«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО «Ивановский государственный
энергетический университет
имени В.И. Ленина»
доктор технических наук, профессор
Валентинович

19 2022 г.

В Ы П И С К А

из протокола № 6 расширенного заседания кафедры
«Теоретические основы электротехники и электротехнологии» (ТОЭЭ)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Ивановский государственный энергетический
университет имени В.И. Ленина» от 28 февраля 2022 года

Повестка дня:

обсуждение диссертационной работы **Снитько Ирины Сергеевны**
на тему «Разработка методики расширенного поверочного расчета
в САПР силовых трансформаторов на базе имитационных моделей»
на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
05.13.12 – Системы автоматизации проектирования (электротехника, энергетика)

На заседании присутствовали:

от кафедры «Теоретические основы электротехники и электротехнологии» (ТОЭЭ):

1. Тихов М.Е., зав. кафедрой, канд. техн. наук, доцент (спец. 05.14.12, 05.14.04);
2. Голубев А.Н., д-р техн. наук, профессор (член дисс. совета Д 212.064.02 по спец. 05.09.03);
3. Марков М.Г., канд. техн. наук, доцент (спец. 05.11.05);
4. Алейников А.В., старший преподаватель;
5. Баженов В.С., старший преподаватель;
6. Карачев В.Д., старший преподаватель.

от кафедры «Программное обеспечение компьютерных систем» (ПОКС):

7. Косяков С.В., зав. кафедрой, д-р техн. наук, профессор (член дисс. совета Д 212.064.02 по спец. 05.13.12);

8. Пантелеев Е.Р., д-р техн. наук, профессор (член дисс. совета Д 212.064.02 по спец. 05.13.12);
9. Игнатьев Е.Б., канд. техн. наук (спец. 05.13.12), доцент.

от кафедры «Автоматизация технологических процессов» (АТП):

10. Тютиков В. В., зав. кафедрой, д-р техн. наук, профессор, проректор по научной работе (зам. председателя дисс. совета Д 212.064.02);

от кафедры «Электромеханика» (ЭМ):

11. Нестеров С.А, и.о.зав. кафедрой, канд. техн. наук, доцент (спец. 05.09.01);
12. Казаков Ю.Б., д-р техн. наук, профессор (член дисс. совета Д 212.064.02);

от кафедры «Физика»:

13. Тихонов А.И., зав. кафедрой, д-р техн. наук (член дисс. совета Д 212.064.02, спец. 05.13.12), профессор;

от кафедры «Безопасности жизнедеятельности»:

14. Еремин И.В., старший преподаватель.

Председатель заседания – заведующий кафедрой ТОЭЭ, канд. техн. наук, доцент Тихов М.Е.

Секретарь – старший преподаватель кафедры ТОЭЭ Алейников А.В.

Рецензенты: профессор кафедры ПОКС, д-р техн. наук, профессор Пантелеев Е.Р.; доцент кафедры ТОЭЭ, канд. техн. наук, доцент Сайкин М.С.

СЛУШАЛИ: доклад **Снитько Ирины Сергеевны** по подготовленной к защите диссертации на соискание учёной степени кандидата технических наук на тему: «Разработка методики расширенного поверочного расчета в САПР силовых трансформаторов на базе имитационных моделей» по специальности 05.13.12 – Системы автоматизации проектирования (электротехника, энергетика).

Научный руководитель – д-р техн. наук, проф. Тихонов Андрей Ильич.

Вопросы по докладу задавали: д-р техн. наук, профессор Тютиков В.В.; д-р техн. наук, профессор Косяков С. В.; д-р техн. наук, профессор Пантелеев Е. Р.; д-р техн. наук, профессор Казаков Ю.Б.; д-р техн. наук, профессор Голубев А.Н.; канд. техн. наук, доцент Игнатьев Е.Б.

На поставленные вопросы соискателем были даны убедительные ответы.

С поддержкой работы выступили:

Рецензент д-р техн. наук, профессор Пантелеев Е.Р. на основе представленных диссертации и доклада соискателя отметил актуальность проблемы, решаемой

в диссертации, для развития конкурентоспособности малых и средних предприятий трансформаторостроения.

Научную новизну, по мнению рецензента, имеют: предложенная методика расчета параметров короткого замыкания силового трансформатора, основанная на моделировании магнитного поля, позволяющая строить уточненные имитационные модели трансформаторов, имитационная модель силового трансформатора с возможностью учета взаимных индуктивностей по полям вне магнитной системы, обеспечивающая повышенную точность расчета переходных нормальных и аварийных режимов, в том числе и с учетом возможной несимметрии, способная интегрироваться в подсистему уточненного поверочного расчета в составе САПР силового трансформатора.

Практическая ценность работы заключается в том, что полученные результаты могут эффективно применяться при проектировании силовых трансформаторов на этапе уточненных поверочных расчетов, в первую очередь, представителями малого и среднего бизнеса для модельной проверки проектируемого трансформатора.

Рецензентом даны также замечания и предложения по содержанию диссертации и автореферата, которые необходимо учесть до представления диссертации к защите.

Рецензент канд. техн. наук, доцент Сайкин М.С. также отметил актуальность проблемы, решаемой в диссертации. Рецензент акцентировал, что уточненный расчет параметров силовых трансформаторов, а также создание имитационных моделей на основе этих параметров является особенно актуальным в плане цифровизации энергетической отрасли экономики.

Положения научной новизны, защищаемые в диссертации, по мнению рецензента не вызывают сомнений. Особый интерес, по мнению рецензента, вызывает подсистема уточненного поверочного расчета силового трансформатора, позволяющая на этапе поверочных расчетов анализировать возможные режимы работы силового трансформатора, а также оценивать соответствие полученного трансформатора исходному проекту. Интересна также и методика исследования влияния параметров силового трансформатора на работу электрической сети в установившихся и переходных режимах, основанная на имитационных моделях расчета установившихся и переходных режимов работы силовых трансформаторов.

Рецензент отметил ряд замечаний, касающихся выводов по главам и заключения.

В целом, **по мнению рецензентов**, диссертация Снитько Ирины Сергеевны на тему «Разработка методики расширенного поверочного расчета в САПР силовых трансформаторов на базе имитационных моделей» соответствует критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, установленным пп. 9–14 Положе-

ния о присуждении учёных степеней, утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 и является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований получено решение задачи, имеющей существенное значение для развития методов автоматизации проектирования силовых трансформаторов.

Постановили:

1. Считать, что представленная Снитько Ириной Сергеевной диссертационная работа на тему «Разработка методики расширенного поверочного расчета в САПР силовых трансформаторов на базе имитационных моделей», обобщает самостоятельные исследования автора и является завершённым научным трудом, выполненным на актуальную тему по специальности 05.13.12 – Системы автоматизации проектирования (электротехника, энергетика).

2. Рекомендовать диссертационную работу Снитько Ирины Сергеевны на тему «Разработка методики расширенного поверочного расчета в САПР силовых трансформаторов на базе имитационных моделей» к защите в диссертационном совете Д 212.064.12, созданном при ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» (ИГЭУ).

3. Утвердить заключение расширенного заседания кафедры «Теоретические основы электротехники и электротехнологии» ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» по диссертационной работе Снитько И.С.

ГОЛОСОВАЛИ: за – единогласно.

Председатель заседания,
заведующий кафедрой «Теоретические основы электротехники и электротехнологии»
кандидат технических наук, доцент — Тихов Максим Евгеньевич

Секретарь заседания,
старший преподаватель кафедры ТОЭ — Алейников Алексей Владимирович

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО «Ивановский государственный
энергетический университет
имени В.И. Ленина»
х наук, профессор
р Валентинович

« 7 » марта 2022 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Ивановский государственный энергетический университет
имени В.И. Ленина»

Диссертация «Разработка методики расширенного поверочного расчета в САПР силовых трансформаторов на базе имитационных моделей» выполнена на кафедре «Теоретические основы электротехники и электротехнологии» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина».

В период подготовки диссертации соискатель Снитько Ирина Сергеевна работала в ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в должностях ассистента и старшего преподавателя кафедры «Теоретические основы электротехники и электротехнологии».

В 2011 году закончила ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» (ИГЭУ) по специальности «Электроэнергетические системы и сети», в 2012 году поступила в заочную аспирантуру ИГЭУ по направлению «Электростанции и электроэнергетические системы».

Кандидатские экзамены по специальности 05.13.12 – Системы автоматизации проектирования (электротехника и энергетика) сданы в 2022 г. в ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Физика» ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» Тихонов Андрей Ильич.

По результатам рассмотрения диссертации «Разработка методики расширенного поверочного расчета в САПР силовых трансформаторов на базе имитационных моделей» принято следующее ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

ОЦЕНКА ВЫПОЛНЕННОЙ РАБОТЫ

Диссертация Снитько Ирины Сергеевны на тему «Разработка методики расширенного поверочного расчета в САПР силовых трансформаторов на базе имитационных моделей» соответствует критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, установленным п. 7 Положения о порядке присуждения учёных степеней, утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации от 30 января 2002 г. № 74 (в редакции Постановления Правительства Российской Федерации от 20 июня 2011 г. № 475) и является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований получено решение задачи, имеющей существенное значение для развития методов автоматизации проектирования силовых трансформаторов.

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ ДИССЕРТАЦИИ

Тенденции развития энергетической отрасли диктуют необходимость расчета, анализа и прогнозирования режимов работы участков электрических сетей в установившихся и переходных нормальных и аварийных режимах работы, в том числе и с учетом возможной несимметрии. Т.к. основным оборудованием распределительных сетей являются силовые трансформаторы, их параметры во многом определяют режимы работы всей сети.

Точный расчет параметров трансформатора в настоящее время связывают с моделями магнитного поля. Для этих целей используются системы инженерного анализа.

Существенное влияние на работу сети оказывает такой параметр трансформатора, как напряжение короткого замыкания, который во многом определяется характером магнитных полей вне магнитопровода. Как показывают исследования, традиционные схемы замещения трансформатора, не учитывающие взаимного влияния полей вне магнитной системы, неточно описывают его работу в переходных несимметричных и аварийных режимах. Наибольшие проблемы возникают при моделировании многообмоточных трансформаторов.

Особенно актуален вопрос определения параметров силового трансформатора на этапе проектирования с целью моделирования его возможных режимов работы и оценки поведения устройства в этих режимах работы. В настоящее время си-

стемы автоматизированного проектирования строятся по модульному принципу, что предполагает дополнение существующей САПР подсистемами, расширяющими ее функционал. С целью анализа возможных режимов работы актуальной является задача по разработке подсистемы уточненного поверочного расчета в состав САПР силовых трансформаторов.

ЛИЧНОЕ УЧАСТИЕ АВТОРА В ПОЛУЧЕНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ, ИЗЛОЖЕННЫХ В ДИССЕРТАЦИИ

Общая постановка проблемы автоматизации проектирования силовых трансформаторов принадлежит научному руководителю соискателя доктору технических наук, профессору А.И. Тихонову. Соискателем лично разработаны методики расчета параметров короткого замыкания СТ на этапе проектирования СТ, учитывающей взаимное влияние полей вне магнитной системы, имитационной модели СТ с учетом матрицы индуктивностей обмоток, модели установившихся симметричных, несимметричных и аварийных режимов работы СТ в составе ЭС, методики исследования влияния параметров СТ на работу электрической сети в переходных симметричных, несимметричных и аварийных режимах, в разработке структуры подсистемы уточненного расчета параметров короткого замыкания в составе подсистемы поверочного расчета САПР СТ, в участии в разработке и отладке программного обеспечения подсистемы поверочного расчета САПР СТ, в частности, параметрического генератора модели полей вне магнитопровода СТ, подсистемы расчета матрицы индуктивностей, в том числе с использованием аналитической модели полей вне магнитной системы, в проведении численных исследований на пред-мет корректности допущений, принятых в полевых моделях, в проведении экспериментальных исследований на основе натурных экспериментов на реальных трансформаторах в целях апробации разработанных моделей.

СТЕПЕНЬ ДОСТОВЕРНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОВЕДЁННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Достоверность основных научных положений и выводов работы подтверждается сравнением результатов расчета с результатами, полученными на апробированных моделях и в натурных экспериментах.

Обоснованность научных результатов подтверждается корректным использованием математического аппарата, адекватного решаемым задачам.

НОВИЗНА И ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ РАБОТЫ

Автором на основе выполненного систематизированного исследования про-

цесса автоматизированного проектирования силовых трансформаторов получены следующие **новые научные результаты**.

1. Предложена методика расширенного поверочного расчета в САПР силовых трансформаторов, отличающаяся использованием уточненных имитационных моделей, позволяющих уже на стадии проектирования анализировать особенности работы проектируемого устройства в установившихся и переходных нормальных и аварийных режимах с учетом параметров электрической сети, в том числе и с учетом возможной несимметрии.

2. Сформулирована методика расчета параметров короткого замыкания силовых трансформаторов при его проектировании на основе результатов моделирования магнитного поля, отличающаяся наличием возможности учета взаимного влияния полей обмоток трансформатора вне магнитной системы, позволяющая строить уточненные имитационные модели трансформаторов.

3. Разработана имитационная модель силового трансформатора, отличающаяся возможностью учета взаимных индуктивностей полей вне магнитной системы, обеспечивающего повышенную точность расчета переходных, в том числе аварийных, режимов работы трансформатора.

4. Создана математическая модель расчета установившихся симметричных и несимметричных (в том числе и аварийных) режимов работы силовых трансформаторов, отличающаяся учетом индуктивностей полей вне магнитной системы и нелинейных параметров магнитной системы трансформатора.

Практическая значимость работы состоит в следующем.

1. С использованием табличного процессора Microsoft Excel, математических пакетов MATLAB, а также с использованием библиотеки моделирования магнитного поля EMLib разработаны параметрический генератор конечно-элементной модели для расчета полей вне магнитной системы силовых трансформаторов, модуль расчета матрицы индуктивностей, имитационная модель силовых трансформаторов, которая может быть интегрирована в модель произвольных электрических сетей, а также подсистема расширенного поверочного расчета в составе САПР силовых трансформаторов.

2. Разработанные программные средства внедрены в учебный процесс в ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В. И. Ленина» (ИГЭУ) и используются при изучении курса «Матричные методы расчета стационарных режимов нелинейных электрических и магнитных цепей», на кафедре теоретических основ электротехники и электротехнологии.

3. Также разработанная подсистема расширенных поверочных расчетов в составе САПР силовых трансформаторов внедрена на заводы ООО «Трансформер» (г. Подольск) и ООО «НПК «АВТОПРИБОР» (г. Владимир).

4. Подана заявка на регистрацию программного продукта.

ЦЕННОСТЬ НАУЧНЫХ РАБОТ СОИСКАТЕЛЯ

Научные работы соискателя вносят вклад в развитие методов определения параметров короткого замыкания силовых трансформаторов на этапе проектирования, а также методов моделирования установившихся и динамических режимов силовых трансформаторов с учетом возможной несимметрии.

Прикладная ценность работы подтверждена использованием ее результатов в процессе изучения матричных методов расчета стационарных режимов трансформаторов в ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В. И. Ленина», а также в практике расширенных поверочных расчетов моделирования переходных процессов в электрических аппаратов на заводах ООО «Трансформер» (г. Подольск) и ООО «НПК «АВТОПРИБОР» (г. Владимир).

СООТВЕТСТВИЕ ДИССЕРТАЦИИ НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ, ПО КОТОРОЙ ОНА РЕКОМЕНДУЕТСЯ К ЗАЩИТЕ

Материалы диссертации соответствуют паспорту научной специальности 05.13.12 – Системы автоматизации проектирования (электротехника, энергетика):

в части формулы специальности – «…специальность, занимающаяся проблемами создания и повышения эффективности функционирования систем автоматизированного проектирования, управления качеством проектных работ на основе использования современных методов моделирования и инженерного анализа.... Специальность включает принципы и методы, отличающиеся тем, что они содержат разработку и исследования научных основ проектирования, построения и функционирования интегрированных интерактивных комплексов анализа и синтеза проектных решений…»;

в части области исследования — пункту 2: «Разработка научных основ создания систем автоматизации проектирования …»; пункту 3: «Разработка научных основ построения средств САПР, разработка и исследование моделей, алгоритмов и методов для синтеза и анализа проектных решений…».

ПОЛНОТА ИЗЛОЖЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИССЕРТАЦИИ В РАБОТАХ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ

Основное содержание диссертационной работы и ее результатов полностью отражено в 18 публикациях автора, из них 4 работы опубликованы в изданиях по перечню ВАК. Общий объем публикаций автора составляет 21,48 п.л., личный вклад автора – 4,82 п.л. Подана заявка на свидетельство на программный продукт.

Научные статьи, опубликованные в изданиях по списку ВАК

1. Снитько И.С., Тихонов А.И., Стулов А.В., Мизонов В.Е. Разработка модели переходных режимов с учетом взаимной индуктивности полей рассеяния для реа-

лизации цифрового двойника трансформатора // Вестник ИГЭУ. – 2021. – №. 4. – С. 47-56. DOI: 10.17588/2072-2672.2021.4.047-056. (10/2,5).

Авторский вклад Снитько И.С. состоит в разработке и исследовании имитационных моделей трансформаторов с учетом взаимных индуктивностей.

2. Вихарев Д.Ю., Снитько И.С., Тихонов А.И. Аналитический расчет индуктивностей рассеяния на основе применения векторного потенциала магнитного поля // Моделирование систем и процессов. – 2021. – №1. – Т.14. – С.4 – 10 (7/2,33).

Авторский вклад Снитько И.С. состоит в участии в разработке методики аналитического расчета собственных и взаимных индуктивностей по полям вне магнитной системы, а также в апробации полученной методики.

3. Тихонов А.И., Стулов А.В., Снитько И.С., Подобный А.В. Разработка 2D-моделей магнитного поля для реализации технологии цифровых двойников и порождающего проектирования силовых трансформаторов // Вестник ИГЭУ. – 2020. – Вып. 3, с. 32 – 41. (10/2,5).

Авторский вклад Снитько И.С. состоит в разработке и исследовании моделей для расчета параметров короткого замыкания трансформаторов, используемых при построении цифровых двойников.

4. Мартынов В.А., Снитько И.С. Математическая модель несимметричных режимов силовых трансформаторов с использованием понятия комплексной магнитной проницаемости // Вестник ИГЭУ. – 2018. – №. 6. – С. 24-31. DOI: 10.17588/2072-2672.2018.6.024-031. (8/4).

Авторский вклад Снитько И.С. состоит в разработке математической модели анализа установившихся режимов работы силового трансформатора с учетом комплексной магнитной проницаемости, а также в апробации полученной модели.

Публикации в других изданиях

5. Stulov A., Tikhonov A., Snitko I. Generative design metodology for electrical vachines design based on equivalent cirquit and field models of physical processes // В сборнике: Proceedings of the 6th International Conference on Industrial Engineering (ICIE 2020). Серия: Lecture notes in mechanical engineering. Chelyabinsk, 2021. С. 234-243. (10/3,33)

6. Тихонов А.И., Стулов А.В., Еремин И.В., Снитько И.С., Подобный А.В., Каржевин А.А., Плаксин А.В. Разработка технологии создания цифровых двойников силовых трансформаторов на основе цепных моделей и 2D-моделей магнитного поля // Южно-сибирский научный вестник: журнал. – Бийск: ООО МИП Политех. – 2020. – №1. – С.76 – 82. (7/1)

7. Еремин И.В., Подобный А.В., Каржевин А.А., Плаксин А.В., Снитько И.С., Тихонов А.И. Разработка моделей для системы автоматизированного проектирования высокочастотных трансформаторов с сердечником из аморфной стали // Молодой учёный: журнал. – Казань: ООО "Издательство "Молодой учёный". – 2020. – №5. – С.14 – 22. (9/1,5)

8. Stulov A., Tikhonov A.I., Snitko I.S. Fundamentais of Artificial Intelligence in Power Transformers Smart Design / // International Ural Conference on Electrical Power

Engineering (UralCon). 2020: материалы конференции, 22-24 сентября, г. Челябинск. – Челябинск: ЮУрГУ. – 2020. – С.34 – 38. (5/1,67)

9. Снитько И.С., Тихонов А.И. Моделирование режимов работы трехфазных многообмоточных трансформаторов с учетом взаимного влияния полей рассеяния // Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии: (XXI Бенардосовские чтения): мат. междунар. науч.-техн. конф., 2-4 июня 2021 г., г. Иваново. — Иваново: ФГБОУ ВО "ИГЭУ им. В.И. Ленина". – 2021. – Т.1. – С.22 – 25. (4/2)

10. Семенова К.В., Тихонов А.И., Снитько И.С., Подобный А.В., Каржевин А.А. Разработка цифровых двойников силовых трансформаторов // Надежность и долговечность машин и механизмов. 2020: сборник материалов XI Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 16 апреля 2020 г., г. Иваново. — Иваново: ФГБОУ ВО "Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России".— 2020. – С.307 – 311.(5/1)

11. Снитько И.С., Норин В.А., Дыдыкина Н.Н. Определение потоков рассеяния силового трехфазного трансформатора // Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии (Бенардосовские чтения): сборник научных трудов по материалам Международной (XX Всероссийской) научно-технической конференции, 29-31 мая 2019 г., г. Иваново. — Иваново: ФГБОУ ВО "Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина".— 2019.— Т.1. – С.9 – 12 (4/1,33)

12. Мартынов В.А., Снитько И.С. Моделирование режимов работы трансформаторов с использованием понятия комплексной магнитной проницаемости // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт: журнал.— Москва: ООО Издательский дом "Панорама".— 2019.— №3. – С.5 – 13 (9/4,5)

Тезисы докладов на конференциях

13. Симонов М.А., Снитько И.С. Разработка модели многообмоточных трансформаторов для анализа различных режимов работы // Энергия-2021. Том 3. Электроэнергетика: шестнадцатая Всероссийская (восьмая Международная) научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых, 6-8 апреля 2021 г., г. Иваново: материалы конференции: в 6 т. — Иваново: ФГБОУ ВО "Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина".— 2021.— Т.3. – С.76 – 76 (1/0,5)

14. Норин В.А., Снитько И.С. Методика определения индуктивностей рассеяния сварочных трансформаторов // Радиоэлектроника, электротехника и энергетика. 2020: тезисы докладов, 12-13 марта 2020 г., г.Москва.— Москва: ООО «Центр полиграфических услуг "Радуга".— 2020. – С.361 – 361. (1/0,5)

15. Норин В.А., Снитько И.С. Решение полевой задачи для определения характеристик сварочного трансформатора с увеличенным рассеянием // Энергия-2020. Том. 3. Электроэнергетика: Пятнадцатая всероссийская (седьмая международная) научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых уче-

ных; г. Иваново, 7 - 10 апреля 2020 года: материалы конференции. – Иваново: ФГБОУВО ИГЭУ им. В.И. Ленина". – 2020. – Т.3. – С.76. (1/0,5)

16. Снитько И.С., Пилипенко П.С. Применение математической модели несимметричных режимов многообмоточных силовых трансформаторов // Проблемы и перспективы развития электроэнергетики и электротехники: материалы Всероссийской научно-практической конференции (20-21 марта 2019 г.) — Казань: Казанский государственный энергетический университет .— 2019. – С.331 – 334 (4/2)

17. Снитько И.С., Мартынов В.А. Применение символического метода для анализа режимов работы многообмоточных силовых трансформаторов // Электроэнергетика: тринадцатая Международная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых, 3-5 апреля 2018 г., г. Иваново. — Иваново: ФГБОУВО "Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина".— 2018.— Т.3. – С.99 – 99. (1/0,5)

18. Снитько И.С., Мартынов В.А. Применение символического метода для анализа электромагнитных процессов многообмоточных силовых трансформаторов // Радиоэлектроника, электротехника и энергетика. 2018: XXIV Международная научно-техническая конференция студентов и аспирантов (15–16 марта 2018 г., Москва): тезисы докладов.— Москва: ООО «Центр полиграфических услуг "Радуга".— 2018. – С.365 – 365 (1/0,5)

ВЫСТУПЛЕНИЯ НА КОНФЕРЕНЦИЯХ

Основные результаты работы были доложены, обсуждены и получили одобрение на следующих научных конференциях: XIII, XIV, XV и XVI научно-технической конференции студентов и аспирантов «Энергия» (г. Иваново, ИГЭУ, 2018, 2019, 2020, 2021 гг.); «Радиоэлектроника, электротехника и энергетика» (международная научно-техническая конференция студентов и аспирантов, г. Москва, МЭИ, 2018 г.); «Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии» (Международная научно-техническая конференция XX и XXI Бенардосовские чтения, г. Иваново, ИГЭУ, 2019, 2021 гг.); «Проблемы и перспективы развития электроэнергетики и электротехники» (Всероссийская научно-практическая конференция, г. Казань, КГЭУ, 2019 г.); «Надежность и долговечность машин и механизмов» (Всероссийская научно-практическая конференция, г. Иваново, ИПСА ГПС МЧС, 2020 г.); 2020 International Ural conference on electrical power engineering, Uralcon 2020 (г. Челябинск, 2020 г.).

В Ы В О Д Ы

Диссертация «Разработка методики расширенного поверочного расчета в САПР силовых трансформаторов на базе имитационных моделей» на соискание ученой степени кандидата технических наук» Снитько Ирины Сергеевны рекомендуется к защите на соискание учёной степени кандидата технических наук по спе-

циальности 05.13.12 – Системы автоматизации проектирования (электротехника, энергетика).

Председатель заседания,
заведующий кафедрой
«Теоретические основы электротехники и электротехнологии»
кандидат технических наук, доцент Тихов Максим Евгеньевич