

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Веретенникова Николая Юрьевича на тему «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

Текст автореферата Веретенникова Н.Ю. соответствует содержанию диссертации, посвященной решению актуальной задачи современного радиотехнического приборостроения – разработке и внедрению эффективных методик расчета и моделирования высокочастотных потерь в магнитных компонентах импульсных источников питания. В условиях стремительной миниатюризации радиоэлектронных устройств, роста плотности упаковки и степени интеграции схем, а также увеличения рабочих частот проблема снижения энергетических потерь становится ключевой для обеспечения надежности, долговечности и конкурентоспособности изделий.

Импульсные источники питания широко применяются во всех областях радиоэлектроники, включая телекоммуникационные системы, компьютерную технику, бытовую электронику и специальную аппаратуру. Их эффективность напрямую определяется параметрами силовых трансформаторов и дросселей, в которых на высоких частотах проявляются скин-эффект и эффект близости. Традиционные методы расчета потерь либо недостаточно точны, либо требуют ресурсоемкого численного моделирования с использованием специализированных САПР. Предложенные в диссертации методики позволяют существенно сократить трудоемкость проектирования, сохраняя приемлемую точность результатов. В этом заключается их актуальность и значимость для современной радиотехнической науки и практики.

В автореферате проведен обстоятельный анализ существующих подходов к расчету высокочастотных потерь: от классических формул П. Доуэлла до модификаций Б. Карстена и методов конечных элементов. Отмечены их сильные и слабые стороны, показана ограниченность применимости при моделировании трансформаторов с чередующимися обмотками и при несинусоидальных токах. На этой основе обоснована необходимость создания новых методик, учитывающих специфику работы импульсных преобразователей.

В работе Веретенникова Н.Ю. получены результаты, обладающие несомненной научной новизной:

1. Разработана методика аппроксимации эффекта близости во временной области с использованием эквивалентной схемы замещения, обеспечивающая высокую точность моделирования при минимальных вычислительных затратах.

2. Предложена методика аналитического расчета потерь в трансформаторах с чередующимися обмотками при произвольной конфигурации поля на границах слоев.

3. Разработан подход к моделированию потерь в трансформаторах с поочередно протекающими токами, что особенно важно для обратных преобразователей.

Результаты апробированы на ряде международных и всероссийских конференций, по теме опубликовано 11 научных работ, включая статьи в журналах, рекомендованных ВАК, и материалы в изданиях, индексируемых в Scopus. Наличие двух зарегистрированных программ для ЭВМ подтверждает прикладную значимость исследований.

К сильным сторонам работы можно отнести четкую постановку задачи, гармоничное сочетание теоретических разработок и экспериментальной верификации, обоснованность и доказательность выводов.

Тем не менее автореферат имеет следующие недостатки:

1. Отсутствие анализа влияния материала сердечника и зазора. Как отмечено в тексте, влияние зазора сердечника на распределение магнитного поля и, соответственно, на высокочастотные потери, является важным фактором. Однако этот вопрос остался недостаточно проработанным.

2. Хотя автор заявляет о применимости разработанных методик к различным типам импульсных источников питания, в работе не рассматриваются многофазные топологии, где распределение токов и потерь может существенно отличаться от приведённых примеров. Дополнительные исследования в этом направлении могли бы расширить сферу применения предложенных подходов.

Указанные замечания носят уточняющий характер и не снижают общего положительного впечатления от работы.

