

ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертацию Нгуен Тхе Хиен на тему
«Асинхронный электропривод с системой прямого управления и алгоритмом
стохастической модуляции со стабилизированным диапазоном изменения
частоты коммутации инвертора»
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.4.2. *Электротехнические комплексы и системы*

Нгуен Тхе Хиен в 2021 году с отличием закончил Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Михайловская военная артиллерийская академия» Министерства обороны Российской Федерации в г. Санкт-Петербург по специальности 11.05.02 «Специальные радиотехнические системы».

В 2021 году поступил в очную аспирантуру на кафедру электроэнергетики и электромеханики по специальности 2.4.2 *Электротехнические комплексы и системы*.

За период обучения в аспирантуре Нгуен Тхе Хиен своевременно сдал кандидатские экзамены: на оценку «хорошо» по философии и иностранному языку, на «отлично» по специальности, а также проявил себя как квалифицированный специалист, способный самостоятельно планировать и проводить теоретические и экспериментальные исследования по теме диссертации. Принимал активное участие в Международных и всероссийских научно-практических конференциях: международная научно-техническая конференция «Автоматизация-2022» (г. Сочи, 2022 г.), международная научно-техническая МЕЕТ-2022 (г. Санкт-Петербург, 2022 г.), научная конференция студентов и молодых ученых «Полезные ископаемые России и их освоение» (г. Санкт-Петербург, 2023 г.), XXV международная научно-техническая «СЕВЕРГЕОЭКОТЕХ-2024» (г. Ухта, Республика Коми, 2024 г.).

В диссертации Нгуен Т.Х. рассмотрены вопросы совершенствования и модернизации системы прямого управления моментом на базе трехуровневого инвертора с фиксированной нейтральной точкой в асинхронных электроприводах. Одной из главных задач в этом направлении является улучшение динамических и энергетических характеристик за счет разработки и реализации эффективных алгоритмов модуляционной системы управления и двигательной системы управления.

В процессе обучения в аспирантуре Нгуен Т.Х. в установленный срок были выполнены теоретические и экспериментальные исследования по теме диссертационной работы в достаточном объеме. Проведен анализ факторов,

влияющих на динамические и энергетические характеристики электроприводов, с идентификацией тех, которые оказывают наиболее значительное влияние на их характеристики. Проведен анализ и разработана стохастическая модуляция со стабилизированным диапазоном коммутации инвертора, направленная на минимизацию негативного воздействия на динамические и энергетические характеристики электроприводов при сохранении их управляемости. Проведен анализ подходов к реализации систем прямого управления на базе трехуровневого инвертора с фиксированной нейтральной точкой в асинхронных электроприводах. Разработан новый алгоритм управления и исследовано его влияние на характеристики асинхронного двигателя, включая пульсации момента, КПД и среднюю частоту коммутации инвертора. Разработана структура асинхронного электропривода с применением разработанного алгоритма управления с использованием методов имитационного моделирования.

Основное содержание диссертации полностью соответствует защищаемым положениям. Все этапы исследований выполнены в соответствии с утвержденным планом.

Результаты диссертационной работы в достаточной степени освещены в 6 печатных работах, в том числе в 2 статьях - в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук (далее – Перечень ВАК), в 2 статьях - в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus; Получено 2 патента на изобретения.

Теоретические исследования проводились в лабораторных условиях на базе Санкт-Петербургского горного университета, а экспериментальные исследования – на базе электротехнического стенда ПАО «Viettel» во Вьетнаме. Степень достоверности результатов исследования обусловлена использованием стандартных методов математического и имитационного моделирования, а также подтверждена экспериментальными исследованиями, проведенными на электротехническом стенде ПАО «Viettel» в реальных условиях Вьетнама.

В диссертационной работе выявлены следующие результаты. Во-первых, определены границы параметров алгоритма стохастической модуляции, которые обеспечивают устранение пакетов высших гармонических составляющих частот без ухудшения энергетических и динамических характеристик асинхронного электропривода (АЭП). Во-вторых, установлена зависимость базовых активных векторов выходного напряжения с регулируемыми переменными в качественной форме для

синтеза системы прямого управления на базе трехуровневого инвертора с фиксированной нейтральной точкой, что позволяет уменьшить высокочастотные пульсации момента и потокосцепления статора, а также повысить коэффициент полезного действия (КПД) АЭП. В-третьих, установлена зависимость зон нечувствительности шестипозиционного релейного регулятора момента и границ изменения частот коммутации инвертора, что способствует снижению количества переключений транзисторов в преобразователях частоты.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в следующем: разработана математическая модель алгоритма стохастической модуляции, реализованная с использованием компьютерного имитационного моделирования; определены границы частоты коммутации инвертора, обеспечивающие эффективное устранение высших гармонических составляющих в спектре выходных напряжений и токов инвертора. Это позволяет повысить эффективность преобразования энергии в преобразователях частоты и улучшить их электромагнитную совместимость с асинхронными двигателями; разработана система управления АЭП, включающая блок регуляторов, состоящий из шестипозиционного релейного регулятора момента, двухпозиционного релейного регулятора потокосцепления статора, а также алгоритма ядра системы прямого управления. Предложенное решение обеспечивает повышение КПД и снижение средней частоты коммутации инвертора как в переходных, так и в установившихся режимах работы АЭП при неизменной зоне нечувствительности регулятора момента.

Диссертация «Асинхронный электропривод с системой прямого управления и алгоритмом стохастической модуляции со стабилизированным диапазоном изменения частоты коммутации инвертора», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности *2.4.2 Электротехнические комплексы и системы*, соответствует требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», утвержденного приказом ректора Горного университета от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор – Нгуен Тхе Хиен – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности *2.4.2 Электротехнические комплексы и системы*.

Научный руководитель, к.т.н., доцент,
доцент кафедры электроэнергетики и электромеханики
федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II»



Васильев Богдан Юрьевич

199178, г. Санкт-Петербург,
Васильевский остров, Средний пр., д. 82
Телефон: +7 (812) 328-8667
e-mail: Vasilev_BYu@pers.spmi.ru



Подпись Б.В. Васильева
Серия: _____
Начальник управления делопроизводства
контроля документооборота



Е.Р. Яновская

15.08.2025