Второй термин «рекуперативный выпрямитель» принят в работах Виноградова Анатолия Брониславовича, д.т.н., проф. Ивановского государственного энергетического университета имени В.И. Ленина (д.т.н. **А.С. Глазырин**, к.т.н. **С.Н. Кладиев**).

20. В автореферате отсутствует математическое описание гибридной фильтрокомпенсирующей установки (д.т.н. **А.В. Ляхомский**, к.т.н. **С.Н. Решетняк**).

21. В автореферате заявлено (стр. 9), что недостатком активного фильтра является высокая стоимость, однако в работе предлагается использование гибридной фильтрокомпенсирующей установки на базе совместного использования активного и пассивного фильтров – как это скажется на увеличении стоимости устройства (д.т.н. **А.В. Ляхомский**, к.т.н. **С.Н. Решетняк**).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием исследований и публикаций по теме диссертационной работы и их компетентностью в области диссертационного исследования.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан алгоритм выбора и обоснованного применения гибридных фильтрокомпенсирующих устройств в электротехнических комплексах предприятий нефтедобычи, отличающийся тем, что предусматривается вариация структуры устройства исходя из требуемой степени коррекции показателей качества электроэнергии и изменение зоны нечувствительности релейных регуляторов системы управления активной части;

предложена структура электротехнического комплекса на основе параллельного активного фильтра, звено постоянного тока которого совмещено с преобразователем частоты нелинейной нагрузки, отличающаяся наличием активно-емкостного пассивного фильтра, установленного на выходе активной части, и позволяющая обеспечить бесперебойное электроснабжение нелинейной нагрузки в случае коротких замыканий на входе выпрямительного устройства для безаварийного завершения технологического процесса;

доказано, что повышение качества электрической энергии в электротехнических комплексах нефтедобывающих предприятий, включающих распределенную генерацию, до уровня, соответствующего минимизации потерь электроэнергии и кратности снижения срока службы электрооборудования, в части величин высших гармоник и отклонений напряжения, следует осуществлять совокупностью пассивных, параллельных и последовательных активных фильтров с системой управления независимо от видов и характеристик подключенной нелинейной нагрузки и источника электроснабжения;

установлено, что разработанный электротехнический комплекс, состоящий из параллельного активного фильтра со звеном постоянного тока, совмещенным с аналогичным звеном нелинейной нагрузки, и пассивного фильтра на выходе активной части, позволяет повысить качество электрической энергии по заданной совокупности показателей, а также обеспечить бесперебойное питание на время, необходимое для восстановления электроснабжения или безаварийного завершения технологического процесса;

введено новое понятие, как «степень компенсации высших гармонических составляющих» тока и напряжения гибридными фильтрокомпенсирующими устройствами;

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

использованы методы фазовых преобразований, теории преобразовательной техники, математического моделирования и анализа электромагнитных процессов в электротехнических комплексах и системах;

изложены положения, раскрывающие принципы применения гибридных фильтрокомпенсирующих устройств различной структуры в системах электроснабжения предприятий нефтедобычи с нелинейной нагрузкой;

раскрыты существенные проявления теории гибридных фильтрокомпенсирующих устройств, применительно к электротехническим комплексам предприятий нефтедобычи;

изучены факторы, влияющие на работу гибридных фильтрокомпенсирующих устройств в электротехнических комплексах предприятий нефтедобычи;

проведено компьютерное имитационное моделирование гибридных фильтрокомпенсирующих устройств в системах электроснабжения нефтегазовых предприятий, позволяющее оценить уровень повышения качества электрической энергии;

проведена модификация существующих алгоритмов выбора структуры и системы управления гибридными фильтрокомпенсирующими устройствами, обеспечивающая повышение качества электроэнергии в условиях электротехнических комплексов предприятий нефтедобычи.

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

разработаны компьютерные имитационные модели гибридных фильтрокомпенсирующих устройств для определения показателей качества электроэнергии, которые позволяют провести анализ степени компенсации высших гармонических составляющих тока и напряжения, а также отклонения и провалов напряжения в системах электроснабжения предприятий нефтедобычи с нелинейной нагрузкой для развития теории многофункциональных фильтрокомпенсирующих устройств;

определены перспективы практического использования гибридных фильтрокомпенсирующих устройств в электротехнических комплексах предприятий нефтедобычи;

создана совокупность практических рекомендаций по применению гибридных фильтрокомпенсирующих устройств в электротехнических комплексах предприятий нефтедобычи;

представлены предложения по дальнейшему совершенствованию структуры и систем управления гибридными фильтрокомпенсирующими устройствами;

представлены рекомендации к внедрению результатов исследования в учебный процесс;

представлены рекомендации к внедрению результатов исследования на этапе проектирования и модернизации систем электроснабжения в АО «ОЭЗ ППТ «Алабуга» и технической реализации данных устройств в ООО «Энергонефть ЮГРА».

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

результаты исследований получены с применением методов математического и имитационного моделирования в программе *Matlab* среды *Simulink* для исследования гибридных фильтрокомпенсирующих устройств в электротехнических комплексах предприятий нефтедобычи и подтверждены в ходе стендовых испытаний;

теория построена на известных закономерностях и проверяемых данных и фактах, а также согласуется с опубликованными ранее экспериментальными данными других исследователей по теме диссертации;

идея базируется на результатах анализа и обобщении опыта по применению гибридных фильтрокомпенсирующих устройств в системах электроснабжения с нелинейной нагрузкой;

использованы результаты отечественного и зарубежного опыта по исследованию гибридных фильтрокомпенсирующих устройств;

установлено качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в трудах отечественных и зарубежных ученых по тематике диссертационного исследования;

использованы современные методики сбора и обработки экспериментальных данных, полученные в реальных промышленных условиях.

Личный вклад соискателя состоит в формулировании цели, задач исследований, защищаемых научных положений; непосредственном участии во всех этапах исследований в рамках поставленных целей и задач; создании имитационных моделей электротехнических комплексов предприятий нефтедобычи с нелинейной нагрузкой и различными видами гибридных фильтрокомпенсирующих устройств; разработке алгоритма выбора структуры гибридного фильтрокомпенсирующего устройства для условий электротехнических комплексов нефтедобычи; выявлении закономерностей, позволяющих адекватно оценить степень эффективности повышения качества электроэнергии гибридными фильтрокомпенсирующими

устройствами в условиях электротехнических комплексов нефтедобычи; разработке рекомендаций по выбору различных структур гибридных фильтрокомпенсирующих устройств.

На заседании 9 апреля 2021 года диссертационный совет принял решение присудить **Зимину Роману Юрьевичу** ученую степень кандидата технических наук за решение важной научно-практической задачи повышения качества электроэнергии в электротехнических комплексах предприятий нефтедобычи путем снижения уровня высших гармонических составляющих тока и напряжения с помощью гибридных фильтрокомпенсирующих устройств.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании из 18 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 14, против – нет, недействительных бюллетеней – 1.

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета



Шпенст Вадим Анатольевич

Коптева Александра Владимировна

09.04.2021 г.