

**Отзыв научного руководителя
на диссертацию Веретенникова Николая Юрьевича
«Методика моделирования высокочастотных потерь
в импульсных источниках питания»,**

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 2.2.13. Радиотехника, в том числе системы и устройства
телевидения

Веретенников Николай Юрьевич окончил Воронежский государственный университет по направлению 03.04.03 «Радиофизика». Работает инженером отдела схемотехники в компании ООО «АЕДОН».

В 2024 году окончил обучение в аспирантуре Воронежского государственного технического университета по специальности 2.2.13. Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью обеспечения высокого коэффициента полезного действия (КПД) при уменьшении массогабаритных параметров радиоэлектронной аппаратуры (РЭА). Данная задача становится более востребованной в условиях повышения требований к скорости проектирования РЭА. Сформулированная цель работы — разработка методик расчета высокочастотных потерь в обмотках магнитных компонентов, позволяющих снизить временные затраты на моделирование и повысить эффективность проектирования импульсных источников питания — решена в диссертации за счет разработки и совершенствования методики моделирования высокочастотных потерь в магнитных компонентах чередующимися обмотками, а также за счет разработки методики расчета потерь в магнитных компонентах с поочередно протекающей формой тока в обмотках.

Диссертационное исследование было выполнено в ФГБОУ ВО «ВГТУ».

Содержание диссертации соответствует пунктам 1, 14, 16 области исследования паспорта специальности 2.2.13. Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Соискателем решены следующие научно-технические задачи:

- Разработана методика расчета потерь в витках магнитных компонентов с чередующимися обмотками и произвольной формой протекающего тока.
- Предложена методика моделирования потерь в обмотках магнитных компонентов во временной области с помощью метода эквивалентной схемы. Разработан алгоритм определения номиналов компонентов эквивалентной схемы для аппроксимации эффекта близости во временной области.
- Разработана методика расчета потерь в магнитных компонентах с поочередно протекающими токами в обмотках, учитывающая возможность чередования обмоток трансформатора и позволяющая обеспечить высокий уровень производительности вычислений при сохранении достаточного уровня точности.

- Проведена верификация разработанных методик путем экспериментального определения потерь в обмотках трансформатора обратного преобразователя, а также в обмотках дросселя понижающего преобразователя. Также проведено моделирование с помощью ПО Ansys Maxwell.

Научная новизна работы характеризуется следующими пунктами:

- методика аппроксимации эффекта близости во временной области, отличающаяся алгоритмом поиска номиналов компонентов схемы замещения и позволяющая проводить аппроксимацию зависимости сопротивления компонента от частоты с заданной точностью.

- методика расчета и моделирования потерь в витках магнитных компонентов с чередующимися обмотками, отличающаяся возможностью аналитического расчета потерь в трансформаторах с произвольной конфигурацией поля на границах слоев обмоток.

- методика расчета и моделирования потерь в витках магнитных компонентов с поочередно протекающими токами в обмотках, обеспечивающая возможность оценки эффективности топологии магнитного компонента и выбора оптимальной толщины проводника до его численного моделирования.

Теоретическая значимость работы заключается в разработке методик, позволяющих произвести численную оценку рассеиваемой мощности в магнитных компонентах. При этом используется аналитический подход, основанный на решении уравнений Максвелла для поля с произвольной конфигурацией на границах слоев обмотки.

Практическая значимость работы заключается в разработке программных решений для численной оценки потерь в обмотках магнитного компонента. Такой подход позволяет выбрать оптимальную топологию при проектировании трансформатора и существенно сокращает время на разработку радиотехнических устройств в части моделирования и оптимизации высокочастотных потерь, вызываемых скин-эффектом и эффектом близости в обмотках трансформаторов и дросселей.

Степень достоверности полученных соискателем результатов подтверждается корректным применением современных методов анализа и моделирования электромагнитных процессов в радиоэлектронных устройствах; методов планирования и проведения эксперимента; согласованностью теоретических результатов, полученных с помощью разработанных методик с результатами моделирования в специализированном ПО Ansys Maxwell и экспериментальными результатами; использованием поверенных измерительных средств, обладающих высокой точностью.

Основные результаты диссертации опубликованы в 11 работах, из них 4 – в изданиях, рекомендованных ВАК, 7 работ опубликовано в сборниках трудов международных и всероссийских научно-технических конференций (три из которых включена в базу данных Scopus). Имеется 2 зарегистрированных программы для ЭВМ.

Все основные результаты диссертации получены соискателем лично.

Николай Юрьевич показал себя сложившимся научным работником, грамотным и трудолюбивым специалистом, обладающим глубокими знаниями в выбранном направлении. Отличное владение вычислительной и измерительной техникой, хорошие навыки программирования и знание английского языка являются факторами, способствовавшими успешному завершению научной работы и достижению ее основной цели — повышению эффективности проектирования радиоэлектронных модулей в части ускорения проектирования трансформаторов и дросселей в источниках электропитания за счет разработки и совершенствования методик расчета и моделирования высокочастотных потерь в магнитных компонентах, позволяющих ускорить процесс проектирования и повысить КПД систем электропитания.

Считаю, что представленная кандидатская диссертация полностью удовлетворяет всем требованиям ВАК РФ, а Веретенников Николай Юрьевич достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13. Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Научный руководитель:

Заведующий кафедрой конструирования и производства радиоаппаратуры ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», доктор технических наук, доцент

04.06.2025

Башкиров Алексей Викторович

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры

394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84.

учебный корпус ВГТУ №7, ауд. 7513

Телефон: +7(473)207-22-20 (доб. 6079)

Электронная почта: kipr@vorstu.ru

Личную подпись Башкирова А. В. заверяю
проректор по учебной работе ФГБОУ ВО «ВГТУ»

А. И. Колосов

