

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.099.07, созданного на
базе федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования «Сибирский федеральный университет»,
Министерства образования и науки Российской Федерации
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от **23.10.2019**г. №**41**

О присуждении Осипову Дмитрию Сергеевичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени доктора технических наук.

Диссертация «Модели и методы вейвлет анализа несинусоидальных нестационарных режимов электрических сетей 0,4–110 кВ» по специальности 05.14.02 – «Электрические станции и электроэнергетические системы» принята к защите 26.06.2019(протокол №41.2)диссертационным советом Д 212.099.07, созданным на базе ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Министерства образования и науки Российской Федерации, 660041, пр.Свободный, 79, г. Красноярск. Приказ о создании диссертационного совета Д 212.099.07 № 714/нк от 02.11.2012 г.

Соискатель Осипов Дмитрий Сергеевич, 1980 года рождения, в 2006 году защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему «Учет нагрева токоведущих частей в расчетах потерь мощности и электроэнергии при несинусоидальных режимах систем электроснабжения» (специальность 05.14.02 – «Электрические станции и электроэнергетические системы») в диссертационном совете К 212.178.05, созданном на базе государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Омский государственный технический университет». Работает в должности доцента кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий» в ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Работа выполнена на кафедре «Электроснабжение промышленных предприятий» ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный консультант – Горюнов Владимир Николаевич, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет», кафедра «Электроснабжение промышленных предприятий», профессор.

Официальные оппоненты: Абрамович Борис Николаевич – доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет», кафедра электроэнергетики и электромеханики, профессор кафедры; Бердин Александр Сергеевич – доктор технических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», кафедра автоматизированных электрических систем, профессор кафедры; Манусов Вадим Зиновьевич – доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», кафедра систем электроснабжения предприятий, профессор кафедры – дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск, в своём положительном заключении, подписанном Гусевым Александром Сергеевичем, доктором технических наук, профессором, профессором отделения электроэнергетики и электротехники инженерной школы энергетики, Иващутенко Александром Сергеевичем, кандидатом технических наук, доцентом, и.о. руководителя Отделения электроэнергетики и электротехники инженерной школы энергетики, и утвержденном Степановым Игорем Борисовичем, доктором технических наук, проректором по научной работе и инновациям, указала, что диссертация удовлетворяет требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней» постановления Правительства Российской Федерации №842 от 24.09.2013 г.

Соискатель имеет по теме диссертации 61 опубликованную работу, из них в рецензируемых научных изданиях – **44**. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах. В публикациях, включенных в список основных по теме диссертации и подготовленных в соавторстве, вклад диссертанта оценивается до 50–75 %. Наиболее значительные работы:

1. Development of conductive parts power losses calculation method in case of interharmonics / D.S. Osipov, V.N. Goryunov, L.A. Faifer, B.Yu. Kisselyov, N.N. Dolgikh // **Przegląd Elektrotechniczny**, 2017, NR 6. P. 146-149 URL: <http://pe.org.pl/articles/2017/6/33.pdf> DOI: 10.15199/48.2017.06.33.

2. Applications of wavelet transform for analysis of electrical transients in power systems: The Review / D.S. Osipov, A.G. Lyutarevich, R.A. Gapirov, V.N. Gorunov, A.A. Bubenchikov // **Przegląd Elektrotechniczny**, 2016, NR 4. P. 162-165 URL: <http://pe.org.pl/articles/2016/4/35.pdf> DOI:10.15199/48.2016.04.35.

3. Разработка критерия выбора оптимального типа материнского вейвлета в задаче расчета активной и реактивной мощности систем электроснабжения / Д. С. Осипов // **Омский научный вестник**. – 2018. – № 6 (162). – С. 71–75.

4. Расчет резонансных режимов систем электроснабжения и разработка мероприятий по фильтрации высших гармоник / В.А. Ощепков, Д.С. Осипов, Д.В.Коваленко, Б.Ю.Киселёв // **Промышленная энергетика**. – 2018. – № 9. – С. 10–16.

5. Применение пакетного вейвлет-преобразования для определения составляющих мощности при несинусоидальных режимах / Л.А.Файфер, Д.С. Осипов, Е.Н. Ерёмин, Н.Н. Долгих // **Вестник Иркутского государственного технического университета**. – 2016. – № 8 (115). – С. 136–145.

6. Применение вейвлет-преобразования для частотной декомпозиции токов нулевой последовательности при однофазном замыкании на землю в сетях с изолированной нейтралью / А.А. Ляшков, Д.С. Осипов, Д.С. Сатпаев, Н.Н. Долгих, А.Я. Бигун // **Омский научный вестник**. – 2016. – № 4 (148). – С. 56–61.

7. Расчет потерь мощности в элементах системы электроснабжения с учётом высших гармоник и зависимости сопротивлений токоведущих частей от температуры / Р.А. Гапиров, Д.С. Осипов // **Промышленная энергетика**. – 2015. – № 1. – С. 16–21.

8. Разработка методики расчёта нестационарных тепловых процессов при несинусоидальных режимах систем электроснабжения / Р.А. Гапиров, Д.С. Осипов, Е.Н. Ерёмин // **Электро. Электротехника, энергоэнергетика, электротехническая промышленность**. – 2014. – № 1. – С. 35–40.

На автореферат поступило 14 отзывов: **1.**Бекиров Э.А. – д-р техн. наук, проф., «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского» *с 1 замечанием*; **2.**Емельянов Н.И. – канд. техн. наук, ООО «Болид» (г. Новосибирск) *с 2 замечаниями*; **3.**Зацепина В.И. – д-р техн. наук, проф., ЛГТУ (г. Липецк) *с 2 замечаниями*; **4.** Иванова Е.В. – д-р техн. наук, проф. и Сальников В.Г. – д-р техн. наук, проф., СГУВТ (г. Новосибирск) *с 2 замечаниями*; **5.** Крюков А.В. – д-р техн. наук, проф., ФГБОУ ВО ИрГТУ (г. Иркутск) *с 4 замечаниями*; **6.**Ли В.Н. – д-р техн. наук, проф., ДВГУПС (г. Хабаровск) *с 4 замечаниями*; **7.** Новожилов А.Н. – д-р техн. наук, проф., ПГУ им. С.Торайгырова (Республика Казахстан, г. Павлодар) *с 3 замечаниями*; **8.**Михалев С.В. – канд. техн. наук ООО «НТЦ «Механотроника» (г. Санкт-Петербург) *с 3 замечаниями*; **9.** Русина А.Г. – д-р техн. наук, доц., НГТУ (г. Новосибирск) *с 7 замечаниями*; **10.** Рыжкова Е.Н. – д-р техн. наук, проф., ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» (г. Москва) *с 3 замечаниями*; **11.** Сушков В.В. – д-р техн. наук, проф., ТИУ (г. Тюмень) *с 3 замечаниями*; **12.** Усачев А.Е. – д-р физ-мат. наук, проф., КГЭУ (г. Казань) *без замечаний*; **13.** Чижма С.Н. – д-р техн. наук, доц., БФУ им. И. Канта» (г. Калининград) *с 3 замечаниями*; **14.** Шуин В.А. – д-р техн. наук, проф., ИГЭУ (г. Иваново) *с 7 замечаниями*.

Все отзывы положительные, критические замечания сводятся к следующему: необходимость уточнения частоты дискретизации, ширины окна и задержек времени при организации передачи потока информации об изменениях режима электрической сети с помощью вейвлет теории в режиме реального времени; необходимость уточнения влияния модернизации алгоритмов функционирования защит от однофазных замыканий на основные свойства – селективность и устойчивость функционирования; необходимость оценки количества операций и загрузки процессора терминала РЗА или микропроцессорных приборов, которые будут использовать предлагаемые алгоритмы вейвлет преобразования.

Остальные замечания имеют рекомендательный характер и не содержат возражений, касающихся научной новизны, основных результатов, выносимых на защиту и значения для теории и практики.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается сферой их научных интересов и широко известными результатами деятельно-

сти в области разработки методов контроля и анализа качества электроэнергии, разработки методов расчета установившихся режимов, переходных процессов и устойчивости электроэнергетических систем, что подтверждается их научными и учебно-методическими публикациями.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований: **разработана** новая научная концепция гармонического анализа переходных и установившихся режимов электрических сетей, анализа показателей качества электрической энергии на основе теории вейвлет преобразования; **предложен** нетрадиционный подход для идентификации, анализа и расчета интергармоник, как показателя качества электрической энергии, на основе вейвлет преобразования; **доказана** перспективность применения алгоритмов вейвлет преобразования для: анализа режимов электроэнергетических систем, где необходима фиксация локальных особенностей нестационарных сигналов (внутренние и внешние перенапряжения, коммутационные броски тока); развития систем контроля и учета электропотребления и качества электроэнергии с применением алгоритмов сжатия и удалённого восстановления данных.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что: **доказаны** теоретические положения, совокупность которых представляет научное достижение, развивающее теорию и практику гармонического анализа вейвлет преобразования нестационарных несинусоидальных режимов электроэнергетических систем; применительно к проблематике диссертации эффективно, с получением обладающих научной новизной результатов **использован** комплекс существующих методов гармонического анализа режимов работы электрических сетей, численных методов расчета переходных процессов и комплекс методов вейвлет преобразования; **изложены** положения теории непрерывного, дискретного и пакетного вейвлет преобразования применительно к анализу установившихся и переходных процессов электроэнергетических систем; научно-обоснованные методологические рекомендации применения пакетного вейвлет преобразования при использовании ЭВМ для решения задач в электроэнергетике; **раскрыты** существующие противоречия применяемых подходов к анализу интергармоник в электрических сетях, показана перспективность практического использования вейвлет преобразования для расчета уста-

новившихся и переходных режимов электрических сетей при наличии электроприёмников с нелинейной вольт-амперной характеристикой; **изучены** внутренние противоречия между действующей нормативной документацией, регламентирующей показатели качества электроэнергии в части усреднения результатов измерений, и методами оконного преобразования Фурье при анализе нестационарных несинусоидальных режимов электрических сетей; **проведена модернизация** существующих рекурсивных численных методов расчета переходных процессов в цепях переменного и постоянного тока, что обеспечивает получение новых результатов в виде ряда дискретных вейвлет коэффициентов вынуждающей силы и тока переходного процесса; существующих алгоритмов функционирования токовых защит относительно замера высших гармоник от однофазных замыканий на землю, которая, в отличие от ранее известных алгоритмов, определяет энергию спектра ВГ через аппарат вейвлет преобразования, при этом поврежденная линия устанавливается по максимальной энергии спектра вейвлет коэффициентов, локализирующих высшие гармоники.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что: **разработаны и внедрены** на шести предприятиях электроэнергетической отрасли Западной Сибири программно-технические реализации разработанных методов и моделей анализа устойчивости узлов нагрузок, переходных процессов и качества электроэнергии на основе математического аппарата вейвлет анализа; методы расчета потерь в электрических сетях при несинусоидальных режимах, реализованные в программном продукте Matlab, внедрены в образовательный процесс подготовки бакалавров, магистров и аспирантов; **определены** пределы и перспективы практического использования вейвлет преобразования при расчете переходных процессов, организации алгоритмов релейной защиты, анализа показателей качества электроэнергии, сжатии потока данных для цифровизации электроэнергетики; **созданы** модель эффективного применения вейвлет преобразования для обработки и передачи цифрового потока мгновенных значений токов и напряжений, характеризующих режим работы электрической сети; система практических рекомендаций по выбору оптимальной вейвлет функции, дерева и глубины вейвлет разложения потока значений токов и напряжений в задачах расче-

та и моделирования несинусоидальных нестационарных режимов электроэнергетических систем и сетей; **представлены** новые научно обоснованные методологические рекомендации по обработке информативных параметров нестационарных режимов электрических сетей для цифровизации электроэнергетических систем с целью обеспечения надежного и экономичного функционирования.

Оценка достоверности результатов исследования выявила: **для экспериментальных работ** результаты получены на сертифицированном оборудовании измерения показателей качества электроэнергии, внесенном в госреестр и прошедшим метрологическую поверку в установленном порядке; физические измерения показателей качества электроэнергии производились в соответствии с действующим ГОСТ, устанавливающим требования по проведению контроля качества электроэнергии; сходимость полученных результатов с нормативной документацией, регламентирующей показатели качества электроэнергии; **теория** построена на известных, проверяемых данных и применении общенаучных методов и методов гармонического анализа в энергетике, а также на применении основных положений и апробированных методов вейвлет анализа; сходимость базовых моделей, используемых в работе, доказана применением формального математического аппарата; **идея базируется** на обобщении передового опыта применения вейвлет преобразования в физике и математике для анализа сигналов, когда результаты анализа должны содержать не только общую частотную характеристику сигнала, но и сведения об определённых локальных координатах, на которых зафиксированы те или иные группы частотных составляющих; **использованы** сравнения авторских данных и данных, опубликованных в научных трудах известных специалистов в области определения дополнительных потерь в токоведущих частях, обусловленных высшими гармониками и интергармониками при учете зависимости сопротивления от температуры; **установлено** качественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в публикациях, научных и справочных изданиях и независимых источниках по данной тематике; **использованы** современные методики сбора и обработки исходной информации наблюдения и измерения отклонений от допустимого уровня показателей качества электроэнергии в питающих и распре-

делительных электрических сетях; выводы об эффективности предложенных алгоритмов подтверждаются достаточным объемом вычислительных экспериментов.

Личный вклад соискателя состоит в участии на всех этапах процесса: постановке цели и задач работы, разработке математических моделей, получения и обработки результатов физических измерений показателей качества электроэнергии на промышленных предприятиях и гражданских объектах, а также проведении расчетных экспериментов на предприятиях электроэнергетической отрасли, в анализе расчетно-экспериментальных данных и сопоставлении их с результатами численных экспериментов, в разработке и формировании выводов и рекомендаций по диссертации в целом и подготовке публикаций по теме диссертации.

Диссертация удовлетворяет требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», представляет собой законченную научно-квалификационную работу, совокупность результатов которой представляет научное достижение, развивающее теорию и практику гармонического анализа вейвлет преобразования нестационарных несинусоидальных режимов электроэнергетических систем, имеющее существенное значение для развития цифровых технологий в электроэнергетических системах, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие электроэнергетики.

На заседании 23.10.2019 года диссертационный совет принял решение присудить Осипову Д.С. учёную степень доктора технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 5 докторов наук по специальности 05.14.02 – электрические станции и электроэнергетические системы, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 17, против – нет, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель
диссертационного совета

Учёный секретарь
диссертационного совета



 Пантелеев Василий Иванович

 Сизганова Евгения Юрьевна

«23» октября 2019 г.