

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный
университет»

На правах рукописи

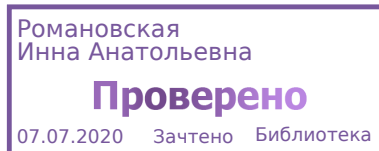
Плотников Евгений Викторович

**Разработка и исследование алгоритмов
управления автономным инвертором**

Направление подготовки

13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

АВТОРЕФЕРАТ
МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ



2020

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре
государственный университет»

Научный руководитель

Кандидат технических наук,
доцент кафедры Егоров Владислав
Алексеевич

Рецензент

Директор учебно-производственного
центра КГА ПОУ «Губернаторский
Авиастроительный колледж»
Киница Олег Игоревич

Защита состоится «29» июня 2020 года в 09 часов 00 мин на заседании государственной экзаменационной комиссии по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» в Комсомольском-на-Амуре государственном техническом университете по адресу: 681913, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27, ауд. 104/3.

Автореферат разослан 17 июня 2020 г.

Секретарь ГЭК

А.В. Бузикаева

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы.

В настоящее время, асинхронный электропривод с силовым преобразователем на основе автономного инвертора напряжения является основным типом электропривода в промышленности.

Успехи микроэлектроники и цифровой микросхемотехники привели к тому, что программная реализация перспективных алгоритмов управления на базе современной микропроцессорной техники предоставила ряд новых возможностей для построения более качественных систем управления электроприводов.

В данной работе собраны известные алгоритмы построения широтно-импульсных модуляторов для управления автономным инвертором. Алгоритмы адаптированы для цифровой реализации на базе микроконтроллерной техники. Работоспособность алгоритмов проверена математическим моделированием и практической реализацией на экспериментальном макете. Предложен алгоритм классической широтно-импульсной модуляции с функцией предмодуляции, позволяющий получить характеристики инвертора, приближающиеся к системе с пространственно-векторной модуляцией, при более низких требованиях к вычислительным ресурсам управляющего микроконтроллера.

Полученные результаты создают технический задел для проектирования цифровых систем управления автономным инвертором напряжения промышленного назначения.

Цель работы.

Целью данной работы является разработка, исследование и программная реализация алгоритмов управления трёхфазным автономным инвертором напряжения на базе 32-х разрядного однокристального микроконтроллера.

Для достижения цели, необходимо решить следующие задачи:

1. Выполнить обзор технических решений по реализации методов управления автономным инвертором;
2. Реализовать разработку систем управления инвертором с классическим и пространственно-векторным алгоритмом, адаптированным для цифровой реализации на однокристальном микроконтроллере;
3. Выполнить разработку системы управления с упрощенным пространственно-векторным алгоритмом, адаптированным для цифровой реализации на однокристальном микроконтроллере;
4. Провести сравнительный анализ методов широтно-импульсной модуляции силовыми ключами автономного инвертора;
5. Осуществить разработку и реализацию экспериментального макета системы управления автономным инвертором на основе 32-х разрядного однокристального микроконтроллера.

Методы исследований.

В качестве методов решения поставленных задач были выбраны следующие:

1. Методы синтеза систем управления инвертором;
2. Моделирование в среде MatLab;
3. Разработка программного обеспечения в среде Keil μ Vision.

С помощью данных методик возможно исследовать, рассчитать и реализовать цифровую систему управления трехфазным автономным инвертором.

К защите представляются следующие основные положения:

1. Алгоритм управления автономным инвертором напряжения с упрощённой пространственно-векторной модуляцией;
2. Алгоритмы построения широтно-импульсных модуляторов для управления автономным инвертором, адаптированные для цифровой реализации на базе микроконтроллерной техники.
3. Результаты моделирования разработанных систем управления автономным инвертором напряжения;

4. Разработанное программное обеспечение прототипа систем управления инвертором.

Научная новизна.

Предложен вариант реализации упрощенного метода пространственно-векторный широтно-импульсной модуляции, требующий меньших вычислительных ресурсов.

Описаны классические методы построения широтно-импульсных модуляторов для управления автономным инвертором, адаптированные для цифровой реализации.

Выполнено математическое моделирование алгоритмов управления автономным инвертором, адаптированных для цифровой реализации на однокристальном микроконтроллере

Практическая ценность и реализация.

Собран материал, создающий технический задел для проектирования цифровых систем управления автономным инвертором промышленного назначения.

Публикации.

Основное содержание диссертационной работы опубликовано в материалах трех научно-технических конференций, а также опубликованы две статьи в журнале Научно-технический вестник Поволжья

Апробация результатов. Результаты исследований, включённые в работу, докладывались на конференции научно-технического творчества студентов и аспирантов (Комсомольск-на-Амуре апрель 2018 г.), на конференции молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований (Комсомольск-на-Амуре апрель 2019 г.), на конференции производственных технологий будущего: от создания к внедрению (Комсомольск-на-Амуре июнь 2019 г.), а так же опубликованы две статьи в журнале Научно-технический вестник Поволжья №4 (Казань май 2020 г.).

Структура и объем работы.

Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы из 24 наименований. Работа изложена на 70 страницах и содержит 64 рисунка.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность темы, формируется цель диссертационной работы.

В первой главе приводится обзор технических решений по реализации широтно-импульсного модулирующего сигнала управления автономным инвертором

Во второй главе описан метод упрощенной пространственно-векторной широтно-импульсной модуляции.

В третьей главе проводится сравнительный анализ методов широтно-импульсной модуляции.

В четвёртой главе выполнена разработка и реализация экспериментального макета системы управления автономным инвертором на основе 32-х разрядного однокристального микроконтроллера STM32F407VG.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные результаты диссертационной работы:

1. Выполнен обзор технических решений по реализации методов управления автономным инвертором.
2. Разработаны системы управления инвертором с классическим и пространственно-векторным алгоритмом, адаптированным для цифровой реализации на однокристальном микроконтроллере.
3. Предложен алгоритм управления автономным инвертором с упрощенной пространственно-векторной модуляцией.
4. Проведён сравнительный анализ методов широтно-импульсной модуляции силовыми ключами автономного инвертора.

5. Реализован экспериментальный макет системы управления автономным инвертором на основе 32-х разрядного однокристального микроконтроллера.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. *Плотников Е.В.* Автономный инвертор на базе однокристального микроконтроллера / Е.В. Плотников, В.А. Егоров // Комсомольск-на-Амуре: Научно-техническое творчество аспирантов и студентов. – 2018. – Ч. 1 – С. 402-405; URL: [https://knastu.ru/media/files/page_files/page_1425/Sbornik_Chast_1_\(1\).pdf](https://knastu.ru/media/files/page_files/page_1425/Sbornik_Chast_1_(1).pdf) (дата обращения: 05.05.2020)

2. *Плотников Е.В.* Определение параметров схемы замещения асинхронной машины / Е.В. Плотников, В.А. Егоров // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований. – 2019. – Ч. 1 – С. 375–377; URL: https://knastu.ru/media/files/page_files/page_1425/Sbornik_Ch.1.pdf (дата обращения: 05.05.2020)

3. *Плотников Е.В.* Исследование алгоритмов управления автономным инвертором напряжения при использовании метода пространственно-векторной широтно-импульсной модуляции / Е.В. Плотников, В.А. Егоров // Производственные технологии будущего: от создания к внедрению. – 2019. – С. 237–241; URL: https://knastu.ru/media/files/page_files/page_1425/Sbornik_1.pdf (дата обращения: 05.05.2020)

4. *Плотников Е.В.* Микроконтроллерная системы управления трёхфазным автономным инвертором / Е.В. Плотников, В.А. Егоров // Казань: Научно-технический вестник Поволжья. №4. – 2020. – С. 25-28.

5. *Плотников Е.В.* Микроконтроллерная системы управления автономным инвертором с пространственно-векторной широтно-импульсной модуляцией / Е.В. Плотников, В.А. Егоров // Казань: Научно-технический вестник Поволжья. №4. – 2020. – С. 29-32.