

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

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

На правах рукописи

Аванесова Олеся Анатольевна

**Разработка и исследование системы управления
шаговым электродвигателем**

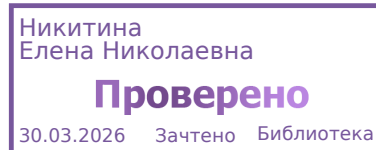
Направление подготовки

13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

АВТОРЕФЕРАТ

МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

2026



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

Научный руководитель	Кандидат технических наук, доцент кафедры «ЭПАПУ» Егоров Владислав Алексеевич
Рецензент	Кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Электротехника, электроника и электромеханика» ФГБОУ ВО ДВГУПС Скорик Виталий Геннадьевич

Защита состоится «19» марта 2026 года в 10 часов 00 мин на заседании государственной экзаменационной комиссии по направлению подготовки 13.04.02 «Электротехника и электротехника» в Комсомольском-на-Амуре государственном университете по адресу: 681013, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27, ауд. 104/3.

Автореферат разослан 12 марта 2026 г.

Секретарь ГЭК

А.В. Бузикаева

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Изучение шаговых двигателей и их особенности является важным направлением научных исследований и разработки новых технологий управления, что позволит расширить их область применения и повысить эффективность работы автоматизированных систем. С увеличением внедрения автоматизации и роботизации в различных отраслях промышленности и бытовой электроники, шаговые двигатели становятся неотъемлемой частью приводных систем. Их высокая точность позиционирования и возможность управления перемещениями делают их идеальными для применения в робототехнике, 3D-печати, лазерной резке и других полнофункциональных машинах.

На современных производственных и научных предприятиях требования к точности и скорости позиционирования значительно возросли. Разработка новых технологий и алгоритмов управления шаговыми двигателями позволяет достичь заданных характеристик при максимальной эффективности. Совершенствование систем управления шаговыми двигателями может снизить энергозатраты и повысить производительность оборудования. Оптимизация работы шаговых двигателей также позволяет уменьшить тепловыделение и увеличить срок службы оборудования.

Системы шаговых двигателей часто используются в условиях изменяющегося окружения, что требует адаптивных и интеллектуальных подходов в управлении. Исследования в области систем управления могут привести к более надежной и гибкой работе, учитывающей внешние факторы.

Развитие программного обеспечения для управления шаговыми двигателями (например, векторное управление, адаптивные алгоритмы) открывает новые горизонты для их применения и исследование этих

аспектов остается важной и актуальной задачей.

Таким образом, исследование темы разработки и исследования системы управления шаговым электродвигателем имеет большое значение как для научного сообщества, так и для производственных компаний, что обосновывает его актуальность на современном этапе.

Целью данной диссертационной работы является разработка и исследование системы управления электроприводом на основе шагового электродвигателя, с использованием векторного принципа управления. Для достижения цели, необходимо выполнить следующие.

Задачи:

1. Выполнить обзор способов построения систем управления шаговым электродвигателем.

2. Получить математическое описание шагового электродвигателя во вращающейся синхронно с ротором системе координат.

3. Выполнить расчет векторной системы управления шаговым электродвигателем.

4. Выполнить моделирование работы разработанной системы управления шаговым электродвигателем:

- в полно-шаговом режиме;
- в полу-шаговом режиме;
- в четверть-шаговом режиме.

Для решения поставленных задач были использованы следующие методы:

1. Методы синтеза систем автоматического управления.
2. Методы математического моделирования на ЭВМ.

К защите представляются следующие основные положения

1. Математическая модель шагового электродвигателя во вращающейся синхронно с ротором системе координат.

2. Результаты расчётов и моделирования разработанной системы управления электроприводом на основе шагового электродвигателя, с использованием векторного принципа управления.

Получена математическая модель шагового электродвигателя во вращающейся синхронно с ротором системе координат.

Предложено техническое решение для синтеза системы управления электроприводом на основе шагового электродвигателя, с использованием векторного принципа управления, позволяющее выполнять управляемое дробление шага позиционирования электропривода.

Выполнено моделирование системы управления электроприводом на основе шагового электродвигателя, с использованием векторного принципа управления, позволяющее выполнять дробление шага позиционирования электропривода.

Основное содержание диссертационной работы опубликовано в материалах двух научно-технических конференций.

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы из 42 наименований. Работа изложена на 73 страницах и содержит 38 рисунков.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность темы, формируется цель диссертационной работы.

В первой главе представлен обзор и способы построения систем управления шаговым двигателем. Устройство и принцип работы шагового двигателя.

Во второй главе приведена разработка векторной системы управления шаговым двигателем. Выполнены расчёты модели шагового двигателя в координатах ab и координатах dq .

В третьей главе представлены результаты моделирования векторной системы управления шаговым двигателем в координатах dq .

Моделирование контуров тока: по координатам q и d ; контура скорости; контура положения; векторной системы управления шаговым двигателем; работы системы управления в полно-шаговом режиме; в полу-шаговом режиме; в четверть-шаговом режиме; моделирование работы системы управления шаговым двигателем с произвольным значением дробления шага ($1/16$). Получение реакций системы на скачок управляющего сигнала.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

Получена модель шагового двигателя в координатах dq .

Предложено техническое решение для синтеза системы управления электроприводом на основе шагового электродвигателя, с использованием векторного принципа управления, позволяющее выполнять управляемое дробление шага позиционирования электропривода.

Выполнено моделирование работы системы управления электроприводом на основе шагового электродвигателя, с использованием векторного принципа управления.

Полученные результаты позволяют сделать вывод, о том что, разработанная система может обрабатывать угловые перемещения с управляемым дроблением межполюсного углового расстояния.

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ АВТОРА ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ:

1 Бутрамеева, О.А. Разработка и исследование системы управления шаговым двигателем / О.А. Бутрамеева, В.А. Егоров// Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований: материалы VIII Всерос. нац. науч. конф. молодых учёных, Комсомольск-на-Амуре, 7-11 апреля 2025 г.: в 3 ч. / А. В. Космынин, Т. Н.

Шелковникова. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГУ», 2025. – Ч.1. – С. 149-151.

2 Бутрамеева, О.А. Моделирование работы шагового элнетродвигателя / О.А. Бутрамеева, В.А. Егоров// Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований: материалы VIII Всерос. нац. науч. конф. молодых учёных, Комсомольск-на-Амуре, 7-11 апреля 2025 г.: в 3 ч. / А. В. Космынин, Т. Н. Шелковникова. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГУ», 2025. – Ч.1. – С. 152-154.