

ОТЗЫВ

официального оппонента **Стрижиченко Александра Васильевича**
на диссертационную работу Нго Дык Туана тему «Цифровое моделирование
электромагнитных устройств коммутации систем управления в энергетике»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 2.2.11. Информационно-измерительные и управляющие системы
(технические науки)

1. Актуальность темы исследования

В системах управления, защиты и автоматики на электроэнергетических объектах наряду с использованием полупроводниковых устройств широко применяются электромагнитные реле. Диссертационная работа Нго Дык Туана посвящена актуальной проблеме цифрового моделирования коммутационных электромагнитных устройств систем управления в энергетике.

В современной электроэнергетике ключевой тенденцией выступает Цифровизация – внедрение цифровых технологий и интеллектуальных электрических систем (Smart Grid). Реализация этого направления требует комплексного цифрового моделирования всех компонентов электро-энергетической системы с последующим объединением их моделей в единую цифровую платформу. Задача осложняется необходимостью моделирования электромагнитных устройств с расчётом и корректировкой динамических процессов для ускорения их срабатывания. При этом существующие исследования динамических процессов в реле опираются преимущественно на эмпирический опыт или вычислительные прогнозы, а освещение данного вопроса в научных публикаций по данной тематике пока остаётся недостаточным.

Для достижения поставленной цели диссертанту необходимо было решить следующие задачи:

1) Разработать методику и алгоритм анализа переходных процессов при коммутации с учетом обратной связи величины воздушного зазора на индуктивность цепи устройства;

2) Разработать методику исследования влияние параметров электрической цепи реле на динамические процессы устройств коммутации и методику выбора схемы коррекции переходных процессов;

3) Разработать методику и алгоритм цифрового моделирования динамических характеристик электромагнитных контактных устройств коммутации с помощью z-преобразования, которое позволяет сравнительно просто осуществлять переход от моделей к устройствам;

4) Определить z-преобразования всех основных элементов системы электроснабжения, что позволит описать все элементы энергетической системы с помощью единого преобразования.

2. Общая характеристика диссертационной работы

Диссертационное исследование соискателем Нго Дык Туаном выполнено на кафедре электротехники федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный технический университет». Работа изложена на 146 страницах основного текста, состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы и приложения, включающих 65 рисунков, 12 таблиц, 99 формул и 139 библиографических наименований.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации. Представлены сведения о степени разработанности темы, определена цель, сформулированы задачи. Указаны научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, объект, предмет, методы и средства исследования. Приведены положения, выносимые на защиту, а также информация об апробации результатов работы и личном вкладе автора.

В первой главе диссертации автором был проведен анализ существующих устройств коммутации в системах управления энергетическими

объектами и системами, выявлены проблемы их проектирования и эксплуатации.

Во второй главе рассмотрены методы цифрового моделирования. Из проведенного анализа существующих методов моделирования динамических процессов следует, что для решения этой задачи целесообразно использовать аппарат z -преобразования, а именно метод z -форм и операторно-дискретный метод, который позволяет решать большой круг задач. Цифровое моделирование на основе аппарата z -преобразования позволяет получать из выражения передаточной функции структурную блок-схему цифровых фильтров

В третьей главе рассмотрено моделирование электромагнитных реле с расчётом динамических характеристик. Разработана методика численного моделирования переходных характеристик тока в электромагнитных реле при коммутации. На основе предложенной методики получены математические модели переходных процессов и функциональные зависимости величины перемещения якоря реле от тока и значения индуктивности от величины воздушного зазора, а также разработан алгоритм численного моделирования с обратной связью по параметру цепи – индуктивности с величиной воздушного зазора.

Получены графики переходных процессов и параметры переходных процессов реле с различными цепями коррекции.

В четвертой главе рассмотрена методика цифрового моделирования процессов в реле. При разработке методики цифрового моделирования была предварительно решена задача моделирования динамического процесса тока в электромагнитных реле операторным методом с учетом обратной связи величины воздушного зазора с индуктивностью электрической цепи.

На основании предложенной методики цифрового моделирования был проведен анализ быстродействия различных структурных схем реализации передаточной функции цифрового фильтра, которого следует, что фильтры, построенные на принципах параллельной декомпозиции, имеют значительно

более высокое быстродействие по сравнению с другими вариантами реализации. Представленная методика применима для анализа существующих систем автоматизированного проектирования электронных схем

В заключении сформулированы основные выводы и результаты диссертационной работы в соответствии с целью исследования и поставленными задачами.

В приложении приведены свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ и акты внедрения результатов исследования в компании с ограниченной ответственностью «ХИЕУ ТХАО», Вьетнам, и в компании с ограниченной ответственностью «MP TECH VINA», Вьетнам.

Работа изложена технически грамотным языком и хорошо иллюстрирована и оформлена с соблюдением требований, предъявляемых к кандидатским диссертациям. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации и требованиям ВАК РФ.

Основные результаты работы изложены в опубликованных автором статьях, которые достаточно полно отражают содержание представленной диссертации. Автор имеет 5 публикаций в изданиях, входящих в перечень ВАК РФ, 1 публикацию, индексируемую наукометрическими базами данных Scopus, а также 2 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ, что является хорошим показателем уровня научной работы.

3. Соответствие диссертации научной специальности

Диссертация Нго Дык Туана «Цифровое моделирование электромагнитных устройств коммутации систем управления в энергетике» соответствует пунктам паспорта специальности 2.2.11. Информационно-измерительные и управляющие системы (технические науки): п.1 «Научное обоснование перспективных информационно-измерительных и управляющих систем, систем их контроля, испытаний и метрологического обеспечения, повышения эффективности существующих систем» и п.2 «Исследование возможностей и путей совершенствования существующих и создания новых элементов

структуры и образцов информационно-измерительных и управляющих систем, улучшение их технических, эксплуатационных, экономических и эргономических характеристик, разработка новых принципов построения и технических решений».

4. Научная новизна результатов, полученных в диссертационном исследовании

Из наиболее интересных новых научных результатов, полученных автором, можно отметить следующие:

- разработаны методика и алгоритм численного анализа переходных процессов тока в цепи электромагнитного реле при коммутации с учетом влияния величины воздушного зазора на индуктивность цепи устройства, позволяющие проводить анализ влияния конструктивных факторов на качество переходного процесса.

- разработана методика коррекций переходных процессов тока в цепи электромагнитного реле с помощью электрических корректирующих цепей в цепи реле, позволяющая выбирать оптимальную форму переходного процесса, а также повышать быстродействие реле.

- разработаны методика и алгоритм цифрового моделирования динамических характеристик электромагнитных контактных устройств коммутации на основе аппарата z-преобразования с помощью операторных схем замещения, которые позволяют сравнительно просто осуществлять переход от операторных схем к техническим устройствам.

5. Значимость для науки и практики результатов диссертационной работы

На основании полученных результатов работы практическая значимость заключается в том, что:

1. На основе операторных схем замещения разработаны методики и алгоритмы численного анализа динамических характеристик нелинейных устройств, включая электромагнитные реле. Полученные решения обладают

универсальной применимостью и могут быть адаптированы для задач в смежных технических областях.

2. Сформированы функциональные и принципиальные схемы электромагнитных реле с интегрированными цепями коррекции переходных процессов тока. Это позволяет повысить скорость срабатывания реле.

3. С применением метода z-форм и операторных схем замещения разработана методика цифрового моделирования динамических процессов в нелинейных устройствах. Также разработаны цифровые динамические модели ключевых элементов электроэнергетической системы. Их использование даёт возможность не только описывать все компоненты энергосистемы единым цифровым языком, но и эффективно внедрять цифровые технологии в энергетике.

4. Для исследования влияния различных факторов на качество переходных процессов в электромагнитных реле разработаны специализированные пакеты компьютерных программ. Они существенно повышают производительность соответствующих расчётов и анализа влияния различных факторов на переходные процессы.

6. Степень достоверности и обоснованности научных положений выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научные результаты, выводы и заключения диссертационной работы теоретически обоснованы и аргументированы. Положения диссертационного исследования основываются на известных достижениях прикладных научных дисциплин, изучении научных трудов и разработок других авторов, а также на результатах, полученных в процессе исследований, проведенных лично автором, и обобщения результатов таких исследований.

Достоверность научных положений диссертации основывается на корректных теоретических построениях, использовании в работе фундаментальных физических законов и строгих математических выводах.

С учетом вышесказанного, научные положения и выводы в работе следует считать достоверными и обоснованными.

7. Замечания по существу содержания диссертации

1. Выражение 3.11 было записано для определения функциональной зависимости величины воздушного зазора от времени. Почему скорость движения якоря реле физически не учитывается при расчете?

2. При цифровом моделировании динамических характеристик электромагнитных устройств коммутации на основе аппарата z-преобразования, существуют ли какие-либо недостатки метода z-форм?

Отмеченные замечания не затрагивают существа защищаемых положений и не снижают научной и практической ценности диссертационной работы.

8. Заключение по диссертационной работе

В заключении следует отметить, что работа выполнена на достаточно высоком научном уровне и является законченным и целостным трудом. Диссертационная работа имеет ясную структуру, изложена понятно, четко и достаточно грамотно, а также соответствует специальности 2.2.11. Информационно-измерительные и управляющие системы.

Отмеченные замечания не снижают научной и практической ценности диссертационной работы и не влияют на общую положительную оценку работы.

Считаю, что диссертация по своей актуальности, объему выполненных исследований, качеству, научной новизне и практической значимости полностью соответствует требованиям, установленным положением о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842. Её автор Нго Дык Туан заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.11. Информационно-измерительные и управляющие системы (технические науки).

Даю согласие на обработку моих персональных данных, связанных с работой диссертационного совета 24.2.282.03.

Официальный оппонент,

кандидат технических наук,

доцент кафедры Энергетики филиала ФГБОУ

ВО «Национальный исследовательский

университет «МЭИ» в г. Волжском

Научная специальность кандидатской

диссертации: 05.11.16. Информационно-

измерительные и управляющие системы



Стрижиченко

Александр Васильевич

Полное наименование организации: Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Волжском

Адрес организации: 404110, Волгоградская область, г. Волжский, пр-кт им. Ленина, д. 69

Электронная почта: vfmei@vfmei.ru

Телефон: +7 (8443)21-01-60

Подпись Стрижиченко А.В. заверяю:

Директор филиала ФГБОУ ВО «НИИ

«МЭИ» в г. Волжском,

доктор технических наук, доцент

«06» февраля 2026 г.



М.М. Султанов

С отзывом ознакомлен

[Signature]

09.02.2026

« 08 »	Вх. № 0.10-65-10
ЛИСТОВ	« 09 » 02 2026 г.
	ВолГГТУ