

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

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 30 января 2020 протокол № 1

О присуждении Петрову Андрею Александровичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Методы и средства повышения качества электроэнергии в системе метрополитена» по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы» принята к защите 19 ноября 2019 г., протокол №8 диссертационным советом Д.212.173.04 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет» Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 630073, Новосибирск, пр-т К. Маркса, 20, приказ о создании диссертационного совета №105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Петров Андрей Александрович 1992 года рождения, в 2014 году с отличием окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет» Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, получив степень бакалавра техники и технологии по направлению «Электротехника, электромеханика и электротехнология». В 2016 году соискатель с отличием окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, получив степень магистра техники и технологии по направлению «Электроэнергетика и

электротехника». В настоящее время проходит обучение на четвертом курсе в очной аспирантуре в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Новосибирский государственный технический университет» Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

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

Научный руководитель – доктор технических наук Щуров Николай Иванович, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», заведующий кафедрой «Электротехнических комплексов», профессор.

Официальные оппоненты:

Черемисин Василий Титович, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный университет путей сообщения», заведующий кафедрой «Подвижной состав электрических железных дорог»;

Сизганова Евгения Юрьевна, кандидат технических наук, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет», доцент кафедры «Электротехнических комплексов и систем»;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ» (НИУ "МЭИ"), г. Москва

в своем положительном заключении, подписанном Румянцевым Михаилом Юрьевичем кандидатом технических наук, доцентом, заведующим кафедры «Электротехнических комплексов автономных объектов и электрического транспорта», Слепцовым Михаилом Александровичем кандидатом технических наук, доцентом кафедры «Электротехнических комплексов автономных объектов и электрического транспорта» и утвержденном Драгуновым Виктором Карповичем доктором технических наук, профессором, проректором по научной работе **указала,**

что диссертация Петрова А.А. является законченным научным исследованием, выполненным самостоятельно с получением новых научных результатов, имеющих существенное значение для развития принципов построения систем компенсации реактивной мощности и нелинейных искажений. Диссертация выполнена на актуальную тему, обладает внутренним единством, основные положения достаточно полно отражены в публикациях в изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Диссертация соответствует паспорту научной специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы, а также требованиям Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор Петров Андрей Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

Соискатель имеет 17 работ, опубликованных по теме диссертации, 5 из них опубликованы в рецензируемых научных журналах, входящих в перечень рекомендованных ВАК РФ, 6 публикации в изданиях, входящих в международные базы «Web of Science» и «Scopus», 6 публикаций в прочих изданиях (в том числе в материалах международных и всероссийских конференций). Авторский вклад в опубликованных работах составляет не менее 80%, общим объемом – 9,4 п.л.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

В работах, опубликованных в рецензируемых научных изданиях (из перечня ВАК):

1. Петров А.А. Оптимизация мощностей активной и пассивной частей гибридного силового фильтра / А.А. Петров, Н.И. Щуров, А.Г. Волков // Электропитание. – 2019. – № 1, с. 25-34.

2. Петров А.А. Повышение качества электроэнергии метрополитена [Electricity quality improving in metro] / А.А. Петров, Н.И. Щуров, А.А. Штанг // Доклады академии наук высшей школы Российской Федерации. – 2016. – № 4 (33), с. 80-87. doi:10.17212/1727-2769-2016-4-80-87

3. Петров А.А. Система управления устройством коррекции коэффициента мощности подстанции метрополитена // Доклады академии наук высшей школы Российской Федерации. – 2019. – № 1 (42), с. 83-90.

4. Разработка многофункционального стенда комплексного исследования накопителей энергии для транспортных систем / М. В. Калугин, А. А. Петров, Д. А.

Шмаков, К. С. Шабалтас // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2014. – № 1-2. – с. 316-319.

5. Пригородные зоны в составе агломерации: Развитие транспортной и энергетической инфраструктуры / И. Г. Чиркова, А. А. Петров, Е.С. Казарин // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. - 2014. - № 1-2. - с. 33-36.

В работах, опубликованных в рецензируемых научных изданиях входящих в международные базы SCOPUS, Web of Science:

6. Petrov A. A. The analysis of reactive power in metro / A. A. Petrov, N. S. Logutenko; sci. ed. N. I. Schurov // 11 International forum on strategic technology (IFOST 2016): proc., Novosibirsk, 1–3 June 2016. – Novosibirsk: NSTU, 2016. – Pt. 2. – P. 121-123. - ISBN 978-1-5090-0853-7.

7. Petrov A. A. Hybrid system of reactive power compensation / A. A. Petrov, N. I. Shchurov, M. V. Rozhkova // The 18 international conference of young specialists on micro/nanotechnologies and electron devices, EDM 2017: proc., Altai, Erlagol, 29 June – 3 July 2017. – Novosibirsk: NSTU, 2017. – P. 533-536. - DOI: 10.1109/EDM.2017.798181

8. Petrov A.A. Reactive power compensation and high-frequency distortions correction in Metro. / A. A. Petrov, N. I. Shchurov // Advances in Engineering Research. Actual Issues of Mechanical Engineering, AIME 2017: proc., Tomsk Polytechnic University, 27– 29 July 2017. – Tomsk, 2017. – pp. 604-608 - doi:10.2991/aime-17.2017.98

9. Petrov A.A., Shurov N.I. Hybrid system of power factor correction. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 87 (2017) 032031. doi :10.1088/1755-1315/87/3/032031

10. Petrov, A.A. Improving the Quality of Electricity Metro / A. A. Petrov, N. I. Shchurov //14th International Scientific-Technical Conference on Actual Problems of Electronic Instrument Engineering, APEIE 2018 – Proceedings Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.; Novosibirsk; Russian Federation; 2-6 October 2018 p. 339-342

11. Petrov, A.A. Comparative analysis of measures to improve the quality of electricity in metro / A. A. Petrov, N. I. Shchurov //19th International Conference of Young Specialists on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices, EDM 2018; Erlagol, Altai; Russian Federation; 29 June - 3 July 2018; p. 690-693

Публикации в трудах конференций:

12. Петров А. А. К вопросу выбора компенсирующей реактивную энергию устройства для метрополитена / А. А. Петров, П. А. Бахолдин; науч. рук. В. В. Бирюков // *Фундаментальные и прикладные исследования: сб. науч. тр.* – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016. – с. 33-35.

13. Петров А.А. Совершенствование системы оперативного постоянного тока метрополитена / А.А. Петров, П.А. Бахолдин, Н.С. Логутенко // *Научный потенциал студентов и молодых ученых Новосибирской области: сб. науч. тр.* – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016. с. 137-139.

14. Petrov A. A. Reactive power in metro / A. A. Petrov, M. V. Rozhkova; sci. ed. N. I. Schurov // *Science in Progress: тез. Всерос. науч.-практ. конф. магистрантов и аспирантов.* – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016. – С. 166-168.

15. Петров А. А. Организация компенсации реактивной мощности на подстанциях метрополитена / А. А. Петров; науч. рук. Н. И. Щуров // *Наука. Технологии. Инновации: сб. науч. тр. : в 9 ч., Новосибирск, 5–9 дек. 2016 г.* – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2016. – Ч. 5. – с. 239-240.

16. Петров А. А. Совершенствование системы оперативного постоянного тока метрополитена / А. А. Петров, А.А. Абрамская М. В. Калугин; науч. рук. М.В. Калугин// *Электротехника. Электротехнология. Энергетика: в 3 ч.: сборник научных трудов VII Международной научной конференции молодых ученых.* – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2015. – с. 228-232.

17. Петров А.А. Компенсация реактивной мощности на метрополитене / А.А. Петров, Н.С. Логутенко // *Наука. Технологии. Инновации: сб. науч. тр.* – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2015. –ч.5. – с. 148-150.

На диссертацию и автореферат поступили 7 отзывов, все положительные:

1. Отзыв доктора технических наук, профессора кафедры «Электроснабжения промышленных предприятий» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» профессора **Лукутина Б.В.** – замечание связано с вопросами качества электроэнергии.

2. Отзыв кандидата технических наук, доцента кафедры «Электропривода и электрического транспорта» Федерального государственного бюджетного

образовательного учреждения высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет» **Аршинова С.А.** – замечания касаются понятий «синусоидальный и несинусоидальный» режим работы, а также понятия «неактивная энергия», помимо этого задается вопрос о типе используемых конденсаторов.

3. Отзыв доктора технических наук, заведующего кафедрой «Электрические машины и общая электротехника» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный университет путей сообщения» профессора **Харламова В.В.**, и кандидата технических наук, доцента кафедры «Электрические машины и общая электротехника» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный университет путей сообщения» доцента **Москалева Ю.В.** – замечания связаны с определением реактивной мощности и количества конденсаторных блоков в гибридном силовом фильтре, а также поставлен вопрос про известные выражения для определения математического ожидания и дисперсии и вопрос, связанный с представлением результатов принудительного охлаждения транзисторов.

4. Отзыв кандидата технических наук, старшего научного сотрудника, профессора кафедры «Горных машин и комплексов» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева» **Ефременко В.М.**, и кандидата технических наук, старшего преподавателя кафедры «Электроснабжения горных и промышленных предприятий» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева» **Непша Ф.С.** – замечания касаются граничных условий оптимизационной задачи определения параметров ГСФ, условий снятия осциллограмм, и технико-экономического эффекта от применения ГСФ в метрополитене.

5. Отзыв доктора технических наук, профессора кафедры «Электроэнергетические системы и электротехника» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет водного транспорта» **Сальникова В.Г.** и доктора

технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Электроэнергетические системы и электротехника» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет водного транспорта» **Ивановой Е.В.** – замечание касается показателей качества электроэнергии в приведенных результатах исследований.

6. Отзыв доктора технических наук, доцента, профессора кафедры «Электромеханика» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный авиационный технический университет» **Саттарова Р.Р.** – замечания связаны с определением понятий «неактивная энергия», «синусоидальный и несинусоидальный режим работы», а также с пакетом программ COMSOL Multiphysics.

7. Отзыв кандидата технических наук, доцента, и.о. заведующего кафедрой «Эксплуатация железных дорог» Красноярского института железнодорожного транспорта – филиала Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский государственный университет путей» **Лыткиной Е.М.** – замечания касаются критериев согласия для расчета выравнивающих функций и основных законов распределения случайных величин.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается известностью, наличием достижений в области силовой электроники, высокой компетентностью в сфере, связанной с исследованиями систем компенсации реактивной мощности и нелинейных искажений. Наличием публикаций в указанной области, а также возможностью дать научную оценку диссертационной работе. **Черемисин Василий Титович** – доктор технических наук, является крупным специалистом в области разработки, исследования, а также проектирования и практической реализации электротехнических систем и комплексов, связанных с передачей и распределением электрической энергии и повышением их энергоэффективности. Имеет большое количество публикаций по темам близким к диссертационной работе. **Сизганова Евгения Юрьевна** – кандидат технических наук, крупный специалист в области повышения качества электроснабжения, сфера научных интересов и тематика исследований связана с компенсацией реактивной мощности в различных электротехнических системах. **ФГБОУ ВО "Национальный исследовательский университет "МЭИ"** один из крупнейших университетов нашей

страны известный проводимыми исследованиями по вопросам исследования, проектирования и разработки функциональных систем электроснабжения электротехнических комплексов и техники, и повышением их энергетической эффективности.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана аналитическая методика расчета оптимальных значений мощностей активного силового фильтра и конденсаторной батареи в составе гибридного силового фильтра, позволяющая повысить качество решения данного класса задач для различных электротехнических систем и промышленных предприятий;

предложен нетрадиционный подход при решении задачи компенсации реактивной мощности и высокочастотных нелинейных искажений, учитывающий особенности и характер работы системы электроснабжения объектов городского электрического транспорта, в частности метрополитена;

доказана перспективность и обоснована состоятельность применения активных силовых фильтров с системой управления, построенной по принципам теорий мгновенных мощностей в задачах повышения качества электроэнергии на подстанциях метрополитена;

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано, что применение гибридных силовых фильтров позволяет не только обеспечить наиболее высокое значение коэффициента мощности электротехнического комплекса подстанции городского электрического транспорта, но и является наиболее обоснованным решением с экономической точки зрения, ведь по сравнению с активными силовыми фильтрами их стоимость на 40% меньше при равных показателях качества электроэнергии у потребителя.

применительно к проблематике диссертации результативно использованы линейно-ортогональные преобразования систем координат, положения теории вероятности и математической статистики, методы решения многокритериальных оптимизационных задач, методы численного и имитационного и физического моделирования;

изложены доказательства применимости наиболее известных теорий мгновенных мощностей, выявлены их положительные и отрицательные стороны, сделаны выводы

о целесообразности их применения в системах управления активными силовыми фильтрами в условиях работы метрополитена;

раскрыты противоречия в толковании понятий коэффициента нелинейных искажений и коэффициента гармонических искажений в отечественной и зарубежной литературе;

изучены зависимости влияния особенностей энергопотребления тяговых и нетяговых нагрузок метрополитена на показатели качества электрической энергии на подстанции;

проведена модернизация алгоритма управления гибридного силового фильтра и проанализированы режимы коррекции появившихся эффектов недо- и перекомпенсации при разработке силового фильтра.

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

разработана и внедрена: методика расчета оптимальных мощностей активного силового фильтра и блока конденсаторов в составе гибридного силового фильтра;

определены перспективы дальнейшего практического использования результатов диссертационного исследования для средств компенсации реактивной мощности и нелинейных высокочастотных искажений в виде рекомендаций, методик, математических и имитационных моделей, направленных на увеличение коэффициента мощности подстанций, что повысит энергетическую эффективность эксплуатации данных систем;

создана система практических рекомендаций по использованию разработанных технических решений построения систем компенсации реактивной мощности и нелинейных искажений, позволяющих существенно сократить сроки и повысить качество проектирования, а также эффективность таких систем;

представлены предложения по дальнейшему совершенствованию теории управления активными силовыми фильтрами с целью формирования нового вычислительного аппарата для систем управления.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

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

теория построена на известных, проверяемых данных, и согласуется с авторскими и опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации, а также на известных положениях теории вероятности, математической статистики и теоретических основ электротехники;

идея базируется на анализе и обобщении результатов применения теорий мгновенных мощностей в основе математического аппарата систем управления активными и гибридными силовыми фильтрами;

использованы сравнения авторских данных, полученных с применением разработанных математических и имитационных моделей активных и гибридных силовых фильтров с системами управления на основе теорий мгновенных мощностей, с результатами моделирования и испытаний активных силовых фильтров представленных в независимых литературных источниках;

установлено качественное и количественное совпадение результатов, полученных автором с использованием разработанных математических моделей и имитационных моделей с результатами, полученными при проведении физического эксперимента, это дает основание сделать вывод о том, что разработанные математические модели являются эффективными;

использованы современные методы сбора и обработки исходной информации, полученной в результате статистического анализа энергетических показателей объекта исследования, а также математического и имитационного моделирования, и физического эксперимента;

Личный вклад соискателя состоит: в постановке цели и задач исследования, обосновании и разработке методов их решения (совместно с Щуровым Н.И.), в проведении статистической и аналитической работы по исследованию реального состояния проблемы качества электроэнергии в метрополитене, создании математических имитационных моделей активного силового фильтра и его функциональных узлов, разработке нагрузочной установки, имитирующей работу потребителя. Также автор принимал непосредственное участие в моделировании,

расчете, проектировании, сборке и испытаниях экспериментальной установки активной силовой коррекции (совместно с Щуровым Н.И., Штангом А.А.). Автором лично разработана методика определения мощностей составных частей гибридного силового фильтра, а также решена оптимизационная задача по расчету такого фильтра для подстанции Новосибирского метрополитена. Подготовка основных публикаций на 75-80 % принадлежит лично автору. Также личный вклад автора состоит в изложении и обобщении теоретических и практических результатов работы, в проведении экспериментальных исследований, а также интерпретации полученных данных.

В целом диссертация Петрова А.А. является законченной научно-квалификационной работой, в которой, на основании выполненных автором исследований, изложены новые научно-обоснованные решения, направленные на улучшение показателей качества электроэнергии у потребителя.

Диссертационная работа обладает научной новизной и практической ценностью. По актуальности темы, объему и содержанию теоретических и экспериментальных исследований данная работа соответствует критериям, которым должна отвечать диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, установленным «Положением о присуждении ученых степеней».

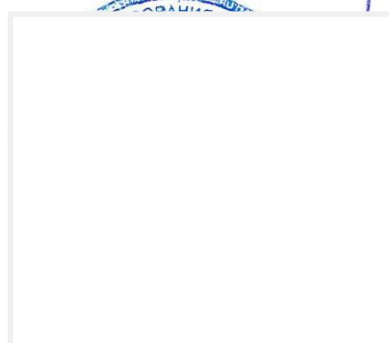
На заседании 30 января 2020 диссертационный совет принял решение присудить Петрову А.А. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 21 человека, из них 8 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 26 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту нет человек, проголосовали: за 20, против 0, недействительных бюллетеней 1.

Заместитель председателя
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета

30 января 2020 г.



С.А. Харитонов

М.А Дыбко