

О Т З Ы В

оппонента *Лукичева Дмитрия Вячеславовича* на диссертацию соискателя *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.

1. Актуальность темы диссертации

Диссертационная работа Нгуен Тхе Хиен посвящена актуальной научно-технической задаче повышения динамических и энергетических характеристик асинхронного электропривода (АЭП) за счет использования алгоритмов стохастической модуляции с ограничением диапазона изменения частоты коммутации трехуровневого инвертора с фиксированной нейтральной точкой (ТИсФНТ) и алгоритма шестипозиционного релейного регулятора момента в системе прямого управления моментом асинхронного двигателя. Предмет диссертационного исследования представляет значительный интерес с научной и практической точки зрения. Во-первых, проблематика, связанная с модернизацией технической базы угледобывающей отрасли Вьетнама является актуальной в условиях роста энергетических затрат и экологических требований. Автор корректно определяет ключевые вызовы – дефицит ресурсов, повышение стоимости углеводородов и необходимость повышения энергоэффективности. Во-вторых, направление, связанное с совершенствованием асинхронных электроприводов системы электродвижения современного горнотранспортного оборудования, вписывается в общемировой тренд по снижению углеродного следа в промышленности. Исследование, направленное на повышение эффективности асинхронных электроприводов, опирается на современные приоритеты устойчивого развития и цифровизации систем управления. Особого внимания заслуживает постановка задачи минимизации негативных эффектов, обусловленных высокочастотными гармониками, возникающими в преобразовательной частоте. Автор анализирует эти аспекты, демонстрируя не только знание предметной области, но и способность формулировать технические решения.

2. Научная новизна диссертации

В диссертационной работе представлены научно-обоснованные положения, способствующие развитию методов управления асинхронными электроприводами, реализованными на базе трехуровневых инверторов с фиксированной нейтральной точкой.

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-286 от 23.06.2024
А У У С

Первое положение научной новизны касается теоретического обоснования алгоритма стохастической модуляции, обеспечивающего подавление спектральных искажений выходного напряжения без ухудшения динамических и энергетических характеристик электропривода. Это существенно расширяет потенциал промышленного применения стохастических методов модуляции и представляет собой значимое инженерно-техническое достижение.

Второе положение направлено на установление зависимостей между активными векторами выходного напряжения и управляемыми переменными системы, что позволило снизить пульсации электромагнитных процессов и увеличить КПД, тем самым обеспечив повышение энергоэффективности привода. Полученные результаты имеют прикладную ценность и могут быть использованы при синтезе систем прямого управления асинхронными электроприводами.

Третье положение научной новизны связано с оптимизацией процесса коммутации в силовой части инвертора. Снижение частоты переключения силовых ключей позволяет сократить коммутационные потери в преобразователях частоты и повысить их надежность. Данный результат получил теоретическое обоснование и практическую реализацию в контексте архитектуры системы прямого управления на базе ТИсФНТ, что подтверждает прикладной характер и направленность исследования на решение актуальных задач промышленной автоматизации.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Выносимые на защиту положения подтверждены комплексом математического моделирования и имитационных моделей, что обеспечивает высокую степень достоверности полученных данных. Аналитические расчёты и результаты имитационного моделирования алгоритма стохастической модуляции подтверждают его эффективность в условиях переменной нагрузки. Установлено, что применение данного алгоритма позволяет существенно снизить искажения в спектрах напряжения и тока, эффективно подавляя как низко-, так и высокочастотные гармонические составляющие. Методика построения имитационных моделей отвечает современным требованиям инженерного анализа, а сопоставление с известными результатами демонстрирует корректность подхода. Подтверждение второго положения, включающего алгоритм прямого управления с релейным регулятором, основано на численных экспериментах и спектральных характеристиках. Представленные диаграммы и графики свидетельствуют о снижении коммутационных частот и повышении энергетической эффективности привода.

4. Научные результаты, их ценность

Результаты диссертационного исследования в достаточной степени освещены в 8 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, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), в 2 статьях - в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования Scopus; получено 2 патента на изобретение

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Работа обладает как фундаментальной, так и технической значимостью. Теоретическая ценность заключается в разработке обоснованной модели стохастической модуляции и исследовании её параметров в контексте трехуровневых инверторов. Практическая значимость выражается в разработке алгоритмов управления АЭП с применением релейных регуляторов. Подтверждением является внедрение в промышленности: получен акт внедрения в подразделении ПАО «Viettel» от 19 мая 2024 года.

6. Рекомендации по использованию результатов работы

Результаты диссертационного исследования обладают ярко выраженной прикладной направленностью и могут быть успешно использованы в различных отраслях промышленности, в инженерно-научной среде, а также в образовательных учреждениях. Во-первых, предложенные в работе алгоритмы управления и технические решения представляют интерес для внедрения на промышленных предприятиях, ориентированных на повышение энергоэффективности и надёжности электроприводов. Особенно актуально их применение в горнодобывающей, машиностроительной и металлургической отраслях, где электроприводы широко распространены. Практический интерес представляют и компании, специализирующиеся на разработке и производстве преобразовательной техники, в части повышения качества управления и снижения энергетических потерь в инверторных системах.

Во-вторых, результаты исследования могут быть полезны в научной среде. Их целесообразно использовать в рамках научно-исследовательских работ, направленных на развитие современных систем управления электроприводами. Это относится как к научным институтам и лабораториям, так и к техническим университетам, занимающимся проблемами силовой электроники и автоматизации.

В-третьих, материалы диссертации могут быть интегрированы в учебные программы по электроприводам, цифровым системам управления, силовой электронике и промышленной автоматике. Кроме того, они могут использоваться при выполнении курсовых, выпускных квалификационных и магистерских работ, а также служить основой для будущих диссертационных исследований в смежных технических направлениях.

7. Замечания и вопросы по работе

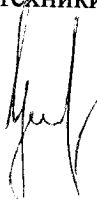
Несмотря на научную и прикладную ценность диссертационной работы можно отметить ряд замечаний:

1. нумерация ссылок на источники в диссертации указаны вразнобой, а не в порядке, в котором они встречаются по тексту;
2. нет списка сокращений, нет расшифровки некоторых приведенных в тексте и на рисунках сокращений;
3. во введении присутствует много общеизвестных данных: «..асинхронные двигатели могут работать не только в двигательном, но и в генераторном режиме. При работе в двигательном режиме асинхронные двигатели преобразует электрическую энергию, подаваемую на обмотки статора, в механическую [42, 45, 64]», «...в генераторном режиме под действием внешней потенциальной энергии груза, ротор асинхронного двигателя начинает вращаться быстрее, чем скорость изменения магнитного поля статора» и тп.
4. в работе присутствуют многочисленные опечатки: «годогфар», «преобразователя частотобы», «спертрального состава», «напряжения инертороа», «преобраования», «третья группа», «3 пассивных вектор», «вычислитель параменных», «рассованию», «шестипозиционного» и т.п;
5. в формулах (2.1), (2.2), (2.6), (2.16), (3.3) отсутствует время t ;
6. в формуле 2.2. помимо отсутствия переменной времени потеряна функция $\sin$;
7. не указано как вычислялись параметры ПИ-регулятора, а также как выбирались зоны нечувствительности релейного регулятора момента;
8. рис. 4.1, 4.3. с обозначением блоков с помощью цифр - крайне неудачный выбор представления структурной схемы;
9. в диссертации реализована система управления на базе трёхуровневого инвертора с фиксированной нейтральной точкой. Однако не в полной мере обоснован выбор именно данной топологии. Представляется целесообразным включение сравнительного анализа с другими видами многоуровневых инверторов с точки зрения эффективности применения стохастической модуляции;
10. применение шестипозиционного релейного регулятора момента представляется конструктивно интересным решением, однако остаётся открытым вопрос о его поведении в приводах с повышенными требованиями к плавности регулирования и высокой точности управления. Также необходимо пояснение относительно устойчивости такого регулятора к кратковременным или длительным перегрузкам.

8. Заключение по диссертации

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 полностью отвечает 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 Санкт-Петербургского горного университета Екатерины II 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.

Официальный оппонент
факультет систем управления и робототехники
к.т.н, доцент



Лукичев Дмитрий Вячеславович

18.06.2025г.

М.П.

Сведения об официальном оппоненте:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»

Почтовый адрес: 197101, г. Санкт-Петербург, Кронверкский проспект, д.49, лит. А

Официальный сайт в сети Интернет: <https://aspirantura.itmo.ru/?main=11&number=114111>

эл. почта: lukichev@itmo.ru

Подпись Лукичева Д.В.
удостоверено
Менеджер ОПС
Михайленко В.В.

