

Минобрнауки России  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»  
ФГБОУ ВО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова»

ВЫПИСКА ИЗ ПРОТОКОЛА  
заседания диссертационного совета Д 212.301.06  
по защите диссертаций  
на соискание ученой степени доктора наук,  
на соискание ученой степени кандидата наук

№ 3 от 19 апреля 2019 года

Председатель – председатель диссертационного совета, докт. техн. наук, профессор Афанасьев А.А.

Ученый секретарь – канд. техн. наук, доцент Руссова Н.В.

Присутствовали: 15 из 20 членов совета:

1	Афанасьев Александр Александрович	докт. техн. наук	05.09.01
2	Охоткин Григорий Петрович	докт. техн. наук	05.09.03
3	Руссова Наталия Валерьевна	канд. техн. наук	05.09.01
4	Афанасьев Анатолий Юрьевич	докт. техн. наук	05.09.01
5	Афанасьев Владимир Васильевич	докт. техн. наук	05.09.01
6	Белов Геннадий Александрович	докт. техн. наук	05.09.03
7	Булычев Александр Витальевич	докт. техн. наук	05.09.03
8	Генин Валерий Семенович	докт. техн. наук	05.09.03
9	Дмитренко Александр Михайлович	докт. техн. наук	05.09.01
10	Лямец Юрий Яковлевич	докт. техн. наук	05.09.01
11	Миронов Юрий Михайлович	докт. техн. наук	05.09.03
12	Миронова Альвина Николаевна	докт. техн. наук	05.09.03
13	Михеев Георгий Михайлович	докт. техн. наук	05.09.03
14	Свинцов Геннадий Петрович	докт. техн. наук	05.09.01
15	Славутский Леонид Анатольевич	докт. физ.-мат. наук	05.09.03

**СЛУШАЛИ:** О защите диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы на тему «Разработка и реализация методик и алгоритмов расчета по частям симметричных и несимметричных режимов систем электроснабжения» Воронова Павла Леонидовича

**РЕШИЛИ:** Присудить Воронову Павлу Леонидовичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 8 докторов наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы, участвовавших в заседании, из 20 человека, входящих в состав совета, (из них 0 человек дополнительно введены на разовую защиту), проголосовали: за присуждение учёной степени – 13; против присуждения учёной степени – 1; недействительных бюллетеней – 1.

Председатель заседания,  
председатель диссертационного совета Д  
212.301.06

А.А. Афанасьев

Ученый секретарь  
диссертационного совета Д 212.301.06

Н.В. Руссова

*Верно:*  
Ученый секретарь  
диссертационного совета Д 212.301.06  
19.04.2019 г.

Н.В. Руссова

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.301.06

на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по диссертации на соискание ученой степени кандидата (доктора) наук  
аттестационное дело №  
решение диссертационного совета от 19 апреля 2019 г. № 3

О присуждении Воронову Павлу Леонидовичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка и реализация методик и алгоритмов расчета по частям симметричных и несимметричных режимов систем электроснабжения» по специальности 05.03.09 – «Электротехнические комплексы и системы» принята к защите 08.02.2019 г., протокол № 1 диссертационным советом Д 212.301.06 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации 428015, Чувашская Республика, г. Чебоксары, Московский пр., д. 15, действующего на основании приказа Министерства образования и науки РФ № 1246/нк от 19.12.2017 г.

Соискатель Воронов Павел Леонидович, 1991 года рождения, в 2014 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», в 2018 году окончил аспирантуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова». Работает инженером второй категории отдела разработки станционного оборудования в Обществе с ограниченной ответственностью «Научно-производственное предприятие «ЭКРА».

Диссертация выполнена на кафедре «Электроснабжения и интеллектуальных электроэнергетических систем имени А.А. Федорова» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования

«Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – кандидат технических наук, Щедрин Владимир Александрович, кафедра «Электроснабжения и интеллектуальных электроэнергетических систем имени А.А. Федорова» ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», профессор.

Официальные оппоненты:

Макаров Валерий Геннадьевич, доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет» кафедра «Электропривода и электротехники», заведующий кафедрой.

Пупин Валерий Михайлович, кандидат технических наук, доцент, общество с ограниченной ответственностью «НПК Промир», управляющий проектами, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва, в своем положительном заключении, подписанном Цыруком Сергеем Александровичем – кандидатом технических наук, доцентом, заведующим кафедрой «Электроснабжения промышленных предприятий и технологий», указала, что разработанные автором математические модели, алгоритмы и программное обеспечение, получившее государственную регистрацию, реализующие расчеты электрических величин при симметричных и несимметричных режимах СЭС по частям могут быть использованы предприятиями и организациями, занимающимися проектированием эксплуатацией электрооборудования электротехнических комплексов и систем любого класса напряжений.

Соискатель имеет 35 научных работ по теме диссертации (266 с. / авторский вклад 185 с.), в том числе 5 работ опубликованы в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ, 28 публикаций в научных

изданиях, сборниках научных трудов и материалах международных, всероссийских и республиканских конференций. В публикациях представлены теоретические обоснования разработанных методик и алгоритмов анализа сложно-разветвленных СЭС по частям и приведены аналитические и числовые примеры расчетов. Наиболее значимыми работами являются:

1. Воронов, П.Л. Анализ сложных электрических систем по частям на основе свойств активного двухполюсника / П. Л. Воронов // Вестник Чувашского университета. – 2015. – №1. – С. 35-43.
2. Воронов, П.Л. Эквивалентирование и упрощение сложных электрических систем по частям при моделировании / П. Л. Воронов, В.А. Щедрин // Вестник Чувашского университета. – 2015. – №1. – С. 44-55.
3. Воронов, П.Л. Представление параметров режима электротехнических комплексов и сетей в пространственно-временной системе физических величин. / П. Л. Воронов, В.А. Щедрин // Вестник Чувашского университета. – 2016. – №3. – С. 132-148.
4. Воронов, П.Л. Расчет по частям трехфазных сетей при несимметричных и сложных видах повреждений. / П. Л. Воронов // Вестник Чувашского университета. – 2017. – №1. – С. 76-87.
5. Воронов, П.Л. Особенности применения матриц преобразования и уравнений связи при анализе несимметричных повреждений / П.Л. Воронов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Энергетика». – 2018. – Т. 18. – № 1. – С. 27-37.

В диссертационной работе П.Л. Воронова отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных работах, в которых изложены основные научные результаты исследования.

На автореферат поступило 11 положительных отзывов, в которых содержатся следующие основные замечания:

1. Вайнштейн Р. А., д.т.н., профессор, профессор-консультант отделения электроэнергетики и электротехники ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»: «Не ясно как в расчетной модели учитывалась реакция контура возбуждения и демпферных контуров генераторов, так, как только при их учете возможно определение периодической составляющей токов короткого замыкания в различные моменты времени»

2. Васильев Д. С., к.т.н., начальник отдела РЗА ООО «НПП Бреслер»: «Не ясно сравнивались ли результаты расчетов электромагнитных переходных процессов методом диакоптики с аналогичными расчетами для не расчлененных систем на существующих программно-вычислительных комплексах. Какова оценка таких сравнений?»»

3. Вахнина В. В., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Электроснабжение и электротехника» ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет»: «Из автореферата не ясно, позволяет ли разработанная методика упрощения и эквивалентирования сложно-разветвленных сетей тензорно-топологическим методом сократить машинное время расчетов функционирования СЭС при симметричных и несимметричных режимах?»»

4. Власов А. Б., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой электрооборудования судов ФГБОУ ВО «Мурманский государственный технический университет»: «Непонятен смысл выражения, в котором автор называет электромагнитное поле «невидимым»»»

5. Грачева Е. И., д.т.н., профессор кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий» ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»: «В тексте автореферата не указывается, для электрических сетей каких напряжений и для каких систем электроснабжения приведена схема топологической модели на рисунке 1»»

6. Егорова М. С., к.т.н., начальник службы электрических режимов Центра управления сетями Филиала «Мариэнерго» ПАО «МРСК Центра и Приволжья»: «Из автореферата не ясны рекомендации по реконструкции функционирующих котельных централизованного теплоснабжения в других городах республики и не раскрыты проблемы, возникающие при присоединении новых источников генерации, их влияние на энергосистему»»

7. Кужеков С. Л., д.т.н., профессор, профессор кафедры электрических станций и электроэнергетических систем ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М. И. Платова»: «Методы расчёта токов КЗ в России стандартизованы и при возможности пренебрежения токами нагрузки

обеспечивают приемлемую для практики точность. Однако в автореферате нет сведений о преимуществах предлагаемого автором метода перед стандартными, которые не требуют высокого уровня абстракции»

8. Куликов А. Л., д.т.н., доцент, профессор кафедры «Электроэнергетика, электроснабжение и силовая электроника» ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева»: «Из автореферата не понятно, каким образом можно применить предлагаемые алгоритмы и методики к системам электроснабжения с элементами силовой электроники, реализующими нелинейные преобразования токов и напряжений?»

9. Немировский А. Е., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой электрооборудования ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет», Никифоров В. Е., старший преподаватель кафедры электрооборудования ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет»: «В выводах отсутствует информация экономического эффекта или сравнительный анализ технико-экономических показателей от внедрения данной разработки»

10. Сарбуков А. В., генеральный директор ООО «Энергоавтоматика» (г. Москва): «В автореферате не приводятся конкретные примеры построения эквивалентов, представляющих миниатюрные копии сложных систем со стороны разрезаемых ветвей. Поэтому возникает вопрос о процедуре параметрического эквивалентирования систем методом диакоптики. Что дает сохранение всех или части узлов оригинала?»

11. Трофимов А. В. к.т.н., доцент кафедры «Электрические станции» ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ»: «Всегда ли справедлив метод симметричных составляющих и когда необходимо обращаться к фазным координатам для мгновенных значений?»

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью своими достижениями в области анализа режимов работы электротехнических комплексов и систем электроснабжения.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований разработаны новые методики и алгоритмы аналитического и численного анализа сложно-разветвленных систем электроснабжения по частям на основе

использования тензорно-топологического метода и теории ортогональных сетей, позволяющие проводить расчеты стационарных, аварийных и послеаварийных режимов, а также токов и напряжений при симметричных и несимметричных коротких замыканиях, и сложных видах повреждений; два алгоритма расчета систем электроснабжения путем расчленения их схем замещения на связанные или изолированные подсхемы, реализованные на ЭВМ. Предложены двухмерная топологическая модель ортогональной сети, раскрывающая свойство двойственности между геометрической конфигурацией и параметрами режима систем электроснабжения, а также топологические свойства сингулярных и несингулярных матриц преобразования, математические модели электрических сетей и идеализированных синхронных машин, работающих параллельно с сетью, в вещественных и комплексных неподвижных и вращающихся системах координат с помощью тензорных преобразований. Доказана идентичность решения сложных систем по частям с решением уравнений ортогональной сети и целесообразность анализа и расчета переходных режимов сложных систем в комплексных системах координат. Введены три тензора, с помощью которых может быть рассчитана по частям любая исследуемая система электроснабжения путем расчленения ее схемы замещения на связанные или изолированные подсхемы.

Теоретическая значимость проведенного исследования основывается тем, что доказана перспективность использования разработанных методик анализа и расчета сложных систем электроснабжения по частям. Доказанные положения расширяют представления о возможности применения тензорно-топологического метода к анализу систем электроснабжения, позволяющего ассоциировать множество систем, состоящих из одних и тех же элементов (подсистем), соединенных различным образом, как производные от некоторой одной «элементарной» системы, уравнения и решения которой наиболее просты или ранее найдены. Применительно к проблематике диссертации результативно (то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы методы теоретических основ электротехники, топологии, тензорного матричного анализа, а также числовых методов и приемов функционального программирования. Изложены результаты моделирования и

расчета установившихся режимов работы электрических систем со многими генераторами с учетом явнополюсности и углов положения продольной оси роторов машин относительно синхронно вращающегося вектора системы, раскрыты особенности процедур объединения уравнений машин и сетей по правилам тензорных преобразований, изучены факторы, влияющие на характер переходных процессов в режимах качаний и выпадения из синхронизма, проведена модернизация методики определения параметров машин и элементов распределительных сетей во вращающихся системах координат.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что разработано и внедрено программное обеспечение для расчета режимов работы систем электроснабжения. Определены перспективы использования полученных результатов предприятиями и организациями, занимающимися проектированием и эксплуатацией электрооборудования электротехнических комплексов и систем, создана модель эквивалентирования и упрощения сложно-разветвленных систем электроснабжения, обеспечивающая инвариантность мощности, сохранение узлов подключения генераторов и мощных двигателей, участвующих в подпитке мест повреждения, которая может быть использована при вычислении собственных значений уравнений, определяющих характер свободных процессов, представлены рекомендации по использованию разработанных методик, алгоритмов расчета и дополнительных процедур позволяющих непосредственно формировать матрицы объединения решений подсистем и исключаящих операции составления и перемножения матриц преобразования, а также процедур параметрического эквивалентирования и упрощения сложных систем электроснабжения. Оценка достоверности результатов исследования выявила, что они согласуются с известными экспериментальными и теоретическими данными в характерных режимах, теория построена на корректном использовании моделей элементов, математического аппарата, известных, проверяемых данных и не противоречит опубликованным теоретическим и экспериментальным данным по теме диссертации. Идея базируется на анализе электромагнитных переходных процессов в системах электроснабжения,



использовано сравнение авторских данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике. Установлено качественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике, использованы современные методики сбора и обработки исходной информации.

Личный вклад соискателя состоит в разработке численных алгоритмов, моделей, программного обеспечения, самостоятельной подготовке материалов для публикации, в докладе материалов исследования на различных научно-практических конференциях.

Диссертационная работа Воронова Павла Леонидовича «Разработка и реализация методик и алгоритмов расчета по частям симметричных и несимметричных режимов систем электроснабжения» является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, имеющей значение для развития электроэнергетической отрасли. Исследование Воронова П.Л. соответствует критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней.

На заседании 19.04.2019 г. диссертационный совет принял решение присудить Воронову П.Л. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 8 докторов наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих состав совета, (из них 0 человек дополнительно введены на разовую защиту), проголосовали: за присуждение учёной степени – 13; против присуждения учёной степени – 1; недействительных бюллетеней – 1.

Председатель

Диссертационного совета

Афанасьев Александр Александрович

Ученый секретарь

диссертационного совета

Руссова Наталия Валерьевна

19 апреля 2019 г.